



SIK-rapport 886

Hållbara matvägar – referens- och lösningsscenarier för mjölkproduktion och framställning av konsumtionsmjölk och lagrad ost

Rapport steg 3

*Jan Bertilsson, Ulla-Karin Barr, Elisabeth Borch, Stefan Gunnarsson, Lars Hamberg,
Ingela Lindbom, Katarina Lorentzon, Åse Lundh, Tim Nielsen, Katarina Nilsson, Anne
Normann, Eva Salomon, Erik Sindhøj, Ulf Sonesson, Martin Sundberg, Annika Åström,
Karin Östergren*

December 2014

Denna sida har med avsikt lämnats tom.

Projektinformation

Projekt påbörjat

Januari 2012

Granskad av

Referensgruppen

Kapitlet Primärproduktion mjölk: Mikaela Patel, SLU

Projektledare

Ulf Sonesson, Katarina Lorentzon

Projektgrupp

SLU – Husdjurens miljö och hälsa	Stefan Gunnarsson, Anna Hessle, Karl-Ivar Kumm
SLU – Husdjurens utfordring och vård	Jan Bertilsson, Margareta Emanuelson, Leif Göransson, Helena Wall,
SLU – Livsmedelsvetenskap	Carl Brunius, Annica Andersson, Kristine Koch, Åse Lundh
SLU – Mark och Miljö	Bo Stenberg, Maria Stenberg
JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik	Eva Salomon, Erik Sindhøj, Martin Sundberg
SIK – Institutet för Livsmedel och Bioteknik	Ulla-Karin Barr, Elisabeth Borch, Britta Florén, Lars Hamberg, Christoffer Krewer, Ingela Lindbom, Katarina Lorentzon, Tim Nielsen, Katarina Nilsson, Anne Normann, Ulf Sonesson, Annika Åström, Anna Woodhouse, Karin Östergren

Finansiärer

Tvårlivs, Livsmedelsföretagen, Svensk Dagligvaruhandel, SLF, Västra Götalandsregionen)

Distributionslista

Projektgruppen (se ovan)

Projektledningsgruppen (Margareta Emanuelson, SLU HUV, Stefan Gunnarsson, SLU HMM, Ola Palm, JTI, Åse Lundh, SLU LMV)

Referensgruppen (Per Baumann, Svensk Dagligvaruhandel, Maria Donis, Svensk Fågel, Magnus Därth, KCF, Helena Elmquist, Odling i Balans, Kjell Ivarsson, LRF, Berit Mattsson, VGR, Anna-Karin Modin Edman, Arla Foods, Lotta Rydhmer, SLU, Elisabeth Rytter, Li, Sofie Villman, Lantmännen R & D)

Vinnovas diarienummer: 2011-03764

SIKs projektnummer: PX10469

Sammanfattning

Projektet Hållbara matvägar har samlat kunskap om miljömässig hållbarhet i den svenska livsmedelskedjan och utformat framtida produktkedjor med hänsyn tagen till ett antal andra hållbarhetsaspekter. Målet har varit att presentera konkreta beskrivningar av alternativa produktionskedjor och deras miljöprestanda för fem produktgrupper: nötkött, griskött, kycklingkött, mjölk, ost och bröd. För att kunna göra konkreta beskrivningar av även den senare delen av produktkedjorna har följande, konsumentpackade slutprodukter valts: ryggbiff, rökt skinka, fryst kycklingfilé, mellanmjölk, lagrad ost i bit och styckbröd. Produktionssystemen som har studerats omfattar växtodling, animalieproduktion, industriell process och produktion, logistik, förpackningar samt avfallshantering. Handel och konsument ingår inte.

Projektet utgick från produktionen av nötkött, mjölk, griskött, kyckling och brödvete i Västra Götalands län år 2012. De nya produktkedjorna, de hållbara matvägarna, skulle leverera samma nytta i form av produkter som 2012, men med mindre negativ miljöpåverkan och i möjligaste mån större positiv miljöpåverkan. Dessutom skulle de uppfylla minst samma krav på produktsäkerhet, produktkvalitet, djurvälstånd och konsumentförtroende som för dagens produktion och produkter. Primärproduktionen skulle också vara ekonomiskt rimlig och kunna producera minst lika mycket som nuvarande produktionssystem med kostnader som inte är väsentligt högre än dagens produktion.

I denna rapport presenteras de konkreta beskrivningarna av dels referenssituationen, dels tre scenarier för alternativa produktionssystem för produktionen av mellanmjölk och lagrad ost i bit från jordbruk till butik. Samtliga data som använts för kvantifieringen av miljöpåverkan och kostnader presenteras, liksom bakomliggande beräkningar och antaganden. Dessutom redovisas konsekvensanalyser för scenariernas påverkan på övriga hållbarhetsaspekter.

Detta är en datarapport och den omfattar således inga resultat. Resultaten från miljöutvärderingen, som gjorts med livscykelanalys, och produktionsekonomi för alla produkter samt syntes av resultaten publiceras i en separat rapport (Ulf Sonesson, Katarina Lorentzon, Britta Florén, Christoffer Krewer, Karl-Ivar Kumm, Katarina Nilsson, Anna Woodhouse, 2014, Hållbara matvägar – resultat och analys, SIK-Rapport 891, SIK – Institutet för Livsmedel och Bioteknik, Göteborg).

Denna sida har med avsikt lämnats tom.

Innehåll

Projektinformation	3
Sammanfattning	5
Projektet Hållbara matvägar	9
Inledning	9
Rapportens syfte	10
Ordlista	10
Utgångsscenarier	11
Lösningsscenarier	11
Gemensamt förord till steg 3-rapporterna om mjölk- respektive nötköttsproduktion	12
Primärproduktion mjölk	13
Introduktion	13
Antaganden och avgränsningar för alla mjölksценарier	16
Referensscenario	21
Lösningsscenario Medelintensiv produktion	22
Lösningsscenario Högintensiv produktion	23
Val av kombinerade lösningsscenarier för foderstater och uppfödningss modeller i nötkötts- och mjölkproduktion	26
Sammanställning foderförbrukning nötkötts- och mjölkproduktion	28
Sammanställning metan från fodersmältning	28
Sammanställning strömedelsförbrukning	29
Sammanställning energianvändning stallar	29
Sammanställning kadaver	29
Stallgödselhantering	30
Introduktion	30
Avgränsningar för alla gödselhanteringsscenarioer	31
Gödselhantering och lösningsscenarioer	31
Material och metod	36
Stallgödsel i mjölkproduktionen	37
Förädling, förpackning och distribution	44
Introduktion	44
Antaganden och avgränsningar	49
Referensscenario	49
Lösningsscenario 3 <i>Klimatpåverkan och fossila resurser</i>	58

Förpackning	59
Avfalls-/biproduktshantering	60
Antaganden och avgränsningar	60
Regelverk	60
Referensscenario	62
Lösningsscenarier	62
Sammanställning hantering av animaliska biprodukter	62
Utformning av scenarierna - översikt	64
Konsekvensanalyser	67
Produktkvalitet	68
Produktsäkerhet	74
Djurhälsa/välfärd och djurskydd	80
Konsumentaspekter	84
Referenser	87
Mjolkproduktion	87
Stallgödselhantering	88
Slakt, förädling, förpackning och distribution	89
Avfall och biprodukter	91
Konsekvensanalyser	91
Övriga delar av rapporten	94
Bilaga 1 Guide till mikrobiologisk farobedömning	95
Bakgrund	95
Mål	95
Resultat	95
Bilaga 2 Konsumenters livsmedelsval	97
Individuella skillnader och gemensamma likheter	98
Referenser	102

SR 886

ISBN 978-91-7290-341-8

Projektet Hållbara matvägar

Inledning

Projektet Hållbara matvägar har samlat kunskap om miljömässig hållbarhet i den svenska livsmedelskedjan och utformat framtida produktkedjor med hänsyn tagen till övriga hållbarhetsaspekter. Målet har varit att presentera konkreta beskrivningar av alternativa produktionskedjor för fem produktgrupper: nötkött, griskött, kycklingkött, mjölk, ost och bröd. För att kunna göra konkreta beskrivningar av även de senare delen av produktkedjorna har följande, konsumentpackade slutprodukter valts: ryggbiff, rökt skinka, fryst kycklingfilé, mellanmjölk, lagrad ost i bit och styckbröd.

Projektet, som har varit treårigt (pågått 2012-2014) och har genomförts i ett samarbete mellan SIK, SLU och JTI, som tillsammans täcker kompetens om hållbarhet och produktion i hela kedjan samt om produkternas kvalitet i bred bemärkelse, vilket inkluderar sensoriska egenskaper, mikrobiologiska risker, djurvälstånd och djurhälsa, konsumentförtroende samt ekonomiska aspekter.

Produktionssystemen som har studerats omfattar växtodling, animalieproduktion, industriell process och produktion, logistik, förpackningar och avfallshantering. Olika aspekter av miljöpåverkan, negativa såväl som positiva, har beaktats samtidigt och i interaktion med varandra.

Projektet har utgått från produktionen av nötkött, mjölk, griskött, kyckling och brödvete i Västra Götalands län (VGL) år 2012. De nya produktkedjorna, de hållbara matvägarna, skulle leverera samma nytta i form av produkter som 2012, men med mindre negativ miljöpåverkan och i möjligaste mån större positiv miljöpåverkan. Dessutom skulle de uppfylla minst samma krav på produktsäkerhet, produktkvalitet, djurvälstånd och konsumentförtroende som för dagens produktion och produkter. Primärproduktionen skulle också vara ekonomiskt rimlig och kunna producera minst lika mycket som nuvarande produktionssystem med kostnader som inte är väsentligt högre än dagens; ambitionen var att utforma system som i stort sett har samma eller lägre kostnader som dagens. Tidshorisonten för att genomföra förändringarna var fem-tio år, vilket har uteslutit mer drastiska förändringar av dagens produktionssystem. Eftersom de föreslagna lösningarna inte fick innebära väsentligt högre produktionskostnader i jordbruket kom utformningen av lösningsscenarierna att präglas av ökad produktionseffektivitet i både växtodling och djurhållning. De ekonomiska analyserna (redovisas inte i denna rapport) förutsätter därutöver en fortsatt strukturrationalisering eller utökat samarbete mellan producenter, även detta en konsekvens av att produktionskostnaderna i lösningsscenarierna skulle ligga i nivå med referensscenariets.

Primärproduktionen resulterar i en slaktkropp eller ett ton brödvete, medan den industriella förädlingen av dessa råvaror kan ske på många olika sätt. Projektet har därför omfattat primärproduktion av nötkött, griskött, kycklingkött, mjölk och brödvete i VGL 2012, medan produktkedjorna från slakt alternativt kvarn fram till butik endast har omfattat en specifik produkt. De produkter som valdes ut skulle i möjligaste mån vara producerade, förädlade och konsumerade i Västra Götalands län. De skulle representera en stor andel av råvaran, konsumeras i relativt stor volym, bestå av oblandad charkvara och/eller erbjuda intressanta produktkvalitets- eller produktsäkerhetsaspekter att ta hänsyn till. Föreliggande rapport, som handlar om mjölkproduktion samt k-mjölk- och ostkedjorna, omfattar således produktionen av mjölk i VGL 2012 samt konsumentpackad mellanmjölk och lagrad ost som slutprodukter.

Projektet har varit indelat i fyra steg:

- Steg 1: Workshop med alla deltagare, definiera arbetsmetodik, skapa samsyn, detaljplanera arbetet
- Steg 2: Inventering av potentiella miljöförbättringar i alla led, för alla produktgrupper separat. Inventering av kritiska aspekter och kopplingar med avseende på produktsäkerhet, produktkvalitet, och djurvälstånd
- Steg 3: Beskrivning av lösningar för hela kedjor, där miljöaspekter optimeras, och produktsäkerhet, produktkvalitet och djurvälstånd är randvillkor.
- Steg 4: Utvärdering av föreslagna lösningar från Steg 3 utifrån ett flertal aspekter. Kvalitativ identifiering av synergier och konflikter mellan lösningar och kedjor från Steg 3.

Arbetet och resultaten som beskrivs i detta dokument har sammanställts inom projektets steg 3. Övriga produkter som har analyserats inom projektet beskrivs i parallella rapporter:

Hållbara matvägar – referens- och lösningsscenarier för nötköttsproduktion och framställning av ryggbiff. SIK-rapport 885, december 2014

Hållbara matvägar – referens- och lösningsscenarier för grisproduktion och framställning av rökt skinka. SIK-rapport 887, december 2014.

Hållbara matvägar – referens- och lösningsscenarier för kycklingproduktion och framställning av fryst kycklingfilé. SIK-rapport 888, december 2014

Hållbara matvägar – referens- och lösningsscenarier för brödetveteproduktion och framställning av styckbröd. SIK-rapport 889, december 2014.

Hållbara matvägar – utgångs- och lösningsscenarier för växtodling. SIK-rapport 890, december 2014.

Resultaten från miljöutvärdering och ekonomi för alla produkter samt syntes av resultaten kommer att publiceras i en separat rapport i projektets steg 4.

Rapportens syfte

Det övergripande syftet med denna steg 3-rapport för mjölkkedjan är att beskriva nuvarande produktion och tänkbara framtida scenarier för produktion av mjölk och framställning av mellanmjölk och lagrad ost. De specifika målen med rapporten är att:

- Beskriva referensscenariot, det vill säga dagens produktion av mjölk, k-mjölk och lagrad ost.
- Beskriva de identifierade lösningsscenarierna för hela produktkedjan i relativ detalj (kvalitativt och kvantitativt) samt deras fördelar jämfört med dagens system.
- Redogöra för förutsättningar och antaganden för produktionen
- Redovisa resultaten från konsekvensanalyserna och om/hur de påverkat utformningen av lösningsscenarierna

Ordlista

Utgångsscenario: En beskrivning av prioriteringar av hållbarhetsmål.

Referensscenario: En tydlig och detaljerad beskrivning av produktionen som den ser ut idag

Lösningsscenario:	En konkret beskrivning av produktionen som bidrar till att förbättra de prioriterade hållbarhetsmålen i ett utgångsscenario, och därmed presenterar lösningar på de eventuella hållbarhetsproblem som identifierats.
Produktkedja	Helheten som inkluderar primärproduktionssystem, förädling, förpackning, transport och distribution samt gödsel- och biprodukthantering för en produkt, i detta fall mellanmjölk och lagrad ost.
Delsystem	Någon av de ovan nämnda delarna i produktkedjan.

Utgångsscenarier

De utgångsscenarier som definierades i rapporten från projektets steg 1 (Sonesson, U. 2012) återfinns i Tabell 1.

Tabell 1 Utgångsscenarier

Utgångsscenario - fokusering	Miljö- och resurskategorier som "optimeras"	Namn på utgångsscenariot
1. Minskad påverkan på ekosystem, bevara och stärka ekosystem	- Eutrofiering - Biologisk mångfald - Ekotoxisk påverkan	<i>Biologisk mångfald och lokal miljöpåverkan</i>
2. Optimera växtnäringsanvändning	- Eutrofiering - Försurning - Mineralanvändning (fosfor) - Markanvändning	<i>Växtnärings- och markanvändning</i>
3. Minska växthusgasutsläppen	- Klimatförändring - Användning av fossila bränslen - Markanvändning (minskad användning ger utrymme för bioenergi/markvård).	<i>Klimatpåverkan och fossila resurser</i>

Lösningsscenarier

För att tydliggöra kopplingarna mellan orsak och verkan har utgångsscenarierna fått vara avgörande för vilka åtgärder som ska höra hemma i ett visst lösningsscenario. En åtgärd som är lämplig i ett visst lösningsscenario kan emellertid vara tillämplig även i ett annat lösningsscenario, utan målkonflikter, men detta försvårar tolkningen av resultaten i steg 3. Eventuella målkonflikter mellan lösningsscenarier å ena sidan och möjliga kombinerade lösningsscenarier å den andra undersöks i steg 4 av projektet.

Gemensamt förord till steg 3-rapporterna om mjölk- respektive nötköttsproduktion

Eftersom mjölk- och nötköttsproduktion är beroende av varandra och har många kopplingar samordnades utformningen av referens- och lösningsscenarierna för dessa produktionsgrupper i inledningen av steg 2. Systemen levererar mjölk och kött i givna mängder motsvarande dagens produktion i kg energikorrigerad mjölk (ECM) och i kg slaktkroppar av nötkött (ej kalvkött). Ansatsen har varit att utgå från mjölkproduktion och komplettera nötköttet från mjölkprodukterna och deras avkommor med nötkött från dikalvsproduktion.

Efter överväganden och diskussioner i nötköttsproduktions- och mjölkproduktionsgrupperna fastställdes att fyra lösningsscenarier skulle tas fram. Två av lösningsscenarierna var tänkta att "matcha" utgångsscenario 1 (*Biologisk mångfald och lokal miljöpåverkan*), och utgörs av medel- respektive högentensiv mjölkproduktion (9 000 kg ECM/ko och år respektive 11 000 kg ECM/ko och år) i kombination med kompletterande nötköttsproduktion. De två andra var tänkta att "matcha" utgångsscenario 2 (*Växtnärings- och markanvändning*) och 3 (*Klimatpåverkan och fossila resurser*). På samma sätt kombinerades medel- respektive högentensiv mjölkproduktion med kompletterande nötköttsproduktion. Orsaken till denna ansats är att det inte på förhand var givet vilket av dem som bäst möter målen i de olika utgångsscenarierna.

I processen fördes också diskussioner om ett alternativ med lågentensiv mjölkproduktion (ca 7 000 kg ECM/ko,år), men detta övergavs då det bedömdes svårt att uppvisa tillräcklig lönsamhet, vilket visats bland annat i en aktuell studie från Naturvårdsverket (Kumm, K-I., 2013).

Mängden hävdad naturbetesmark är i princip en utvärderingsparameter i lösningsscenarier för utgångsscenario 2 och 3, men en målsättning för utgångsscenario 1.

Enligt samstämmiga resultat från livscykelanalyser på nötkötts- och mjölkproduktion dominerar foderproduktion och fodersmältning miljöpåverkan och resursanvändning från nötkött och mjölk. För att med större säkerhet identifiera de produktionssystem som svarar mot utgångsscenarierna beräknades miljöpåverkan och resursanvändning för de åtta foderstaterna i medelintensiv mjölkproduktion och för de tre foderstaterna i högentensiv mjölkproduktion, båda intensiteterna i kombination med nötköttsproduktion enligt scenario 1 och scenario 2-3. Beräkningarna gjordes med hjälp av LCA-data för foderproduktion från SIKs fodermedelsdatabas (ver 1: Flysjö *et al*, 2008, ver 2: www.sikfoder.se).

Eftersom djurantal och uppfödningssystemer är olika för de fyra potentiella lösningsscenarierna inkluderades också metanproduktion från fodersmältning baserat på litteraturvärden i klimatpåverkan från de olika djurmodellerna i nötkötts- och mjölkproduktionssystemen. Som ytterligare stöd för beslut beräknades också kostnader för foder och stallplats.

I nedanstående kapitel beskrivs nötkötts- och mjölkproduktionssystemen först var för sig, varefter de avslutas med ett gemensamt avsnitt om valet av lösningsscenarier för fodermedel och uppfödningssystemer.

Primärproduktion mjölk

Introduktion

I juni 2012 fanns det 348 000 mjölkcor fördelade på 4 900 företag i Sverige (Svensk Mjolk). Dessa levererade 2 860 000 ton mjölk med innehåll av 4,22 % fett och 3,46 % protein. Beräknad mängd ECM (avrundat i jämna 100-tal kg) blir då 8 400 kg ECM levererad mjölk per ko och år i Sverige. Motsvarande siffra i Västra Götaland skulle bli 8 300 kg ECM/ko/år. Enligt uppgifter från kokontrollen så ligger korna i Västra Götaland omkring riksnivået i avkastning. Av totalt antal mjölkcor i Sverige 2012 återfinns 17,2 % i Västra Götaland. Några uppgifter om mjölkproduktionen i Sverige och i Västra Götaland sammanfattas i Tabell 2. (Källa Växa Sverige).

Som nämnts i förordet till avsnitten om mjölk- och nötköttproduktion fastställdes två lösningsscenarier för mjölkproduktion, medel- och högentensiv produktion (9 000 kg ECM/ko och år respektive 11 000 kg ECM/ko och år). Inledningsvis fördes också diskussioner om ett alternativ med lågentensiv mjölkproduktion (ca 7 000 kg ECM/ko,år), men detta övergavs då det bedömdes svårt att uppvisa tillräcklig lönsamhet, vilket visats bland annat i en aktuell studie från Naturvårdsverket (Kumm, K.-I., 2013).

Tabell 2 Några data om mjölkproduktionen i Sverige och i Västra Götaland samt behov av kor i de olika scenarierna (källa LRF Mjolk, Växa Sverige och Statistiska Centralbyrån)

	Sverige	Västra Götaland
Mjölkinvägning ,ton		
2000	3 297 000	573 422
2011*	2 844 861	479 787
2012*	2 855 479	477 600
2012, ton ECM (beräknat)	2 940 000	491 736
Antal mjölkföretag		
2011	5 286	935
2012	4 973	882
Medelleveranser, ton/företag		
2012	567	536
Antal mjölkcor		
2011 (juni)	347 495	-
2012 (juni)	345 527	59 425
Besättningsstorlek		
2012	70	66
Ekologiska mjölkleveranser, 2012		
Ton/år	363 621	98 679
Andel, %	12,7	20,7
ECM, kg/ko/år (dagens prod.siffror)		
2012	8 400	8 300
<i>Beräknat behov av mjölkcor i VGL för olika scenarier**</i>		
Referensalternativ		59 245
Medelintensiv prod. (9 000 kg ECM/ko/år)		56 762
Högentensiv prod. (11 000 kg ECM/ko/år)		46 126

*Perioden november-oktober

** Beräknad enligt förutsättningar i de olika scenarierna. Inkl. produktion av helmjölk till kalvar.

Djurmateriel

Antalet mjölkkor och antalet besättningar har minskat kraftigt under de senaste decennierna, men minskningen av antal kor var marginell senaste året. Medan man tidigare decennier haft en ökning av mjölkavkastningen med 100-200 kg ECM/år så har förändringarna under de senaste fem åren varit marginella. Orsaken till detta är svår att förklara. Kraftig strukturförändring med snabbt ökande besättningsstorlekar och höjda priser på inköpta fodermedel kan vara några förklaringar. De två raserna svensk röd boskap (SRB) och svensk holstein dominerar helt svensk mjölkproduktion (>90 % av korna). Genomsnittlig avkastning i kg ECM för kor inom kokontrollen (se nedan under rubrik "Kontrollprogram och hälsa") skiljer ca 1000 kg mellan holstein och SRB (8700 resp. 9700). Aveln inom SRB-rasen har skett enligt "den nordiska profilen" där mera vikt lagts vid hälso- och fertilitetsegenskaper. Holstein har ökat sin andel och utgör nu mer än 50 % av korna. Ökningen av andelen holstein bland mjölkorna har pågått under lång tid. För ett decennium sedan var SRB den dominerande rasen i Sverige. Denna förändring kan bero på många saker och skillnaden i avkastning har säkert varit viktig, men det kan också spegla att minskningen av antalet mjölkkor var särskilt stor i SRB:s gamla kärnområde i Mellansverige.

Djurhållningssystem

Från att tidigare i hög grad varit uppbundna har en övergång skett till olika former av lösdrift och f.n. finns mer än hälften av korna i lösgående system och ca hälften av dessa mjölkas av automatiska mjölkningssystem, i dagligt tal mjölkningsrobot. År 2012 var fördelningen mellan lösdrift och uppbundna kor 55/45 (LRF mjölk, 2013), men man angav att statistiken inte är uppdaterad i alla stallar och att andelen lösdrift antagligen är större. Majoriteten av lösdriftsstallarna är varma, dvs. har isolerade väggar och en temperatur som alltid ligger över fryspunkten. Enbart stallbyggnader för lösdrift godkänns av vid länsstyrelsernas förprovning som är obligatorisk vid nybyggnation. En stor andel av nybyggnationen har robotmjölkning, speciellt vid enheter upp till 200-300 kor, vilket motsvarar upp till 5 robotenheter. Vid större företag så väljs vanligtvis någon form av mjölkningsstall (karusell, grop) eftersom det är mer kostnadseffektivt.

Gödselsystem och strö

Bland mjölkkor dominerar flytgödsel helt och andel av korna som står i stall med flytgödselsystem utgör 77 % (Statistiska Centralbyrån, 2009). Återstoden utgörs av fastgödsel (18 %) och kletgödsel (4 %). Bland övriga nötkreatur är gödselsystemen fördelade med ungefär 1/3 var på fastgödsel, flytgödsel och djupströbädd. För alla typer av gödselsystem och både för lösgående och uppbundna djur beräknas en åtgång på 1 kg strö/djur/dag (Agriwise databoken, 2013).

Foder och foderberäkningar

Basutfodringen till mjölkkor utgörs av grovfoder (ensilage, bete, hö, halm), spannmål spannmålsbiprodukter (vete, korn, rågvete, havre), sockerbiprodukter, proteinfoder (raps, soja, palmkärnkaka) i nu nämnd ordning. En utförlig uppskattning av använda mängder finns hos Emanuelson m.fl. (2006). Vallensilage är det helt dominerande vallfodret. Konservering i balar är vanlig, men bland de större och nyinvesterade företagen är plansilo huvudsystemet, men med komplettering av balar. Odling av majs för ensilering har ökat snabbt, men från en låg nivå på 16 000 ha 2010 enligt Jordbruksstatistisk årsbok (2011). Hö förekommer i låg grad och då främst som kalvfoder och "hälsofoder". Bete är lagstadgat till nötkreatur av honkön. Produktionsbete, dvs. att korna tar en stor del av den näring de behöver från betet under hela betesperioden är mindre

vanligt. Räknat över hela betesperioden kan en bedömning vara att hälften av grovfodret utgörs av bete.

Vete, korn, havre och rågvete samt kvarnbiprodukter till exempel kli används alla i kraftfoder till mjölkkor. Fördelningen mellan de olika spannmålsslagen är beroende av pris och tillgång. Sockerbiprodukter (torkade och pressade) är viktiga som fodermedel till kor. Den inhemska produktionen räcker inte till och importen är betydande.

Import av proteinfodermedel till mjölkkor har förekommit åtminstone de sista hundra åren. Många av de fodermedel som tidigare använts (bl. a. jordnötsskaka, bomullsfrökaka) har fallit bort av olika skäl, framför allt av kvalitetsskäl. Efter EU-inträdet och därmed följande prissänkningar på importfodermedel så ökade importen. De fodermedel som nu är aktuella tillverkas från raps, soja och oljepalm. De senaste åren har importen av rapsprodukter ökat, medan sojamjöl minskat och ligger nu på ca 100 000 ton/år till nötkreatur, varav ca 90 % till mjölkkor. (Gustafsson *et al*, 2013)

I fodermängderna nedan ingår spill från lager till kon beroende både på förluster samt att tilldelade fodermängder inte är de som var avsedda. I referensalternativet antas denna siffra vara 10 % på allt foder. Detta bygger på tidigare s.k. "RAM-statistik" som visade på minst 10 % överutfodring generellt bland besättningarna. Det finns ingen anledning att tro att överutfodringen minskat, snarare är motsatsen trolig med den utveckling mot mera "fria" system som varit.

I referensscenariot används enbart ensilage som vallfoder till mjölkkor. Den huvudsakliga lagringen av ensilage sker i plansilo. Balar kan användas för komplettering samt för utfodring i samband med betesgång. Kornas bete är åkermarksbete (kulturbete).

Hantering av ensilage inom gården kan ske på en mängd olika sätt. I uppbundna stallar är rälsburna ensilagevagnar som fördelar ut ensilaget till korna vid deras båsplatser vanliga. Utkörning av ensilage eller blandfoder med traktor är vanligt i större stallar. Utfodring av balat ensilage kan göras på olika sätt från att en bal sätts in till korna till att den sönderdelas mer eller mindre fullständigt före utfodring. I uppbundna stallar finns fodervagnar som kan distribuera uppvägda mängder till varje ko. I lösdriftsstallar kan fodret bara distribueras i en bestämd mängd på gruppnivå.

Två typer av kraftfoderutfodring är vanlig, antingen färdigfoder eller spannmål + koncentrat. Färdigfoder innebär att alla kraftfoderingsredienser ingår i en blandning som vanligtvis är inköpt. Vid utfodring av spannmål och koncentrat separat kan spannmålen vara egenodlad helt eller delvis. Idag ligger mjölkproduktionens tyngdpunkt i skogs- och mellanbygder och då är andelen inköpt kraftfoder högt. I Emanuelson m. fl. (2006) undersökningar skattades att andelen av mjölkproducenterna som använde färdigfoder var ca 60 %. I framtiden med större enheter och intensivare produktion, kan en ökad lokalisering i slättbygd vara en trolig utveckling och då kan egen försörjning med spannmål bli vanligare. Anpassning till den enskilda korns behov är lättare med spannmål och koncentrat utfodrat separat. I de framtida scenarierna är beräkningarna gjorda med spannmål och övrigt kompletteringsfoder beräknade var för sig.

Rekrytering

Svenska mjölkkor lever i ca 5 år och slås i genomsnitt ut efter 2-3 laktationer. Detta är inte optimalt ur produktionssynpunkt. Utslagningen är framför allt framtvungen av fertilitets- och juverproblem, och mera sällan planerad och beroende av t.ex. låg avkastning. Kalvningsintervallet är mellan 12 och

14 månader, dvs. varje ko får mindre än en kalv per år. I genomsnitt ger detta ett behov av rekrytering av nya kor på 35-40 %. Genomsnittlig inkalvningsålder är 27 månader, men det är visat både i försök och från praktiska besättningar att 24 månader är möjligt och minskar antalet rekryteringsdjur med minst 10 %

I material från kokontrollen 2012 visade det sig att antalet kalvar som levde 24 timmar efter kalvning är nästan precis en kalv per ko. En noggrann genomgång av alla kalvar som föddes 2006 och hamnade det centrala dataregistret (CDB) visade en lägre siffra, i genomsnitt 0,91 födda kalvar per ko i mjölkkobesättningar och dessutom att kalvdödligheten fram till 8 veckors ålder var 4 %. Det är alltså svårt att ur officiell statistik få en bra siffra för antalet kalvar som föds och överlever per mjölkko och år. I beräkningarna ligger antalet kalvar per ko i intervallet 0,92 – 0,98, och hänsyn har tagits till statistiken vad avser skillnader mellan t.ex. raser.

Antaganden och avgränsningar för alla mjölkscenarier

Foder

Generellt för alla alternativ är att soja- och palmkärnsprodukter utesluts i alla beräkningar beroende på att det inte går att försvara ur några miljömässiga aspekter, samt att det finns likvärdiga alternativ baserade på inhemska fodermedel. Huhtanen & Hristov (2009) har visat att det marginella utbytet av foderprotein i vanliga foderstater i Nordeuropa och Nordamerika är lågt. Deras analys visade också att det var proteininnehållet i fodret och inte kvaliteten mätt som nedbrytbarhet, som hade det bästa sambandet med mjölkavkastningen. Huhtanen m.fl. (2011) visade klart att rapsmjöl är en bra ersättning för sojamjöl och att det ger signifikant bättre utbyte att komplettera fodret till mjölkkor med raps än med soja. De fodermedel som använts går alla att producera inom landet, även om detta inte sker idag. Alla beräkningar har skett med "Fodertabell för idisslare" (Spörndly, 2003) som underlag. Utgångspunkt har också varit de beräkningar som gjorts i ett tidigare projekt om miljöeffekter av olika utfodring till mjölkkor (Liljeholm m.fl., 2009).

Två olika vallensilage har använts; Ens 1 som innehåller ca 25 % klöver och resten gräs medan Ens 2 baseras på en gräsvall. Det första alternativet är bra ur miljösynpunkt (Wallman m. fl., 2010) medan det andra medger en intensiv odling och möjligheter att ta upp till 4 skördar med god kvalitet.

Betmassa/betfor/betfiber anses utbytbara. Det rapsmjöl som används är av typen ExproTM, dvs. värmebehandlat enligt AAKs patenterade metod. Allt rapsmjöl som processas i Sverige behandlas enligt denna metod.

Foderstaterna bedöms likvärdiga vid aktuell avkastningsnivå, dvs. de ger samma produktion.

I mängderna ingår spill från lager till kon beroende både på förluster samt att exakta foder mängder inte utfodras.

Djurmaterial och rekrytering

Vid behov av rekryteringsdjur har räknats med att det behövs en säkerhetsmarginal på 10 % utöver det teoretiska behovet beroende på att djur försvinner under vägen (olycksfall, ej dräktiga etc.). Fördelningen mellan kön blir 50/50 när inte könssortering används. Visserligen föds något högre andel tjurkalvar, men kvigkalvarna överlever i högre grad. Vid användning av könssorterad sperma blir resultatet att 90 % får önskat kön, dvs. man måste seminera 11 % flera kor för att få önskat antal

kvigkalvar. Ingen hänsyn har tagits till att dräktighetsresultatet antagligen är sämre beroende på att underlaget för ett sådant antagande är mycket osäkert.

Beräkningarna är baserade på att varje mjölkko genererar 0,996 kalv per år som registreras in i Centrala databasregistret CDB i referensvärdena (Hessle *et al*, 2014). Data rörande andel kalvar som självdör/avlivs tas från Jordbruksverket (2012), i vilken det framgår att 7,68 % av mjölkraskvigkalvarna dör eller avlivs före normal inkalvningsålder. Av mjölkrastjurkalvarna dör 11,2 % under uppfödningen (Hessle *et al*, 2014).

I referensen blir 6,6 % av mjölkkorna kadaver (Alvåsen *et al*, 2012 i Hessle *et al*, 2014).

Foderbehovet för rekryteringsdjur har tagits från Berglund *et al* (2013) som räknat för 27 månaders ålder vid inkalvning (Tabell 4). I beräkningarna har detta använts i alla alternativ. Totala åtgången av foder från 8 veckor fram till inkalvning beräknas per kvinga under hela hennes liv. Mängden är densamma för 24 eller 27 månaders inkalvning, men fördelas olika över tiden. För att uppnå samma inkalvningsvikt vid en lägre ålder behövs mera foder per dag vid 24 månaders inkalvning. Det har antagits att detta i stort sett går jämnt ut mellan alternativen. Teoretiskt skulle man kunna tjäna litet på att en mindre andel av fodret går till underhåll vid kortare uppfödningstid, men skillnaden är marginell. I beräkningen av totala mängder foder i Västra Götalands län multipliceras mängden foder per inkalvande kvinga med totala antalet rekryteringskvigor per år. Därmed behövs inte hänsyn tas till antal kvigor i olika åldrar. För att tillfredsställa behovet av rekryteringskvigor måste emellertid ca dubbelt så många kvigor vara under uppfödning, varför det totala foderbehovet för hela kollektivet av rekryteringskvigor ökar med en faktor motsvarande livslängden (i år) före inkalvning.

Som nämnts i kapitlet om nötköttproduktion beräknas kalvarna av "fel" kön och ras i mjölkproduktionen (för att ha marginal för att få tillräckligt med rekryteringskvigor, att det blir felsorterad sperma etc) bli mellankalv. Antalsmässigt innebär det att i hela riket avgår 22 000 av mjölkornas kalvar och 6 000 av dikornas kalvar per år i såväl referens som scenarierna för att gå in i en bibehållen mellankalvsproduktion av dagens storlek. Motsvarande antal kalvar som avgår för mellankalvsproduktion i Västra Götalands län är 3 600 mjölkraskalvar och 990 dikalvar. I referensvärdena antas hälften av dessa kalvar vara kvigkalvar och hälften tjurkalvar.

Tabell 3 Några utgångsdata för beräkning av antal rekryteringsdjur i Västra Götaland

	Referensalternativ	Medelintensiv produktion	Högintensiv produktion
Inkalvningsålder, mån	27	24	24
Kalvar fram till 8 v. ålder per ko o. år	0,93	0,98	0,92
Rekrytering, % av kor	38	33	44
Födda levande kalvar, totalt (levande 24 timmar efter kalvning)	57 823	55 400	44 096
Behov av rekryteringskvigor	22 513	18 731	20 295
”Extra” rekryteringskvigor ^{1, 2}	2 251	1 873	2 030
Överskottskvigor kalvar mjölkras ²	4 147	0	0
Tjurkalvar mjölkras ²	28 912	2 067	2 430
Tjurkalvar kötttraskorsning ²	0	16 264	17 138

¹ 10 % utöver behovet att sätta in nya kvigor; ² För bibehållen produktion av mellankalv, ingår ej i projektet

Foderbehov för rekryteringskvigor har hämtats från Berglund *et al* (2013) (Tabell 4).

Tabell 4 Åtgång av foder till rekryteringskvigor, kg per kviga för hela uppfödningssperioden

	Referensalternativ	Medelintensiv produktion	Högintensiv produktion
<i>Foderåtgång, kg per kviga för hela uppfödningssperioden</i>			
Ensilage, kg ts	2 780	2 780	2 780
Bete, kg ts	1 740	1 740	1 740
Spannmål, kg	260	260	260
Koncentrat, kg	78 ¹	78 ²	78 ²
Mineral, kg	25	25	25
Helmjök ³	150	350	350
Mjölkpulver ³	25	0	0

¹ 1/3 Idol, 2/3 Galax. ² I projektet används åkerböna, vilket i dessa mängder och till denna djurkategori kan fungera bra. ³ Helmjök och mjölkpulver till alla kalvar. Övrigt foder enbart till rekryteringskvigorerna.

Stall och närmiljö

Korna mjölkas med mjölkkningsrobot. Inhysningssystemet är varm lösdrift och besättningsstorleken är 180 kor, vilket motsvarar 3 mjölkkningsrobotar.

Fodermedel – råvaror, tillsatser

I mängderna ingår spill från lager till kon beroende både på förluster samt att exakta foder mängder inte utfodras. I referensalternativet antas denna siffra vara 10 % på allt foder. Detta bygger på tidigare s.k. ”RAM-statistik” som visade på minst 10 % överutfodring generellt bland besättningarna.

I de medel- och högentensiva scenarierna har vi förutsatt förbättringar genom utvidgad användning av olika tekniska hjälpmedel.

Rekryteringskvigor och överskottskvigor utfodras lika i de medel- och högentensiva scenarierna.

Bete

Kornas bete är åkermarksbete (kulturbete).

Foderhanteringssystem

Enbart ensilage används som vallfoder till mjölkkor. Den huvudsakliga lagringen av ensilage sker i plansilo. Balar kan användas för komplettering samt för utfodring i samband med betesgång.

Gödselhanteringssystem

I alla scenarier antas flytgödsel.

Kontrollprogram och hälsa

Som ett led i att snabbt kunna spåra smitta hos nötkreatur i Sverige infördes CDB (Centrala djurdatabasen), numera benämnt Centrala nötkreatursregistret. Det tillhör Jordbruksverket, men denna typ av kontroll är obligatoriskt inom hela EU. Följande uppgifter rapporteras: Djurets fullständiga id, födelsedatum, ras, kön, moderns fullständiga identitet. Sedan ska alla händelser som rör djuret, såsom försäljning/export, slakt, avlivning, dödsfall, hemslakt och förflyttning rapporteras till CDB. De som köper in eller importerar ett nötkreatur ska också rapportera detta till CDB. Alla händelser ska rapporteras via blankett.

En stor del av alla mjölkbesättningar är ansluten till kokontrollen. Kokontrollen sköts och övervakas enligt ett officiellt regelverk, men data hanteras av och sammanställs av Växa Sverige. I kokontrollen sammanställs alla viktiga data om mjölkproduktionen på gården såsom mjölkproduktion och mjölkens halter, juverhälsa (celltal) samt dräktighet och kalvningar. Kokontrollen är det viktigaste underlaget för allt avelsarbete och används som underlag för utfodring samt uppföljning av hälsa och fruktsamhet. Det är också ett viktigt underlag för uppföljning av ekonomin på gården.

Det finns också ett stort antal program inom husdjursföreningarnas ram för att få bort sjukdomar bland nötkreatur. Exempel på framgångsrika sådana program är det mot BVDV (Bovin viusdiarrévirus) och bovin leukos. Idag finns program bl.a. mot salmonella och Schmallenbergvirus. Det finns också rådgivningsverktyg som "Signaler djurvelfärd" och "Fråga kon" som kan användas för att utvärdera djurskydd och djurvelfärd i besättningen.

Produktionsstyrning och produktionsuppföljning

Många lantbrukare utnyttjar foderrådgivare för att ta fram optimala foderstater till korna samt avelsrådgivare för att driva ett bra avelsarbete. Under de senaste åren har en övergång skett till det nordiska systemet Norfor (Vollden, 2011) för optimering av foderstater. Inom avelsarbetet har genomisk analys och köns sorterad sperma medfört stora förändringar i förutsättningarna för arbetet.

Metanemissioner från fodersmältning

Metanemissioner från fodersmältning har beräknats med hjälp av ett beräkningsverktyg utvecklat inom EU-projektet CANTOgether (www.wageningenur.nl/en/show/cantogether.htm).

Beräkningsmodellerna i verktyget bygger på IPCC:s riktlinjer för beräkning av nationella växthusgasutsläpp, Tier 2 (IPCC, 2006). Vissa förbättringar jämfört med IPCC:s riktlinjer har gjorts för

att bättre beskriva situationen i Europa. Verktöget kan användas för beräkning av metan, lustgas och ammoniakemissioner från stallgödselhantering och gödsel som faller på bete, och även för beräkning av metan från fodersmältning. Fodersmältningsemissioner beräknas enligt Tier 2-ansatsen som beskrivs av IPCC (2006, ekv. 10.21).

Fodersmältningsemissionerna ("Enteric Fermentation"), EF (kg CH₄/djur/år), beräknas som:

$$EF = BE \cdot Y_m(\%) \cdot 365 / 55,65$$

där BE är bruttoenergiintaget (MJ/djur/dag), Y_m är en metanomvandlingsfaktor (Tabell 5), och 55,65 är energiinnehållet i metan (MJ/kg CH₄).

Tabell 5 Metanomvandlingsfaktorer för olika djurslag i mjölkproduktionen

	Y _m (% av BE)	Kommentar
Rekryteringsdjur och slaktkvigor, mjölkras	6,5 %	IPCC standardvärde (tabell 10.12). Spann ±1 %. (IPCC, 2006)
Växande mjölkstjurar och -stutar	6,5 %	Ibid
Dikor	6,5 %	Ibid
Köttrastjurar, avelsdjur	6,5 %	Ibid
Rekryteringsdjur och slaktkvigor, kötttras	6,5 %	Ibid
Växande kötttrastjurar och -stutar	6,5 %	Ibid
Dikalvar	0 %	Ingen CH ₄ från fodersmältning (IPCC, 2006)

Bruttoenergiintaget beräknades utifrån de foderstater som använts i de olika scenarierna. I foderstaterna som använts anges energiinnehållet i omsättningsbar energi (OE). De faktorer som använts för att beräkna BE presenteras i Tabell 6.

Tabell 6 Omräkningsfaktorer för bruttoenergi (BE) från omsättningsbar energi (OE) (IPCC (2006), tabell 10A.1-A.2)

Djurkategori	OE (% av BE)
Rekryteringsdjur och slaktkvigor, mjölkras	60 %
Växande mjölkstjurar och -stutar	65 %
Dikor	60 %
Köttrastjurar, avelsdjur	60 %
Rekryteringsdjur kötttras, kötttraskvigor till slakt	60 %
Växande kötttrastjurar och -stutar	65 %
Dikalvar	65 %

Resultatet från beräkningarna för djurtyperna i mjölkproduktionen i projektet återfinns i Tabell 7.

Tabell 7 Metanemissioner från fodersmältning hos mjölkkor och rekryteringskvigor (kg CH₄/djur och år)

	kg CH ₄ /djur och år
Mjölkcor referens	135
Mjölkcor högintensiv produktion	130
Mjölkcor medelintensiv produktion	120
Rekryteringskvigor referens, medel och högintensiv produktion	80,7

Referensscenario

Det vi använt som utgångsläge i olika beräkningar finns i Wallman *et al* 2010 (fodermängder för "utgångsläge").

Inkalvningsålder, livslängd

Inkalvningsålder 27 månader.

Fodermedel – råvaror, tillsatser

En sammanställning av foderbehovet i referensscenariot återfinns i Tabell 10.

Rekryteringskvigor och överskottskvigor utfodras enligt Tabell 4.

Rekrytering

Behovet av rekryteringskvigor är 38 %.

Stall och närmiljö

Korna mjölkas med mjölkkningsrobot. Energianvändningen för inhysning av mjölkcor har hämtats från Hörndahl *et al* (2012), där data för en gård med mjölkkningsrobot och utfodring med plansilo valdes (gård X i referensen). Värdena, som avser en kartläggning genomförd 2010-2012, omfattar ingen rekrytering. För att ta hänsyn till energianvändning för rekryteringskvigor görs ett påslag om 25 %, vilket är den andel som uppges för rekryteringskvigornas behov på de andra gårdarna i kartläggningen i Hörndahl *et al* (2012) (Tabell 8). I källan anges data per 1 l mjölk, vilket motsvarar ungefär 1 kg ECM.

Tabell 8 Energianvändning vid mjölkproduktion mjölkkningsrobot och utfodring med plansilo

	kWh/kg ECM mjölk	
	El	Diesel
Mjölkcor	0,097	0,033
Rekryteringskvigor	0,024	0,008

Strö

Hackad halm används som strömedel i en mängd av 1 kg/ko/dag (Agriwise, databoken, 2013) för den tidsperiod korna vistas i stallet. Under betesperioder reduceras mängden ströhalv i proportion till den tid de vistas ute (se kapitel Stallgödselhantering, Tabell 26 och Tabell 27).

Gödselhanteringssystem

Både mjölkkor och rekryteringskvigor har flytgödselsystem. Emissioner från stallgödselhantering i referensscenariot återfinns i kapitel Stallgödselhantering.

Lösningsscenario Medelintensiv produktion

Detta alternativ utgår från dagens produktionsnivå, men där enbart inhemska fodermedel använts. Korna mjölkar 9 000 kg ECM/år.

Djurmateriel och rekrytering

Även i det medelintensiva scenariot föder varje mjölkko 0,996 kalv per år som registreras in i Centrala databasregistret CDB. Dödligheten hos mjölkkalvarna antas emellertid minska med drygt 70 % i förhållande till referensscenariot (Hessle *et al*, 2014). Även överlevnaden av korna förbättras tack vare bättre skötsel, och dödligheten hos kor i det medelintensiva scenariot är 43 % av vad den är i referensscenariot (ibid).

Könssorterad sperma för rekryteringskalvar, blandad köttrasssperma för övriga i scenario 1, könssorterad köttrasssperma i scenario 2-3.

Inkalvningsålder, livslängd

Inkalvningsåldern är 24 månader.

Fodermedel – råvaror, tillsatser

Grovfoderandelen har höjts kraftigt i vissa foderstatsalternativ. Betesperioden är i alla alternativ 3 månader och under betesperioden så får korna hälften av grovfoderintaget via bete.

Beteskonsumtionen för lakterande kor beräknas till 6 kg ts/ko/dag.

Totala mängderna foder (inklusive spill och förluster från lagerutrymme till ko) utgör 10 % av ts. I foderstat a_m-d_m samt g_m-h_m så är ensilaget klöver/gräs-baserat (ens 1) medan i e_m-f_m utfodras gräsenilage med högt energiinnehåll (Ens 2). Majsensilage ingår i c_m-d_m . I foderstater där majs ingår har sockerbiprodukterna slopats. Alternativen g_m-h_m innehåller enbart fodermedel som skulle kunna vara ekologiska.

En sammanställning av foderbehovet i det medelintensiva scenariot återfinns i Tabell 11.

Foderbehovet för överskottskvigor räknas på samma sätt som för rekryteringskvigor (Tabell 4).

Rekrytering

Behovet av rekryteringskvigor är 33 %.

Stall och närmiljö

Korna mjölkas med mjölkkningsrobot (som i referensscenariot).

I lösningsscenario 3 antas att allt fossilt bränsle byts mot biobränsle, och att den totala elanvändningen minskar med 20 %.

Enligt Baky m.fl. (2010) är energibesparingspotentialen inom djurproduktion betydande. Med hjälp av effektivare teknik och bättre reglering och styrning kan energibehovet för ventilation minskas med ca 10-50 %. Dessa åtgärder är inte kostsamma och kan utföras vid ny- eller ombyggnad samt löpande underhåll. I system med mekanisk ventilation, vilket är vanligt i mjölkproduktion med lösdrift, kan regelbunden rengöring spara upp till 10 % energi för ventilationsändamål. Besparingspotentialen för

belysning ligger mellan 15 och 35 %. Värmeväxling kan ge omkring 50 % lägre energianvändning vid såväl mjölkkyllning som vid diskvattenberedning. Frekvensstyrning kan reducera elbehovet hos vakuumpumpar i robotmjölkkningsanläggningar med ca 40%. Tak över flytgödselbehållare hindrar regnvatten från att komma in, vilket leder till minskat pumpbehov. Dessutom finns goda möjligheter att byta ut olja mot biobränslen för uppvärmning (Baky m.fl., 2010).

Strö

Se referensscenariot.

Gödselhanteringssystem

Se referensscenariot.

Lösningsscenario Högintensiv produktion

Avkastningsnivån ligger på 11 000 kg ECM/ko/år.

Djurmaterial och rekrytering

Även i det högintensiva scenariet föder varje mjölkko 0,996 kalv per år som registreras in i Centrala databasregistret CDB, och likaså antas dödligheten hos både kor och kalvar minska, men något mindre än i det medelintensiva scenariot: dödligheten hos mjölkkalvarna antas minska med knappt 70 % i förhållande till referensscenariot, och dödligheten hos kor är 45 % av vad den är i referensscenariot (Hessle *et al*, 2014).

Könssorterad sperma för all seminering.

Inkalvningsålder, livslängd

Som det medelintensiva scenariot.

Fodermedel – råvaror, tillsatser

Intensivt odlad vall samt majsensilage är viktig bas i utfodringen. Agrodrank används också i något alternativ. Betet är enbart motionsbete och korna näringsförsörjer sig i huvudsak på samma foder som på vintern, förutom att majs inte utfodras under denna period.

En sammanställning av foderbehovet i det medelintensiva scenariot återfinns i Tabell 12.

Foderbehovet för överskottskvigor räknas på samma sätt som för rekryteringskvigor (Tabell 4).

Rekrytering

Behovet av rekryteringskvigor är 44 %.

Stall och närmiljö

Se referensscenariot.

Strö

Se referensscenariot.

Gödselhanteringssystem

Se referensscenariot.

Tabell 9 Näringsinnehåll i fodermedel i mjölkproduktionen (källor: se kapitel Antaganden och avgränsningar för alla mjölkscenarier, avsnitt Foder ovan)

	Betfor	HP-massa*	Majs-ens.*	Ens 1*	Ens 2*	bete	Spann-mål*	Agro-drunk	Rapsm. Expro	Raps-kaka	Ärter	Åker-böna	Mine-raler
Ts, %	91	100	100	100	100	100	87	88	87	94	85	87	100
Oms energi, MJ/kg ts	12,5	12,8	11,0	10,6	11,4	11,0	13,1	13,6	12,1	15,5	13,9	12,9	-
Råprotein g/kg ts	111	108	91	168	149	147	123	310	384	339	239	302	-
Stärkelse g/kg ts	0	0	223	-	-	-	560	0	90	87	550	420	-
NDF g/kg ts	334	445	496	546	520	480	246	270	100	311	100	160	-
Råfett g/kg ts	0	0	22	20	20	20	30	63	67	169	70	15	-
Ca g/kg ts	9,5	8,8	2,4	7,8	8	8	0,4	2,6	8	7,5	0,8	4	132
P g/kg ts	0,7	0,8	2,3	2,7	2,7	2,7	4,0	10,3	13,4	12,4	4,3	5,6	138
K, g/kg ts	18,5	3,6	10,1	21,3	22,8	24,0	5,1	18,3	15,2	13,2	11,1**	9,1	-
Aska, g/kg ts	86	86	44	74	73	74	28	50	79	66	33	60	1000

* ens 1 är ett klöver/gräs-ensilage; ens 2 ett gräsensilage; ** Taget från fodertabell för idisslare 2003

Tabell 10 Åtgång av olika fodermedel per ko och år i referensscenariot, avkastningsnivå 8 300 kg ECM. Inkluderar utfodringsförluster (10 % för allt foder).

Referens	bete ¹	referensensilage	betfor	spannmål	koncentrat	mineral
	660	3044	303	1782	1316	44

Tabell 11 Åtgång av olika fodermedel per ko och år i olika alternativ för medelintensiv mjölkproduktion, avkastningsnivå 9.000 kg ECM. Inkluderar utfodringsförluster (5 % för kraftfoder, 10 % för grovfoder).

Medelintensiv mjölkprod.	bete ¹	ensilage 1 ¹	ensilage 2 ¹	majs-ensilage ¹	bet-massa ¹	betfor	spannmål	åker-böna	ärter	rapsmjöl	rapskaka	agro-drunk	mineral
a _m	569	2961	0	0	579	0	1726	609	0	231	144	0	38
b _m	569	2944	0	0	529	0	1546	0	695	209	208	0	40
c _m	569	2983	0	529	0	0	1357	733	0	255	360	0	20
d _m	569	2983	0	529	0	0	1361	0	705	255	371	0	27
e _m	496	0	3814	0	0	353	1051	609		173	152	0	41
f _m	528	0	3749	0	0	353	1057	0	637	167	128	0	49
g _m	573	4022	0	0	0	256	1126	0	580	0	281	0	30
h _m	573	4022	0	0	0	256	1223	506		0	288	0	35

¹Ts, i övrigt kg foder

Tabell 12 Åtgång av olika fodermedel per ko och år i olika alternativ för höginintensiv mjölkproduktion. Avkastningsnivå 11.000 kg ECM. Inkluderar utfodringsförluster (2,5 för kraftfoder, 5 % för grovfoder).

Höginintensiv mjölkprod.	bete ¹	ensilage 1 ¹	ensilage 2 ¹	majs-ensilage ¹	bet-massa ¹	betfor	Spannmål	åker-böna	ärter	rapsmjöl	rapskaka	agro-drunk	mineral
a _i	208	0	3560	540	0	344	1587	540	0	340	59	0	43
b _i	208	0	3777	0	0	344	2009	0	0	333	0	598	30
c _i	208	0	3777	0	0	344	1975	434	0	328	59	0	40

¹Ts, i övrigt kg foder

Val av kombinerade lösningsscenarier för foderstater och uppfödningssystem i nötkötts- och mjölkproduktion

I förordet till nötkötts- och mjölkproduktionskapitlet beskrivs hur referens- och lösningsscenarier för dessa produktionsgrupper samordnats i inledningen av steg 2 och även motivet till denna ansats. Inför det slutliga valet av foderstater och uppfödningssystem beräknades följande kombinationer:

- Referensscenario
- Potentiellt scenario 1 *Biologisk mångfald och lokal miljöpåverkan*, medelintensiv mjölkproduktion (åtta foderstater $a_m - h_m$) + kompletterande nötproduktion
- Potentiellt scenario 1 *Biologisk mångfald och lokal miljöpåverkan*, högintensiv mjölkproduktion (tre foderstater $a_i - c_i$) + kompletterande nötproduktion
- Potentiellt scenario 2-3 *Växtnärings- och markanvändning* alternativt *Klimatpåverkan och fossila resurser*, medelintensiv mjölkproduktion (åtta foderstater $a_m - h_m$) + kompletterande nötproduktion
- Potentiellt scenario 2-3 *Växtnärings- och markanvändning* alternativt *Klimatpåverkan och fossila resurser*, högintensiv mjölkproduktion (tre foderstater $a_i - c_i$) + kompletterande nötproduktion

Med resultaten från dessa beräkningar kunde foderstater och uppfödningssystem sorteras och grupperas utifrån hur väl de "matchade" utgångsscenarierna med den metod som beskrivits i Gemensamt förord till steg 3-rapporterna om mjölk- respektive nötköttsproduktion ovan. Analysens bästa utfall sammanställs i Tabell 13.

Tabell 13 Bästa utfall för de olika mjölk- och nötproduktionsalternativen

	Utgångsscenario 1 <i>Biologisk mångfald och lokal miljöpåverkan</i>	Utgångsscenario 2 <i>Växtnärings- och markanvändning</i>	Utgångsscenario 3 <i>Klimatpåverkan och fossila resurser</i>
Klimatpåverkan			Inget uttalat bästa alternativ
Total energiförbrukning			Sc 2-3, foderstat $b_m - d_m$
Fossila bränslen			Sc 2-3, foderstat $b_m - d_m$
Markanvändning		Sc 2-3, foderstat $a_m - h_m$	Sc 2-3, foderstat $a_m - h_m$
Pesticidanvändning	Sc 1, h_m eller Sc 1, $a_i - c_i$		
Övergödning	Sc 2-3, foderstat $a_m - b_m$ Sc 2-3, foderstat a_i , c_i	Sc 2-3, foderstat $a_m - b_m$ Sc 2-3, foderstat a_i , c_i	
Försurning		Sc 2-3, foderstat $a_i - c_i$	
Biologisk mångfald	Sc 1, foderstat $a_i - c_i$		

Lösningsscenario 1 *Biologisk mångfald och lokal miljöpåverkan*

Av alternativen som fallit bäst ut fastställs **Sc 1, foderstat c_i** av följande skäl:

- Högintensiv mjölkproduktion är intressant att studera eftersom trenden i den svenska mjölkproduktionen är mer holstein med högre medelavkastning.
- Av de högintensiva mjölkfoderstaterna ingår drank i b_i . Eftersom det finns många osäkerheter kring den svenska etanolproduktionen och flera alternativa användningsområden, även nya under utveckling, som konkurrerar om proteinet i dranken är tillgången på drank i framtiden oviss.
- Foderstaten c_i har något lägre pesticidanvändning än a_i . Den huvudsakliga skillnaden är att det ingår majsensilage i a_i (kompenseras med mer gräsensilage och spannmål i c_i).

Lösningsscenario 2 *Växtnärings- och markanvändning*

Av alternativen som fallit bäst ut fastställs **Sc 2-3, a_i** av följande skäl:

- Det är något bättre än det tänkbara alternativet Sc 2-3 a_m ur såväl övergödnings- som försurningssynpunkt.
- Det är totalt sett billigare.

Lösningsscenario 3 *Klimatpåverkan och fossila bränslen*

Av alternativen som fallit bäst ut fastställs **Sc 2-3, c_m** av följande skäl:

- De tänkbara alternativen b_m och d_m innehåller arter som är mindre lämplig på lerjordarna som dominerar i Västra Götalands län, där åkerböna, som ingår i c_m trivs bättre.
- Fortfarande är detta inte något uttalat lösningsscenario 3, framför allt för att det saknas ett uttalat bättre alternativ ur klimatsynpunkt, men det kompletterar lösningsscenario 2 och bilden av möjliga förbättringar.

Sammanställning foderförbrukning nötkötts- och mjölkproduktion

Utifrån foderförbrukning och foderstater har totalt foderbehov för mjölkproduktionen och för rekryteringskvigor beräknats för referensscenariot och de tre lösningsscenarierna, vilket presenteras i Tabell 14 och Tabell 15.

Tabell 14 Total foderförbrukning för mjölkproduktionen i de fyra scenarierna (ton/år, med undantag för bete, Ens 1, Ens 2 och majsensilage som anges som ton ts/år). Kursiv stil = odlas i Västra Götalands län

	Referensscenario	Lösningsscenario 1 <i>Biologisk mångfald och lokal miljöpåverkan</i>	Lösningsscenario 2 <i>Växtnärings- och markanvändning</i>	Lösningsscenario 3 <i>Klimatpåverkan och fossila resurser</i>
<i>Bete</i>	39 221	9 594	9 594	32 298
<i>Ens 1</i>	0	0	0	169 321
<i>Ens 2</i>	180 890	174 218	164 209	0
<i>Majsensilage</i>	0	0	24 908	30 027
Betmassa	0	0	0	0
Betfor	18 006	15 867	15 867	0
<i>Spm</i>	105 895	91 099	73 202	77 026
<i>Åkerböna</i>	0	20 019	24 908	41 607
<i>Ärter</i>	0	0	0	0
<i>Expro</i>	0	15 129	15 683	14 474
<i>Rapskaka</i>	0	2 721	0	20 434
Agrodrank	0	0	0	0
Mineraler	2 615	1 845	1 983	1 135
Unik 52 proteinkraftfoder	78 203	0	0	0

Tabell 15 Total foderförbrukning för rekryteringskvigor i de fyra scenarierna (ton/år med undantag för bete och ensilage som anges som ton ts/år)

	Referensscenario	Lösningsscenario 1 <i>Biologisk mångfald och lokal miljöpåverkan</i>	Lösningsscenario 2 <i>Växtnärings- och markanvändning</i>	Lösningsscenario 3 <i>Klimatpåverkan och fossila resurser</i>
<i>Bete åker</i>	21 545	19 422	19 422	17 926
<i>Bete natur</i>	21 545	19 422	19 422	17 926
<i>Ensilage</i>	68 844	62 062	62 062	57 279
<i>Spm vete</i>	3 219	2 902	2 902	2 679
<i>Spm korn</i>	3 219	2 902	2 902	2 679
Koncentrat	1 932	1 741	1 741	1 607
Mineraler	619	558	558	515

Sammanställning metan från fodersmältning

Emissionerna av metan från fodersmältning har beräknats utifrån djurantal och metanemissioner per djur och år enligt Tabell 7 har total energianvändning beräknats för referensscenariot och de tre lösningsscenarierna (Tabell 16).

Tabell 16 Emissioner av metan från fodersmältning (ton/år)

	Referens	Sc 1	Sc 2	Sc 3
Mjölkkor	8 008	5 978	5 978	6 835
Rekryteringskvigor	5 056	3 601	3 601	3 323

Sammanställning strömedelsförbrukning

Utifrån djurantal och specifik strömedelsförbrukning har totalt strömedelsbehov (halm) beräknats för de scenarierna (Tabell 17).

Tabell 17 Halmförbrukning i de fyra scenarierna (ton/år)

	Ref	Sc 1	Sc 2	Sc 3
Halm	30 187	24 026	24 026	26 491

Sammanställning energianvändning stallar

Utifrån djurantal, specifik energianvändning och, i scenario 3, energieffektivisering har totalt energianvändning beräknats för referensscenariot och de tre lösningsscenarierna (Tabell 18).

Tabell 18 Energianvändning i de fyra scenarierna (MWh/år)

Energislag	Energianvändning mjölkproduktion (MWh/år)			
	Referens	Sc 1	Sc 2	Sc 3
Elektricitet	59 804	61 521	61 521	52 031
Diesel	20 346	20 930	20 930	21 073

Sammanställning kadaver

Utifrån data på dödlighet enligt ovan och specifika kadavervikter (se Tabell 19) erhålls totala kadavermängder i scenarierna enligt Tabell 19.

Tabell 19 Kadavermängder i de fyra scenarierna (ton/år)

	Mängd kadaver i djurhållningen (ton/år)			
	Referens	Sc 1	Sc 2	Sc 3
Kalv 0-1 månad (40 kg)	223	62	62	51
Mjölkkö (600 kg)	2 353	1 080	1 080	648
Totalt	2 577	1 143	1 143	700

Stallgödselhantering

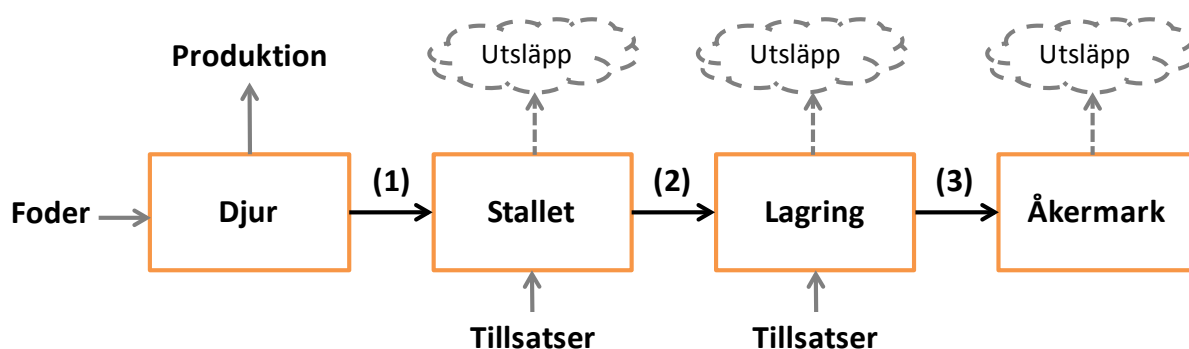
Syftet med detta kapitel är att

- kvantifiera mängden N, P och K som finns i stallgödsel för växtodling (ex-lager) referensscenario och lösningsscenario 1, 2 och 3 för mjölk-, nöt-, gris- och kycklingproduktion.
- beräkna mängden förlorat kväve i form av ammoniak från stall och från lager av stallgödsel.
- föreslå lämplig spridningsteknik för stallgödsel inklusive beräkning av förlorat kväve i form av ammoniak vid spridning.
- kvantifiera mängden stallgödsel som produceras i alla scenarier och produktionsled.
- föreslå rimliga processtekniker som kan förbättra utnyttjandet av stallgödsel och kvantifiera hur det skulle påverka stallgödselhanteringen.

Introduktion

All stallgödsel som produceras vid mjölk-, nötkött-, gris- och kycklingproduktion ska användas inom växtodling för produktion av foder och eventuellt brödsparnmål.

Stallgödsel består av träck, urin, foderrester, strömaterial, och vatten. Såväl djurslag som hanteringssystem har stor påverkan på gödselmängd och gödselkvalitet (Figur 1). Stallgödsel kan finnas i både fast och flytande form.



Figur 1 Stallgödselhanteringskedjan. (1) ex-djur består av träck och urin, (2) ex-stall, (3) ex-lager. Utsläpp är huvudsakligen ammoniakavgång. Tillsatser kan bestå av strömaterial, vatten eller foderrester. Gödselprocessning kan tillkomma efter stallet eller lagring beroende på scenariot.

Djur: Den mängd träck och urin som produceras är beroende av djurens genetiska kapacitet men påverkas starkt av foderstat och produktionsnivå (Figur 1).

Stallet: I stallet blandas strömaterial och vatten med gödseln från djuren. Här förekommer också förluster som delvis är beroende av inhysnings- och utgödslingssystem. Förluster av växtnäring från gödsel i stallet sker i form av ammoniakavgång och det är därför bara kväve som påverkas.

Lagring: Under lagringen kan ytterligare tillsatser förekomma som till exempel strö, för att bilda ett svämtäcke, och vatten, om tak på gödsellagret saknas, samt möjligtvis kasserat foder. Organiskt material kan brytas ner och påverka stallgödselns kvalitet. Hur stora förluster av växtnäring som uppstår är beroende av vilket lagringssystem som används. Förlusterna sker till största del i form av ammoniakavgång från gödselns yta, och det är därför bara kväve som påverkas. Fosfor och kalium

kan förloras om det blir spill eller läckage från lagringsbehållaren eller om fastgödsel i form av stukor lagras på fält.

Åkermark: När, hur och var stallgödsel sprids på åkermark har stor betydelse för hur mycket växtnäring som kommer att finnas tillgänglig för växtodling och hur mycket som förloras till miljön. Meteorologiska faktorer som påverkar ammoniakavgång vid spridning är temperatur, vind och markfuktighet. Spridning av stallgödsel bör ske under förhållanden som minimerar ammoniakavdunstning från gödselns yta. Förluster av växtnäring under spridning av stallgödsel sker till största del i form av ammoniakavgång. Förluster av fosfor och kalium blir aktuell vid spridning av för stora mängder eller på grund av ytavrinning vid riklig nederbörd.

Stallgödsel innehåller bland annat kväve, fosfor, kalium och andra växtnäringsämnen. Kväve i stallgödsel finns delvis som organiskt kväve och delvis som ammoniumkväve. Organiskt kväve måste först brytas ned av mikrober i marken innan det blir tillgängligt för växterna. Denna nedbrytningsprocess kan ta allt från några veckor till några år. Ammoniumkväve är jämförbart med mineralkväve som finns i handelsgödselmedel. Ammoniumkväve som finns i stallgödsel är i kemisk jämvikt med ammoniak enligt nedanstående jämviktsekvation:



Jämvikten är beroende av pH och temperatur. Ammonium är relativt stabilt medan ammoniak är en gas som lätt kan avdunsta. Ammoniakavgång från stallgödsel via avdunstning kan i princip ske från alla exponerade ytor under rätta förhållanden. En bra stallgödselhantering är därför viktig för att minska kväveförlusterna. Mängden fosfor och kalium påverkas normalt inte av hantering från stall till åkermark, medan koncentrationerna kan ändras beroende på antingen utspädning eller nedbrytning av organiska substanser under lagring.

Koncentrationen av växtnäringsämnen i stallgödsel är väsentlig att beakta eftersom ekonomin kring användning av stallgödsel är starkt påverkad av den stora mängd vatten som ska hanteras.

Avgränsningar för alla gödselhanteringsscenarier

Vi antar att förluster av växtnäringsämnen från stallgödsel under hanteringskedjan sker främst i form av ammoniak. Även om kväveförluster från stallgödsel i form av lustgas kan ha en betydande klimatpåverkan, anser vi att andelen kväve som förloras som lustgas är försumbar och inte påverkar den mängd kväve som används som växtnäring. Förluster av fosfor från stallgödsel genom ytavrinning efter spridning på åkermark räknar vi inte heller med.

Gödselhantering och lösningsscenarier

Gödselhanteringsteknik anpassas inom de olika djurhållningssystemen för att passa som lösningsscenario, medan vissa åtgärder är samma för varje djurslag.

Stall

Gödseln hanteras huvudsakligen som flytgödsel. I kycklingproduktionen och i vissa delar av nötköttproduktionen sker dock hanteringen i form av fastgödsel. Alternativa tekniska lösningar som påverkar gödselns egenskaper i stallet anpassas till varje djurhållningssystem och lösningsscenario.

Lager

Flytgödsel lagras i betongbehållare och fyllningen sker under ytan i alla lösningsscenarier, vilket sänker kväveförlusterna. Lagringsbehållaren är 3 m djup i referensscenariot och 4 m djup i alla lösningsscenarier. Det påverkar både ammoniakavgång och regntillskott om den inte är täckt med tak. Påverkan på ammoniakavgång har vi inte underlag för att kunna beräkna, men däremot är tillskottet orsakat av nederbörd inräknat.

För varje scenario beräknades mängden regnvatten per djur och baserat på en standardbehållare med volymen 3000 m³ och ett djup på 3 meter för referens respektive 4 meter för lösningsscenarierna. Behållarens ytarea påverkade hur mycket regnvatten som tillkom och sedan mängden regnvatten per djur enligt:

$$\text{Regn}_{\text{tillsats}} = ((\text{Volym} / \text{djup}) * \text{Regn}) / \text{Djur}_{\text{antal}} \quad \text{Ekv. 1}$$

där Regn är lika med 300 mm år⁻¹ (nederbörd minus avdunstning) och $\text{Djur}_{\text{antal}}$ beräknas som Volym dividerat med gödselproduktion Ex-stall per djur.

Att täcka lagret minskar luftväxlingen över gödselytan och därmed minskas ammoniak- och metanavgången. Täckningsteknik skiljer sig mellan lösningsscenarierna. I referensscenariot och lösningsscenario 1 utgörs täckningen av ett svämtäcke, medan lagret i lösningsscenario 2 täcks med ett tak av plastduk. Lösningsscenario 3 har ingen täckning men all flytgödsel och rötresterna är surgjorda ner till pH 5,5 där ammoniakavgången upphör (se Gödselbehandling/-processning nedan för detaljer). Tabell 20 visar korrektionsfaktorer för beräkningen av ammoniakavgång när specifik lagringsteknik används.

Fastgödsel lagras på en betongplatta med uppsamling av lakvatten. Fastgödselplattan är täckt med tak i lösningsscenario 2 för att minska ammoniakavgången.

Tabell 20 Korrektionsfaktorer för minskning av ammoniakavgång från flytgödsellager vid tillämpning av olika lagringsteknik.

	Stall
Svämtäcke	0,5
Tak, typ plastduk	0,87
Försurning till pH 5,5*	0,8

Källa (SJV, STANK) och * Lindgaard Jensen (2011)

Lustgasemissioner under lagring och spridning av gödsel beräknas enligt IPCC:s metoder (IPCC, 2006). Faktorer för direkt och indirekta emissioner från stallgödsel finns i Tabell 21.

Tabell 21 Direkt och indirekt emissionsfaktorer för lustgas från stallgödsel. Direkt beräknas som % av total N i gödseln, och indirekt beräknas som % av NH₃-emissioner.

	Lagring	Spridning
Flytgödsel med svämtäcke	0,5 %	
Flytgödsel utan svämtäcke	0 %	
Djupströgödsel	1 %	
Fastgödsel fjäderfä	0,1 %	
Gödselspridning		1 %
Gödsel på bete		2 %
Indirekt från NH ₃ emissioner	1 %	1 %

Källa (IPCC, 2006)

För beräkningar av emissioner av metan från stallgödselhantering har bland annat ett beräkningsverktyg utvecklat inom EU-projektet CANTogether använts (www.wageningenur.nl/en/show/canttogether.htm). Beräkningsmodellerna i verktyget bygger på IPPC's riktlinjer för beräkning av nationella växthusgasutsläpp, Tier 2 (IPPC, 2006). Vissa förbättringar jämfört med IPPC's riktlinjer har gjorts för att bättre beskriva situationen i Europa¹.

De indata från produktionssystembeskrivningarna som används för beräkningar av metan från stallgödselhanteringen i mjölkproduktionen är:

- Antal djur av olika kategorier (mjölkkor, kvigor)
- Strömedelsanvändning (typ och mängd)
- Nettoenergiintag per djur och dag för olika djurkategorier
- Typ av gödsel (flyt, fast)
- Lagringstid för gödsel
- Medeltemperatur
- Eventuell täckning av gödsellager (svämtäcke)

Med "antal djur" avses årsdjur.

Baserat på ovanstående indata beräknas mängden metan på följande sätt (IPPC, 2006):

$$\text{Metanemissioner (kg)} = \text{kg VS} * \text{Bo} * \text{MCF} * 0,67$$

där VS (smältbar substans) beräknas som:

¹ Verktöget kan också användas för beräkning av metan, lustgas och ammoniakemissioner från fodermältning och gödsel som faller på bete.

$$VS \text{ (kg)} = BE * (1 - ASH\%) / 18,45 * (1 - DE\% + UE\%)$$

Bo = Teoretisk metanproduktionskapacitet

MCF = Faktisk metanproduktion (beror av temperatur och gödselsystem)

BE = Bruttoenergiintag

ASH = Askhalt i foder

DE = Smältbarhet foder

UE= Urinenergi

Metanavgången vid täckning av nötflytgödsellager med plastduk i scenario 2 antas motsvara svämtäcke.

Emissionsfaktorer för de olika djurkategorierna som beräknas på detta sätt återfinns i Tabell 22.

Tabell 22 Emissionsfaktorer för metan från lagring av stallgödsel och från bete (kg CH₄ år⁻¹ och djur⁻¹)

	Referens-scenario	Lösningsscenario 1	Lösningsscenario 2	Lösningsscenario 3 *
Mjölkkor	28,5	28,0	28,0	43,1
Kvigor	11,4	11,4	11,4	18,9

*Exkl effekten av surgörning som beskrivs i avsnitt Gödselbehandling/-processning nedan.

Spridning

Flytgödseln bandsprids med gödseltunna och släpslangsteknik. Mängden gödsel som ska spridas bestäms av näringsinnehåll i gödseln och växternas behov. I praktiken är det fosfor som begränsar mängden gödsel som får spridas (max 22 kg P ha⁻¹ år⁻¹ i snitt över 5 år), men det är aldrig tillåtet att sprida mer än 170 kg kväve ha⁻¹ år⁻¹. I referensscenariot förrådsgödslar man med fosfor vid behov, så länge inte mer än 110 kg P ha⁻¹ sprids över en 5-årsperiod. I lösningsscenario 1 och 3 är spridningen begränsad till max 22 kg P ha⁻¹ år⁻¹). I lösningsscenario 2 sprids inte mer fosfor än vad växterna behöver det året.

Spridning av flytgödsel med släpslangsteknik begränsar givorna till mellan 10 och 30 ton ha⁻¹ för att kunna säkerställa bra spridningsprecision. Spridning av fastgödsel bör uppgå till minst 10 ton ha⁻¹ för att uppnå bra spridningsjämnhet och precision med dagens spridningsteknik (Rodhe, pers. meddelande), men med den givan av kycklinggödsel kommer man långt över den maximalt tillåtna givan 170 kg N ha⁻¹ år⁻¹. Därför måste vi acceptera en viss osäkerhet i spridningen av kycklinggödsel.

Flytgödselspridning på hösten är tillåten i referensscenariot, men i lösningsscenarierna försöker vi begränsa spridningen av gödsel på hösten och sprider istället på våren eller i växande gröda.

Nedbrukning av gödsel efter spridning minskar ammoniakavgången. I referensscenariot antar vi att när man inte sprider i växande gröda, sker nedbrukning mellan 4 och 24 timmar efter spridning. I alla lösningsscenarier antar vi att nedbrukningen sker omgående efter spridning.

Tabell 23 och Tabell 24 visar faktorer för beräkningen av ammoniakavgång beroende på gödseltyp, gröda och spridningstid.

Tabell 23 Andel ammoniakavgång i procent av gödsels innehåll av ammoniumkväve innan spridning av flytgödsel. Nedbrukning sker efter 4-24 timmar för referensscenariot och omgående för alla lösningsscenarier. Källa för grundvärdena (Karlsson och Rodhe, 2002), minskningen på grund av försurning (Nyord, 2011).

	Förluster i % av ammoniumkväve							
	Referens-scenario		Lösnings-scenario 1		Lösnings-scenario 2*		Lösnings-scenario 3*	
Årstid	Stråsäd	Vall	Stråsäd	Vall	Stråsäd	Vall	Stråsäd	Vall
Vårspridning	20	30	10	30	3	9	3	9
Försommar / sommar	7	50	7	50	2	15	2	15
Tidig höst	15	40	3	4	1	12	1	12

*surgjord gödsel

Tabell 24 Andel ammoniakavgång i procent av gödsels innehåll av ammoniumkväve innan spridning av fastgödsel. Nedbrukning sker efter 4-24 timmar för referensscenariot och omgående för alla lösningsscenarier. Källa: Karlsson och Rodhe, 2002.

	Förluster i % av ammoniumkväve			
Årstid	Referens-scenariot	Lösnings-scenario 1	Lösnings-scenario 2	Lösnings-scenario 3
Vårspridning	50	15	15	15
Tidig höst	50	20	20	20

*surgjord gödsel

Gödselbehandling/-processning

Behandling av stallgödsel med syra för att sänka pH till en nivå där ammoniakavgången upphör är en teknik som används i stor utsträckning i Danmark, och skulle kunna vara lämpligt att använda även i Sverige (Sindhøj, pers. meddelande). SyreN-tekniken (www.biocover.dk) kopplas direkt på gödseltunnan och svavelsyra blandas med flytgödsel under spridningsmomentet.

Ammoniakavgången vid spridning av surgjord gödsel beräknas i genomsnitt vara 70 % lägre än för obehandlad gödsel (Nyord, 2011; 2011b).

I Danmark finns också teknik för surgörning av gödsel i stallet och lagret (till exempel InFarm, www.infram.dk). Fördelen med detta system är att man minskar ammoniakavgången i lagret och under spridningen. Dessutom kan surgörning minska metanutsläpp under lagring, något som kan ha stor klimatpåverkan speciellt vid lagring av rötad gödsel (Petersen m.fl., 2012). Metanbildningen hos surgjord gödsel under lagringstiden minskade med 67-87 % enligt Petersen m. fl. (2012). Vi antar att minskningen är 75 %. De danska systemen är tyvärr inte bra anpassade till svenska stall- och lagringssystem (Sindhøj m.fl., ej publicerad), men vi räknar ändå med att denna teknik relativt enkelt kan anpassas till svenska förhållanden.

Även om det alltså råder betydande osäkerheter såväl kring minskningen av ammoniak- och metanavgång som kring teknik och ekonomi tillämpar vi surgörning av gödsel (och rötrest – se nedan) i några av lösningsscenarierna, eftersom tekniken har potential på något längre sikt. Syrabehandling av flytgödsel under spridning är en behandlingsteknik som tillämpas i lösningsscenario 2. Surgörning av flytgödsel kostar 10,1 kr per ton, inklusive 2 liter svavelsyra, om man köpt in tjänsten från en entreprenör i samband med spridningen (Sindhøj m.fl., ej publicerat). I lösningsscenario 3 behandlas all flytgödsel med syra redan innan lagring för att minska både ammoniakavgång och metanutsläpp. Vi räknar med att kostnaden är dubbelt så hög som för syrabehandling under spridning eftersom lantbrukaren måste investera i tekniken istället för att bara köpa tjänsten av en entreprenör. Det betyder att kostnaden är 14,8 kr per ton flytgödsel.

Gödsel kan användas för produktion av biogas och bryts då ner under syrefria förhållanden i en rötkammare samtidigt som en rötrest bildas. Rötning påverkar mängden gödsel eftersom en del kol omvandlas till metan och koldioxid vilket motsvarar att gödselvikten minskar med 1,1 kg per m³ biogas som produceras (Edström, pers. meddelande). Under röttningsprocessen omvandlas en del organiskt kväve till ammoniumkväve och därmed ökar andel ammoniumkväve jämfört med totalkväve (Edström, pers. meddelande).

I lösningsscenario 3 ska gödseln rötas till biogas. På grund av tekniska och ekonomiska begränsningar är det svårt att röta gödsel på gårdar med mindre än 100 djurenheter (Luostarinen, 2013). Därför begränsar vi rötningen till gårdar som har fler än 100 djurenheter. Rötningen sker med totalomblandad process, och när det är möjligt samrötas fastgödsel med flytgödsel.

Fastgödsel som genereras på gårdar av lämplig storlek ska samrötas med flytgödsel. Kycklinggödsel ska samrötas med nötflytgödsel från mjölkgårdar som finns i slättbygden. Avståndet mellan kycklinggården antas vara 30 km till mjölkgården på slätten och 60 km till mjölkgården i mellanbygden. Fastgödsel från nötköttproduktion ska samrötas med flytgödsel från nötkött eftersom det förekommer mest i mellanbygden. Avståndet mellan dessa gårdar antas vara 50 km. Blandningen av fast- och flytgödsel för samrötning sker i proportioner som ger optimal metanproduktion enligt Edström m.fl., 2013. Vi räknar med att andelen ammoniumkväve i snitt ökar med 20 % för samtliga gödselslag och blandningar (Olsson, 2014, opublicerade data).

I lösningsscenario 3 behandlas även rötresterna med syra redan innan lagring för att minska både ammoniakavgång och metanutsläpp, och vi antar att metanbildning minskar med 75 % även för rötresten. Det åtgår åtminstone 5 liter svavelsyra per ton för att uppnå önskad pH när rötad gödsel ska surgöras. Även här räknar vi med att kostnaden är dubbelt så hög som för syrabehandling under spridning, vilket betyder att kostnaden är 22,9 kr per ton för rötad gödsel.

Material och metod

För varje scenario kommer mängden NPK som finns i stallgödseln att räknas ut enligt följande princip för varje djurslag (se Figur 1):

$$\text{NPK}_{\text{ex-djur}} = \text{NPK}_{\text{foder}} - \text{NPK}_{\text{kött/mjölk}} + \text{NPK}_{\text{strö}} \quad \text{Ekv. 2}$$

där $\text{NPK}_{\text{foder}}$ står för mängden NPK som finns i fodret för ett djur under en produktionsperiod, $\text{NPK}_{\text{kött/mjölk}}$ står för mängden NPK som finns i köttet eller mjölken och $\text{NPK}_{\text{strö}}$ står för mängden NPK som finns i strömedel.

$$\text{NPK}_{\text{ex-stall}} = \text{NPK}_{\text{ex-djur}} - \text{N}_{\text{stall-förluster}} \quad \text{Ekv. 3}$$

Där $\text{N}_{\text{stall-förluster}}$ står för ammoniakförluster i stall. Vi antar att inga ytterligare tillsatser tillförs i stallet som innehåller växtnäring.

$$\text{NPK}_{\text{ex-lager}} = \text{NPK}_{\text{ex-stall}} - \text{N}_{\text{lager-förluster}} \quad \text{Ekv. 4}$$

$\text{N}_{\text{lager-förluster}}$ beror på lagringssystem samt om det är fast- eller flytgödselhantering.

$$\text{NPK}_{\text{ex-spridning}} = \text{NPK}_{\text{ex-lager}} - \text{N}_{\text{spridnings-förluster}} \quad \text{Ekv. 5}$$

$\text{N}_{\text{spridning-förluster}}$ beror på spridningssystem, spridningstiden, grödan, samt om det är fast- eller flytgödselhantering och eventuell nedbrukningstid.

Mängd gödsel i ton som produceras från varje djurslag är beräknad efter normaltal (SJV, 2013a) för en viss produktionsintensitet om ingen annan metod beskrivs.

Stallgödsel i mjölkproduktionen

Mängd gödsel och näringsämnen

Producerad mängd kväve (N), fosfor (P) och kalium (K) i färsk träck och urin har beräknats som skillnaden mellan vad korna tar upp via fodret och vad som allokeras till mjölkproduktion, tillväxt och dräktighet. Som ingångsdata för varje scenario och individtyp användes de förutsättningar som levererats av husdjursgruppen vad gäller produktionsnivå, foderstater, betesperiodens längd m.m.

Beräkningen av gödseln innehåll av respektive näringsämne ex-djur, ex-stall och ex-lager har gjorts enligt Ekv. 1-4.

I grundläget har beräkningarna gjorts per ko och år. Därefter har ett påslag gjorts för rekryteringsdjur, där rekryteringsprocenten är olika för olika scenarier. Gödselberäkningarna för rekryteringsdjuren har gjorts enligt samma princip som för mjölkkorna. Påslag har också gjorts för kalvarna som går till slakt för köttproduktion. Vid 2,5 månaders ålder transporteras dessa kalvar till en annan gård för uppfödning, men gödseln som produceras under de första 2,5 månaderna blandas in med övriga gödseln från mjölkgården.

De värden på näringsinnehåll i de olika produkter som har använts i beräkningarna finns redovisade i Tabell 25. En viss andel av de via fodret tillförda näringsämnena använder mjölkkorna för sin egen och fostrets tillväxt, nämligen 1 % av kvävet, 2 % av fosfor och 0,1 % av kaliumet (Damgaard Poulsen och Friis Kristensen, 1998). För rekryteringsdjuren har vi istället utgått från viktökningen från kalv fram till första kalvning och använt värden på näringsinnehåll i den levande vikten. Vikten på kalven har satts till 40 kg och inkalvningsvikten för kvigan till 580 kg (Tabell 26). För kalvarna som går till slakt har vi räknat med en viktökning från 40 kg vid födseln till 60-80 kg vid 2,5 månader beroende på djurkategori som leverats av husdjursgruppen.

Tabell 25 Innehåll av näringsämnen i mjölk, levande vikt hos nötkreatur samt strö, %.

	Kväve	Fosfor	Kalium
Mjölk*	0,53	0,1	0,16
Levande vikt*	2,5	0,74	0,17
Strö, spannmålshalm*	0,82	0,12	1,18

*Steineck m.fl., 2000

All gödsel som produceras i stallen förutsätts hanteras som flytgödsel, även det som kommer från rekryteringsdjur och kalvarna som går till slakt. Den andel av gödsel och urin som djuren deponerar på bete är inte tillgänglig för spridning i växtodlingen och har därför borträknats. Vi har då antagit att mjölkarna i det intensiva systemet vistas ute 8 timmar/dygn under betesperioden (3 månader; motionsbete). I det medelintensiva systemet och i referenssystemet vistas korna ute mellan två mjölkningar; dvs. 10 timmar/dygn (Tabell 27). Deponeringen av gödsel och urin i stall respektive på bete antas vara direkt proportionell mot vistelsetiden. Rekryteringsdjuren är på bete dygnet runt under fem månader per år. Kalvarna befinner sig i stallen de första 2,5 månaderna.

Tabell 26 Betesperiod, strö mängd, födelsevikt som kalv, inkalvningsvikt och ålder för rekryteringskvigor samt rekryteringsandel per mjölkko och år.

Scenario	Tid på bete		Strö kg år ⁻¹	Kalv kg	Inkalvning		Rekrytering %
	mån	tim dag ⁻¹			kg	Mån	
Referensscenario	5	24	212	40	580	27	38
Lösningsscenario 1	5	24	212	40	580	24	44
Lösningsscenario 2	5	24	212	40	580	24	44
Lösningsscenario 3	5	24	212	40	580	24	33

Användningen av ströhalm har för mjölkarna och rekryteringskvigor satts till 1 kg per ko och dygn för den tidsperiod korna vistas i stallen. Under betesperioder reduceras mängden ströhalm i proportion till den tid de vistas ute enligt Tabell 26 och Tabell 27. Mängd producerad gödsel från mjölk, rekryteringsdjur och kalvar baseras på normtal från Jordbruksverket (STANK). Dessa värden inkluderar träck och urin, strö, omsättningsförluster, rengöringsvatten och vattenspill (Tabell 27). För mjölk är gödselmängden beroende av avkastningsnivå, där de av SJV angivna tabellvärdena har inter-/extrapolerats för att motsvara de avkastningsnivåer vi använder i våra scenarier. Till detta har gödselmängden för rekryteringsdjur adderats genom att multiplicera medelvärde för kvigor under respektive över ett års ålder med rekryteringsprocenten. Mängderna för både mjölk och rekryteringsdjur har sedan reducerats i förhållande till den tid de vistas på bete.

Tabell 27 Mjölproduktion, betesperiod, strö mängd, gödselpåslag från rekryteringen och årliga gödselmängder per ko Ex-stall, inklusive rekrytering och diskvatten.

Scenario	kg ECM	Tid på bete		Strö	*Påslag kalvar till slakt	*Påslag rekrytering	Gödsel
	mjolk år ⁻¹	mån	tim dag ⁻¹	kg år ⁻¹	m ³ år ⁻¹	m ³ år ⁻¹	m ³ år ⁻¹
Referensscenario	8 300	3	10	335	0,14	1,5	24,5
Lösningsscenario 1	11 000	3	8	342	0,16	1,5	26,8
Lösningsscenario 2	11 000	3	8	342	0,16	1,5	24,4
Lösningsscenario 3	9 000	3	10	335	0,20	1,1	22,3

*Beräknat enligt beskrivning ovan och respektive rekryteringsgrad

Gödselhantering och lösningsscenarier

Stall

Samma stallsystem används i samtliga lösningsscenarier och som referensscenario, dvs. varm lösdrift med flytgödselhantering, vilket är vanligast i Sverige idag. Systemet beskrivs i avsnittet Primärproduktion Mjolk. Frekvent utgödsling är en viktig parameter för att minska kväveförluster i stall, liksom att undvika hög stalltemperatur. Utöver det finns ingen specifik teknik för att minska ammoniakavgång från stall. Faktorerna för beräkning av ammoniakförluster från stallen anses därför vara lika i alla scenarier (Tabell 28).

Tabell 28 Kväveförluster via ammoniakavgång från stall och lager i referens och scenariolösningar i procent av gödselns totalkväveinnehåll.

	Förluster i % av totalkväve	
	Stall*	Lager
Referensscenario	7 %	3 %
Lösningsscenario 1	7 %	3 %
Lösningsscenario 2	7 %	1 %
Lösningsscenario 3	7 %	1 %

Manuell mjölkning och robotmjölkning genererar olika mängder spol- och diskvatten, men vi ansåg inte att man i ett specifikt lösningsscenario skulle föredra varken det ena eller andra systemet. Normalt leder man diskvattnet till gödselbrunnen, och så görs även i referensscenario och i lösningsscenario 1. Diskvattenmängden beräknas uppgå till 200 liter per ko och månad (SJV, 2013a). I lösningsscenario 2 och 3 återanvänder man diskvattnet som spolningsvatten och i dessa fall minskar man utspädning av gödsel med diskvattnet (Tabell 29). Det gör man för att öka växtnäringsskoncentrationen i gödseln i lösningsscenario 2 samt för att minska mängden som ska transporteras och spridas i lösningsscenario 3.

Lager

Mängden tillkommande regnvatten i gödseln varierar beroende på gödselbehållarens djup och på att scenario 2 har ett tak av plastduk som exkluderar allt regn. Mängden regnvatten per ko har beräknats enligt Ekv. 5 (Tabell 29).

Tabell 29 Vattentillsatser till gödsel från disk- och regnvatten räknat per ko och år. Diskvatten ingår i Ex-stall gödselmängd per ko i Tabell 27, men inte regnvatten.

	Diskvatten	Regnvatten
Referensscenario	2,4	2,5
Lösningsscenario 1	2,4	2,0
Lösningsscenario 2	0	0*
Lösningsscenario 3	0	1,9

*Lagret är täckt med tak

Kväveförlusterna från lagring av nötflytgödsel anses vara 7 % av gödselns kväveinnehåll före lagring (Karlsson och Rodhe, 2012)(Tabell 28). Därefter reduceras förlusterna, dels pga att fyllningen sker under ytan/täckningen, dels pga lagringstekniken i respektive lösningsscenario.

Lagringstekniken i lösningsscenarierna skiljer sig genom täckningsmetoden (Tabell 30). Vid lagring av nötflytgödsel bildas vanligtvis ett naturligt svämtäcke som minskar kväveförlusterna med 50 % (SJV, STANK). Denna täckningsteknik används i referensscenariot och i lösningsscenario 1. I lösningsscenario 2 och 3 täcks lagren med tak, vilket minskar kväveförlusterna med 87 % (SJV, STANK).

Tabell 30 Kväveförluster (ton N år^{-1}) från ammoniakavgång i stall, lager och under spridning samt från bete.

	Stall	Lager	Spridning	Bete	Total
Referensscenario	544	233	1 950	102	2 829
Lösningsscenario 1	399	171	1 430	66	2 066
Lösningsscenario 2	403	45	280	66	792
Lösningsscenario 3*	555	62	327	103	1 047

*Avser rötad gödsel, inkl kycklinggödsel

Samma faktor för direkta lustgasemissioner används för referensscenariot och lösningsscenario 1 och 2. Vi antar att gödseln i lösningsscenario 3 som rötas och syrabehandlas inte kommer att bilda ett svämtäcke, varför vi använder den lägre faktorn för lustgasemissioner (Tabell 21). Lustgasemissioner från gödsel som faller på bete beräknades utifrån på betestiden för mjölkkoorna och rekryteringsdjur (Tabell 31). Indirekta emissioner från bete beräknades inte eftersom vi inte beräknade ammoniakavgång från gödseln som hamnade på betesmarken.

Tabell 31 Lustgasemissioner (ton N år^{-1}) under lagringstiden inklusive indirekta emissioner, och från betestiden direkta och indirekta emissioner).

	Lagring	Bete	Spridning	Total
Referensscenario	50,5	24,3	84,5	156,8
Lösningsscenario 1	36,9	16,7	63,4	115,3
Lösningsscenario 2	36,0	16,9	54,5	105,5
Lösningsscenario 3	17,3	24,3	74,1	114,6

Emissioner av metan från lagring av stallgödsel och rötrest och från bete (Tabell 32) baseras på emissionsfaktorerna i Tabell 22 och djurantal. I scenario 2 täcks gödsellagret med ett plasttäckte vilket torde leda till en minskning av metanavgången, men i brist på samstämmiga uppgifter i litteraturen antas metanavgången som för svämtäckte. I scenario 3 leder surgörningen till att metanbildningen minskar med 75 % (se Gödselbehandling/-processning nedan).

Tabell 32 Emissioner av metan från lagring av stallgödsel och från bete

	CH₄(ton/år)
Referensscenario	2 410
Lösningsscenario 1	1 801
Lösningsscenario 2	1 801
Lösningsscenario 3	806

Spridning

I alla lösningsscenarier bandsprids flytgödseln med släpplangsteknik. Myllning är en effektiv teknik för att minska ammoniakavgång, men den är inte lämplig på vall eftersom mekaniska skador på växter och rötter motverkar den positiva påverkan. Behandling av stallgödsel med syra för att sänka pH till en nivå där ammoniakavgången upphör används vid spridning av flytgödsel från mjölkbesättningar i lösningsscenario 2. Flytgödseln och rötresterna i lösningsscenario 3 blev surgjorda i lagret, och därför behövdes ingen extra teknik för spridning. I första hand sprids flytgödseln och rötresterna i lösningsscenario 3 i mjölkväxtföljden och därefter i kycklingväxtföljden eftersom kycklinggödsel samrötas med mjölkgödsel. (Rötresten från samrötningen hygieniseras så att även den får spridas även i vall till foder.)

Gödselbehandling/processning

I lösningsscenario 2 behandlas all flytgödsel med svavelsyra innan spridning enligt tidigare beskrivningar. I lösningsscenario 3 behandlas all flytgödsel eller rötade flytgödsel med svavelsyra innan lagring enligt tidigare beskrivningar. Förbrukningen av svavelsyra återfinns i Tabell 33.

Tabell 33 Förbrukningen av svavelsyra (m³)

	Svavelsyra (95 %-ig)(m³)
Lösningsscenario 2	2 254
Lösningsscenario 3	6 734

Vi räknar med att gårdar som har minst 75 mjölkkor kommer upp till över 100 djurenheter inklusive rekryteringsdjur, vilket gör det lämpligt att röta gödseln till biogas. Enligt statistik i Västra Götalands län för år 2012 finns 57 % av alla kor i besättningar med mer än 75 mjölkkor (Jordbruksstatistisk databas, SJV). Det betyder att 57 % av gödseln som producerats under lösningsscenario 3 ska rötas (Tabell 34).

Tabell 34 Mängd gödsel tillgängligt för rötning för biogas i lösningsscenario 3.

	Ton	Andel
Nötflytgödsel (mjölk)	725 018	57 %
Kyckling	9 346	100 %

För att öka biogasproduktionen blandades kycklinggödsel in i den nötflytgödsel som kommer från mjölkgårdar. Blandningen får inte ha för högt innehåll av ammoniumkväve eftersom det hämmar röttningsprocessen, så vi anpassar andelen kycklinggödsel för att hålla ingående ammoniumhalt under 3,8 kg/ton (Edström *et al*, 2013). 331 385 ton av den tillgängliga nötflytgödseln från mjölkbesättningar för rötning blandades med kycklinggödsel för samrötning (Tabell 35).

Tabell 35 Mängd gödsel som rötas för biogas i lösningsscenario 3.

Blandningar	Innan rötning (ton)	Rötad gödsel (ton)	Miljon Nm ³ CH ₄
Nötflytgödsel (mjölk)	391 378	380 663	6,09
Mjölk/kyckling	342 695	331 002	6,64
SUMMA	734 073	711 666	12,73

Potentialen för metanproduktion är 14,4 Nm³ CH₄ per ton rötad nötflytgödsel med 9,0 % TS, och 156 Nm³ CH₄ per ton rötad kycklinggödsel med 65 % TS (Luostarinen, 2013). Det betyder att den teknoekonomiska biogaspotentialen under lösningsscenario 3 mjölk och kyckling är 13 miljoner Nm³ CH₄ år⁻¹ (Tabell M8). Näringsinnehållet i gödsel och rötad gödsel finns sammanställt i Tabell 36.

Tabell 36 Innehåll (t år⁻¹) och koncentration (kg t⁻¹) av näringsämnen efter ammoniakförluster i stall och lager för lösningsscenario 3. Värdena för kväve avser totalkväve och ammoniumkväve inom parentes.

Lösningsscenario 3	Kväve t år ⁻¹ kg t ⁻¹	Fosfor t år ⁻¹ kg t ⁻¹	Kalium t år ⁻¹ kg t ⁻¹
Innan rötning mjölk	5,4 (3,3)	0,88	4,4
Innan rötning kyckling	35,9 (21,5)	9,16	14,7
Rötad bara mjölk	5,6 (4,0)	0,91	4,5
Rötad mjölk/kyckling	6,5 (4,7)	1,15	4,8

Rötresten sprids på den egna gården och på en växtodlingsgård (avstånd 20 km och 40 km från mjölkgården i slättbygd respektive mellanbygd).

Gödselns egenskaper för växtodling

Tabell 37 visar gödselns egenskaper efter stall- och lagringsförluster och innan spridning.

Tabell 37 Mängd uppsamlad flytgödsel inklusive påslag för rekrytering Ex-lager och för lösningsscenario 3 efter rötning, samt dess innehåll (t år^{-1}) och koncentration (kg t^{-1}) av näringsämnen efter ammoniakförluster i stall och lager, inklusive påslag för rekrytering. Värdena för kväve avser totalkväve och ammoniumkväve inom parentes.

Scenario	Mängd t år^{-1}	Kväve t år^{-1}	Fosfor t år^{-1}	Kalium t år^{-1}
Referensscenario	1 603 020	6 998	1 289	6 937
Lösningsscenario 1	1 330 785	5 135	1 003	5 566
Lösningsscenario 2	1 127 189	5 303	1 018	5 532
Lösningsscenario 3*	1 347 289	7 391	1 241	5 821
		kg t^{-1}	kg t^{-1}	kg t^{-1}
Referensscenario		4,4 (2,6)	0,80	4,3
Lösningsscenario 1		3,9 (2,3)	0,75	4,2
Lösningsscenario 2		4,7 (2,8)	0,90	4,9
Lösningsscenario 3*		5,5 (3,5)	0,92	4,3

* 57 % av gödseln var rötad för biogas och 100 % av kycklinggödseln från lösningsscenario 3 finns inblandad

Förädling, förpackning och distribution

Syftet med detta kapitel är att beskriva och kvantifiera referens- och lösningsscenarierna för mjölk- respektive ostkedjorna från och med intransport till mejeri fram till ankomst till detaljhandeln.

Introduktion

Den totala mängden invägd mjölk för hela riket 2011 var 3 185 550 ton (Svensk Mjölk och egna sammanställningar från mejeriföretagens hemsidor). Den årliga sammanlagda produktionsvolymen av konsumtionsmjölk (K-mjölk), syrade produkter och grädde för riket samma år var 1 323 050 ton (Svensk Mjölk och egna sammanställningar från mejeriföretagens hemsidor).

Detta kapitel omfattar produktion och distribution av konsumentprodukterna från det att mjölken anländer mejeriet/ysteriet till att konsumentprodukten når butikens inlastning. Förbättringar i denna del av kedjan påverkar huvudsakligen utgångsscenario 3 *"Klimatpåverkan och fossila resurser"*, varför kapitlet endast beskriver referensscenariot och lösningsscenario 3, vilket omfattar åtgärder för att minska svinn, energianvändningen och transportarbetet samt byte till förnybara energislag.

Av de skäl som anges i rapportens inledning valdes följande två produkter för produktflödet: 1,5 liter mellanmjölk (1,5 % fetthalt) och en konsumentpackad bit, ca 667 gram, 12 månaders lagrad hårdost (av typ Herrgård).

Beskrivningar och data i kapitlet är hämtade från uppgiftslämnare i den specifika kedjan, tidigare studier, andra branschföreträdare och projektdeltagarnas samlade erfarenhet. Denna information är aggregerad till ett tänkt referensscenario som inte med nödvändighet helt motsvarar någon idag befintlig produktkedja.

Inledningsvis görs en allmän beskrivning av energianvändning, svinn samt distribution och logistik och deras potential för förbättringar, vilken utgör bakgrund för förändringarna som införs i lösningsscenario 3.

Energianvändning och energieffektivisering

Många anläggningar för livsmedelsproduktion designades och konstruerades i en tid då energi var relativt billigt i jämförelse med andra produktionskostnader, och därför var energieffektivitet ofta inte högt prioriterad; utrustningens energieffektivitet beror av dess ålder. Energieffektivisering är numera något som antingen drivs av kommande lagkrav (till exempel energieffektiviseringsdirektivet inom EU) eller av rena ekonomiska besparingsfördelar. Besparingspotentialen för svensk industri som helhet ligger mellan 20 och 40 % - inom livsmedelsindustriområdet anses den vara högre - men stora variationer förekommer beroende på anläggningarnas ålder och tidigare besparingsåtgärder (Räfftegård, pers.medd). Alla siffror nedan måste ses som typvärden snarare än faktiska potentialberäkningar.

Generellt delas energieffektivisering in i två huvudområden: optimeringsåtgärder och åtgärder som kräver tekniskifte. I den tidigare jobbar man inom den befintliga strukturen, genom att se över inställningar, rutiner, driftförfarande, logistik etc. Här hittar man ofta de mest kostnadseffektiva besparingarna. Här finns även många gånger den största faktiska besparingspotentialen.

När det gäller besparingar med hjälp av tekniskifte är dessa beroende av investeringar och därför ofta mindre lönsamma. Energibesparingspotentialen varierar här kraftigt beroende på processteg

och teknislösning, men om man skall uppskatta någon form av medianvärde så ligger det troligtvis mellan 10 och 20 %. Om man jämför med andra branscher, exempelvis trä, massa och stål, har livsmedelsområdet en lägre utväxling i sina besparingar då produktionen i ett visst system ofta är mer diversifierad och intermittent.

En stor besparingspotential ligger utanför processen i så kallade stödsystem. Exempel på stödsystem är trycklufts-, ång-, kyl-, ventilations-, belysnings-, disk- och rengöringssystem. Det saknas sammanhållen data på vad stödsystemen kan ge för besparing på inom livsmedelsområdet, men genom en motsvarande genomgång på sågverkssidan kan man utläsa en möjlig besparing på minst 50 % i de stödsystem som studerats (tryckluft, ventilation och belysning) (Andersson *et al* 2011a, Andersson *et al* 2011b, Nordman *et al* 2011). För stödsystemen disk och rengöring som är en viktig del av livsmedelsindustrins energianvändning är besparingspotentialen generellt sett lägre, uppskattningsvis ca 30 %, eftersom energibesparingar i disk och rengöring kan äventyra livsmedelssäkerheten.

Svinn

Svinn definieras här som livsmedel som hade kunnat ätas om det hanterats på ett annat sätt. Alla former av förebyggande åtgärder som leder till att svinnet minskar innebär minskad miljöbelastning och resursanvändning i tidigare led i kedjan och samtidigt minskade mängder uppkommet avfall som måste tas om hand. I kapitel Avfall- och biprodukthantering beskrivs hur bland annat svinn tas om hand i referensscenariot och lösningsscenarierna.

I Lindbom *et al* (2013) görs en genomgång av mängder matsvinn i den svenska livsmedelsindustrin och kostnader för det svinn som uppstår. Rapporten föreslår åtgärder och styrmedel för minskat matsvinn samt analyserar hinder och förutsättningar för minskat matsvinn. Rapporten konstaterar att dagens svinnmängder i livsmedelsindustrin konservativt kan uppskattas till minst 3 % av produktionsvolymen. Generellt gäller att om man jobbar systematiskt med kartläggning, grundorsaksanalys, ständiga förbättring, målstyrning och strategier kring svinn, är det möjligt att halvera det svinn som idag förekommer i livsmedelsindustrin. Bedömningen är att samma systematiska arbetssätt bör vara till stor hjälp för att minska svinnet även i kedjans övriga led. Livsmedelsindustrier som redan har tagit till sig denna eller motsvarande systematiska metodik och tillämpar den aktivt rapporterar att effekten är mycket stor, och ger en halvering av svinnet på en 2-3-års period. Samtidigt har de uppnått en stabilisering av processen vilket underlättar för dem i deras fortsatta arbete med att minska svinnet ytterligare (Lindbom *et al*, 2013).

I industridelen av kedjan finns flera övertygande exempel på att en halvering är möjligt. De enskilda orsakerna till matsvinn på grund av instabila processer är hundratals, förmodligen tusentals, enbart inom industrin, men förhållandevis få orsaker ger upphov till de större svinnmängderna. Komplexiteten kräver emellertid ett strukturerat angreppssätt för att man ska lyckas identifiera just de orsaker som ger upphov till de stora svinnmängderna. Ofta ligger händelsekedjor med flera led bakom de olika orsakerna, både Kedjeeffekter och Kaskadeffekter. *Kedjeeffekter* innebär att orsaken till matsvinn finns i ett helt annat steg utmed produktflödet än där svinnet blir synligt och kan mätas. Detta innebär att det är mycket svårare att genomskåda den kedja av händelser/orsaker som leder till matsvinn. *Kaskadeffekter* kännetecknas av att orsaken finns i ett steg av produktflödet men ger upphov till kaskader, alltså genererar matsvinn i flera steg längs produktflödet.

För att kunna minimera den del av lagersvinnet som utgörs av datumkassaktioner, krävs att man inom företaget ser produktion och lager som en helhet för att undvika suboptimeringar, integrerar lagret och transporten med produktionen, och ser dessa som en helhet (jämför med kaskadtänket ovan). Vissa av orsakerna bakom datumkassationerna i industrins färdigproduktlager kan härledas till förutsättningarna för produktionen och produktionsplaneringen, exempelvis sammansättningen av den variantflora som ska produceras på den aktuella produktionslinjen, om man producerar stora batcher med glesa mellanrum eller mindre batcher ofta, ställsvinnet och ställtid i samband med produktbyte på linjen med mera. Andra orsaker till datumkassationer har att göra med hur väl man lyckas styra varuflödena längs livsmedelskedjans olika lager, vilka hänger ihop i en kedja där alla är beroende av varandras agerande.

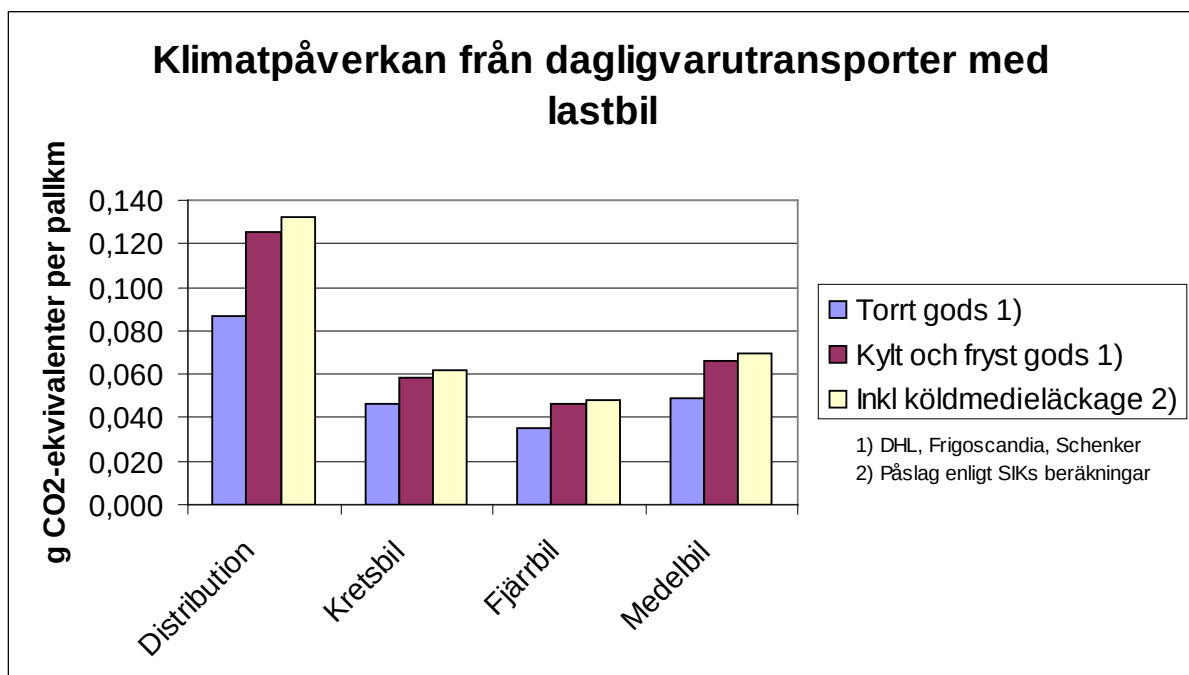
Distribution och logistik

Generellt gäller att distributionen bidrar i liten omfattning till en produkts totala klimatpåverkan relativt primärproduktionen, framförallt när det gäller animalier. Dock kan distributionen vara en flaskhals då det gäller förutsättningar för att genomföra *andra* förbättringar i kedjan, bland annat minimering av svinn (se föregående avsnitt). Därför är trots allt en god kunskap kring distributionsledet av stor vikt för att kunna matcha andra förändringar i kedjan.

Vidare gäller att en effektiv logistik och kommunikation hänger nära ihop med hur väl en kedja fungerar och kopplar till t.ex. nivåerna av datumkassation i kedjan.

Klimatpåverkan från transporter

Figur 2 visar klimatpåverkan för olika typer av lastbilar. Figuren visar också på skillnaden mellan kyltransporter och vanliga transporter, och man kan konstatera att bränslepåslaget för kyltransporter är väsentligt, speciellt då det gäller distributionsbilarna, medan bidraget från köldmedia är relativt litet.



Figur 2 Klimatpåverkan från olika transporttyper (ref SIK Food Database)

Nedan följer en palett på uppslag hur man på olika sätt kan förbättra logistiken i kedjan. Även förslag som ger en mycket marginell minskning i miljöpåverkan har tagits med för att ge underlag till vad som kan göras för att svara upp till andra förändringar i kedjan.

Miljöeffektiva bilar, miljöeffektiv körning

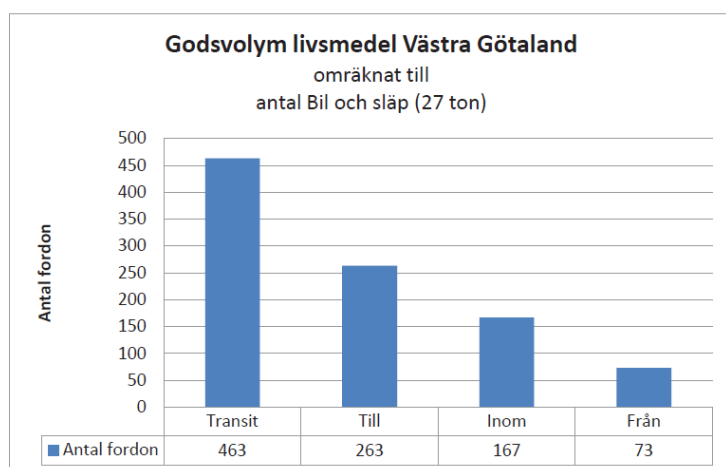
Att använda bilar med hög miljöklass minskar drivmedelsåtgången och klimatpåverkan. Genom utbildning av förare i eco-driving och genom IT-system med fordonsdatorer kan bränsleförbrukning följas upp och ge bra incitament till att praktisera eco-driving.

Förnyelsebara drivmedel

För att minska utsläppet av växthusgaser är en utfasning av fossila bränslen en lösning som är nära till hands. Fordonsgas baserad på biogas är ett alternativ. Biogasanläggningarna är än så länge ganska få, men teoretiska beräkningar från 2009 visar att Sverige skulle kunna producera 17 TWh biogas varje år. Jordbruket beräknas stå för 80 % av produktionen motsvarande 14 TWh (7 TWh från halm, 3 TWh från gödsel och urin, och 3 TWh från vallgrödor samt 1 TWh från blast och bortsorterad potatis) enligt Biogasportalen. År 2012 uppgraderades mer än hälften, 53 % av biogasen (845 GWh) till fordonsgaskvalitet vilket motsvarar en ökning på 15 % från 2011. Det finns 54 anläggningar för uppgradering av biogas och de flesta finns i Västra Götalands län, följt av Skåne län (Energimyndigheten, 2012).

Detta ska ses i perspektivet att bara i jordbruket var behovet av diesel och eldningsolja i storleksordningen 2,6 TWh under år 2006 (Baky A. *et al* 2013, JTI rapport 410). Drivmedelsbehovet för transporterna inom livsmedelssektorn uppgick enligt överslagsberäkningar till 1 TWh 2012 enligt överslagsberäkningar baserat på Trafikanalys Sveriges officiella statistik från 2012 (Trafikanalys, 2013).

Börjesson *et al* (2013) har via sin kartläggning och kvantifiering av de största livsmedelsflödena i Västra Götalands län uppskattat antalet livsmedelstransporter enligt Figur 3.



Figur 3 Översikt av antalet livsmedelstransporter , bil och släp per dag från Börjesson *et al* (2013)

Förutom dessa transporter tillkommer transporter av t ex slaktkroppar, styckningsdetaljer och spannmål.

Användningen av drivmedel som uppfyller de så kallade hållbarhetskriterierna för drivmedel och flytande biobränslen ger minst 35 % lägre klimatpåverkan. För produktionsanläggningar för biodrivmedel som tas i drift från 2017 måste minskningen vara 60 %.

Optimering av flöden

Genom att optimera flöden och öka lastgraden kan antalet tonkm och/eller pallkm minskas och därmed miljöpåverkan från transporten minska. Optimeringar av flöden skall ske med en helhetsyn och med fokus på bättre lager planering, mindre förpackningar för ökad följsamhet och minskat svinn i kedjan.

En viktig aspekt i detta är dock att allt för glesa leveranser kan ge en dålig följsamhet i kedjan pga. stora lager som därmed ökar risken för datumkassation/kassation pga. kvalitetsbrister och därmed kan denna typ av optimeringar bli kontraproduktiva

Utrustning

Effektiva kylaggregat och avdelade bilar minskar kylförlusterna och energiåtgången och påverkar livsmedelskvaliteten positivt vilket kan ha en påverka på svinnet längre fram i kedjan.

Horisontellt transportsamarbete

Samtransporter mellan olika grossister anses av många vara framtiden. Det kan vara en bra lösning för mindre producenter som kan utnyttja de större producenternas kedjor. Potentialen är dock mindre då det gäller att samordna de större kedjorna. Inom Starfishprojektet har man genom simuleringar räknat på hur mycket vinsten skulle bli genom att samordna Coops och ICAs transporter i Sverige. Den ekonomiska vinsten med ett transportsamarbete mellan Coop och ICA estimerades till 6,2 % medan de miljömässiga vinsterna genom minskade koldioxidutsläpp estimerades till 1 %. (www.logistikfokus.se, hämtat mars 2014).

Gebresenbet *et al* (2011a) har utifrån en studie, omfattande 14 företag runt Uppsala (tre transportföretag, fem bagerier (4 redovisade), 3 köttproducenter (två redovisade) två producenter av fryst (1 redovisad) och en blomsterleverantör visat att genom att samtransportera och samtidigt ruttoptimera kunde transportdistansen minskas med 39 % och emissionerna till luft minskas med 48 %. (Den optimering som gjordes innan projektet baserades på en prioritetsordning av kund snarare än på distans). Studien redovisar inte ett fullständigt dataunderlag och information kring fördelningen av stora och små producenter saknas varför det är svårt att uttala sig om förbättringspotentialen av denna typ av logistikförbättringar generellt.

Bosona *et al* (2011) konstaterar att när det gäller lokalproducenter av livsmedel, kan omkring 86 % av dessa integreras i existerande livsmedelskedjor

Andra transportslag

Nya typer av trailers som både kan användas på tåg och lastbil är en modell som tillämpas av Coop för att minska lastbilstransporterna på sträckan Helsingborg-(Alvesta/Växjö)-Bro. En förutsättning för att modellen ska vara ekonomiskt bärkraftig är att tågen kan fyllas i båda riktningarna d.v.s. att det finns en balans mellan inleverans och utleverans. Börjesson *et al* (2013) visade på både positiva och negativa scenarier genom byte av transportslag. Ett "worst case" ledde till ca 16 % ökade CO₂-utsläpp genom att all internttransport inom Västra Götalands län (VGL) lades över på så kallad "semi trailer". Ett bättre alternativ var övergång till HCT (High Capacity Transport) med så kallade DUO trailer (32-

meters fordon) vilket kan leda till ca 13 % sänkning av CO₂-utsläppen. Även i denna studie visade man på effekterna av att lägga över mer på järnväg och då framförallt de så kallade transitflödena som bara passerar VGL.

Lager

Kyllager drar som regel mera energi än fryslager då dessa öppnas och stängs i större utsträckning. Genom att skärma av och avdela lager på ett bra sätt kan dessa effekter minska. Etableringen av strategiskt placerade lager som utgör nav i "Food Logistic Center" gärna placerade i närhet av järnväg för att på så sätt kunna föra över mer transporter från lastbil till järnväg. Detta kräver ett ökat horisontellt samarbete inte bara mellan transportörer utan också mellan producenterna enligt Börjesson *et al* (2013).

Antaganden och avgränsningar

Produkten levereras dels till en större butik (ICA Maxi eller motsvarande) i Göteborgsområdet för att representera storstaden och en butik i en mindre ort i Västra Götalands län (VGL), här representerat av Bengtsfors. Den mindre butiken valdes utifrån följande kriterier:

- Mellanstor butikstyp (t.ex. Coop Konsum) utan extrem säsongsvariation i omsättningen
- Ort i VGL med 3000 – 6000 invånare som ligger mer än 30 km från de större orterna Mariestad, Härryda, Falköping, Lerum, Vänersborg, Kungälv, Alingsås, Lidköping, Uddevalla, Skövde, Trollhättan, Borås och Göteborg (samtliga > 15000 invånare)

Det slutliga valet föll på Bengtsfors med vetskap om att här finns det en Coop Konsumbutik.

Bidraget från tillverkningen av vitaminer för berikning är inte med i livscykelanalysen då produktionsinformation om vitaminer saknas. Vitaminerna utgör en försumbar andel av mjölken och antas inte påverka resultatet.

Miljöpåverkan från kommunal vattenrening ingår inte i beräkningarna. Däremot har generella reningsgrader lagts till för kväve (68 % rening), fosfor (94 % rening) och BOD (94 % rening) för beräkning av utsläpp till naturen (Gryab, 2012).

Avfallshantering av förpackningsmaterial är inte inkluderad inom ramen för studien.

Transportavstånd från startpunkt till destinationsort har beräknats med data från Eniro.

Förändringar i mjölk kvalitet orsakat av ändrade foderstater eller andra förändringar behandlas i kapitel Konsekvensanalyser.

Referensscenario

Konsumtions-mjölk

Som referensprodukt för konsumtionsmjölk valdes Arla Foods mellanmjölk, lågpastöriserad, fetthalt 1,5 %, 1,5 l, förpackad i Gable Top (FSC-märkt). Ingredienser är mjölk, vitamin A och vitamin D. Data från Arla Foods tre största mejerier för produktion av konsumtionsmjölk i Sverige (Jönköping, Göteborg och Stockholm) har hämtats från 2013 års miljörapporter från respektive mejeri. Den totala mängden invägd mjölk för de tre mejerierna var 523 000 ton, och den årliga sammanlagda produktionsvolymen av konsumtionsmjölk (K-mjölk), syrade produkter och grädde var 495 000 ton. Viktade medelvärden för produktionsdata från de tre anläggningarna har använts i analysen. På detta

sätt erhålls mer representativa produktionsdata för mjölkförädling. Geografiskt antas produktionen förlagd till Jönköping. Nedanstående processbeskrivning är en bearbetning av uppgifter från LRF Mjolk (2014a).

I mejeriet

Vid ankomst till mejeriet tvättas mjölkbilens innan den får passera in, detta för att förhindra införsel och kontaminering av oönskade bakterier. Temperaturen i mjölkbilens mjöltkank kontrolleras så att kyltemperaturen bibehålls under transporten. Innan mjölken processas i mejeriet tas ytterligare prov för att kontrollera eventuell förekomst av antibiotikarester i mjölken.

Processningen i mejeriet sker i flera steg. Den inkommande mjölken har en naturlig fetthalt på ca 4 % och separeras till grädde och skummjolk i en separator. Grädde och skummjolk återblandas sedan till önskad fetthalt, så kallad standardisering, till olika sorters konsumtionsmjolk, till exempel 0,5 % för lättmjolk, 1,5 % för mellanmjolk och 3,0 % standardmjolk. Till minimmjolk med 0,1 % fetthalt tillsätts ingen grädde alls. Mjölken homogeniseras sedan så att fettets finfördelas till jämnstora fettkulor. Homogeniseringen sker genom att mjölkfettet med hög hastighet passerar genom en smal spalt så att fettkulorna sönderdelas till samma storlek som sedan fördelas sig jämnt i mjölken. I samband med homogeniseringen vitamineras mjölken. I Sverige är det ett lagkrav att berika mini-, lätt- och mellanmjolk med vitamin D. De magra mjölksorterna återvitamineras även med vitamin A så att halten motsvarar vitaminhalten i standardmjölken.

Efter homogeniseringen pastöriseras mjölken. Det är ett lagkrav att all mjolk och grädde som säljs i butik i Sverige ska vara pastöriserad. Undantag gäller för små mängder som säljs eller skänks bort till konsumenter direkt från mjölkgården. Konsumtionsmjolk lågpastöriseras, vilket innebär upphettning till 72-76 °C i 15 sekunder. Denna värmebehandling är tillräcklig för att avdöda eventuella oönskade bakterier och mikroorganismer. Pastöriseringen innebär även att mjölken håller sig färsk längre. Efter pastöriseringen kyls mjölken ner till 5°C i pastören innan den förpackas. Innehållet av fettlösliga vitaminer, fettsyror och proteiner påverkas inte av pastörisering. De vattenlösliga vitaminerna folat, tiamin, vitamin B6, vitamin B12 och vitamin C minskar något i samband med pastöriseringen medan mjölkens protein inte påverkas i någon större utsträckning. De näringsvärden som deklarerar på förpackningarna avser pastöriserad mjolk.

Hygienen är rigorös när mjölken förpackas. Luften filtreras, och i vissa fall desinficeras förpackningsmaterialet med exempelvis UV-ljus innan det används.

Mejeriutrustningen diskas automatiskt kontinuerligt och sensorer kontrollerar att temperaturen på vatten och diskmedelskoncentrationen är tillräckligt hög under diskningen. Utrustningens ytor kontrolleras kontinuerligt för att förhindra bakterietillväxt.

Prover tas regelbundet på förpackad mjolk för att säkerställa mjölkens hållbarhet och kvalitet. Analyser sker direkt efter tillverkning samt på bäst före-dagen.

Den viktigaste faktorn för hållbarheten av mjolk är att kyltemperaturen upprätthålls i hela kedjan – från gården via mjölkbil, i mejeriet, i transport till butiken, i butiken och hem till konsumentens kylskåp.

Data för mjölkförädlingen som använts i analysen

Energi- och resursanvändningen på anläggningsnivå återfinns i Tabell 38. De volymsmässiga tre största rengöringskemikalierna ingår i beräkningarna. Köldmedier har inte tagits med eftersom ingen påfyllnad av dessa har angivits.

Tabell 38 Produktionsdata från mejeriet (viktade medelvärden, baserat på miljörapporter 2013 från Arla Foods mejerier i Stockholm, Jönköping och Göteborg).

	Mängd	Enhet	Kommentar
INput			
ECM ²	174 254	ton	Fetthalt 4 %
Resurser:			
El	2 197	MWh	
Eldningsolja	83	MWh	
Gasol	2 605	MWh	
Fjärrvärme	1 418	MWh	
Vatten	247 954	m ³	
NaOH (50 %)	172,7	ton	
NHO ₃ (62 %)	108,8	ton	
H ₂ SO ₄ (96 %)	5,3	ton	
OUTput			
K-mjölk	154 582	ton	Fetthalt 1,5 %
Grädde	10 746	ton	Fetthalt 40 %
Gränsmjölk	8 926	ton	till foder
Avlopp:			
BOD7	147	ton	
P	2	ton	
N	10	ton	

Vid bytet mellan mjölkproduktion och diskning av produktionsutrustningen uppstår så kallad gränsmjölk. Denna levereras som foder. Ca 5,1 % av invägd mjölk blir gränsmjölk i referensscenariot.

Ost

Som referensprodukt valdes Arla Foods konsumentpackade hårdost i bit (typ Herrgård) som lagrats i 12 månader. Osten produceras på mejeriet i Kalmar och transporteras som helost till Götene där den lagras 12 månader och sedan styckas och konsumentpackas. Nedanstående processbeskrivning är en bearbetning av uppgifter från LRF Mjölk (2014b), kompletterad med muntliga uppgifter (Elisabeth Arner, personligt meddelande).

² ECM = Energy Corrected Milk. ECM är mått som gör det möjligt att jämföra mjölk med olika sammansättning av näringsämnen.

Lysteriet

Överskottsgrädde separeras från den inkommande mjölken innan mjölken pastöriseras (72–75°C i cirka 15 sekunder). Mjölksyrabakterier tillsätts och en syrningsprocess startas. Därefter tillsätts löpe och mjölken koagulerar. Processen tar ca 30 min. Koaglet skärs i bitar och processer för att skilja av vassle startas (förrörning, värmning och efterrörning). Hela processen för att avskilja vassle tar en till två timmar beroende på ostsort. Ostmassan (ostkornen) är nu skild från vasslen och pressas under tryck till sin slutliga form i ostformar. Pressningen tar mellan tre och femton timmar beroende på ostsort. En del av vasslen koncentreras genom filter (vasslekoncentrat) och säljs vidare som ingrediens till livsmedelsindustrin medan en del av vasslen förblir flytande och avyttras som djurfoder.

Den färdigpressade osten sänks ned i saltlake (20 %) i ett dygn. Saltningen ger förutom smak och konsistens även en viss konserverande effekt. Slutlig salthalt i osten blir i snitt 1,3 % salt. Från saltlaken går ostarna in i antimögelbehandlingstunneln där osten sprayas med 70 % etanol. Etanolen samlas upp och recirkuleras. Ostarna yttorkas därefter i ca 1 vecka och sedan ytterligare 2-4 veckor i ett färskostlager vid 10-19°C. Osten vaxas sedan och packas direkt eller inom ett par veckor på lastbil för transport till Götene där mogningslagringen sker. Ytterligare vaxning sker ca var 6:e vecka under mognadslagringen samtidigt som ostarna vänds. Slutlig vaxmängd är ca 45 g per helost (12 kg). Mognadslagringen sker i kylrum (6-12 °C) och, för osten i projektet, i 12 månader.

Efter mognadslagringen bitas de hela ostarna till konsumentbitar om ca 667 g/bit (18 konsumentbitar per hel ost). Det skärspill som uppstår uppges gå till andra ostprodukter såsom färdigriven ost, men eftersom det inte kan användas som prima produkt antas ett spill på 2 % i analysen.

Data från ostförädlingen som använts i analysen

Energi- och resursanvändningen och emissioner på anläggningsnivå för Kalmar mejeri, hämtad från miljörapport 2012, har använts i beräkningarna (Tabell 39). Mejeriet producerar enbart hårdost, med grädde och vasslekoncentrat som biprodukter.

Tabell 39 Produktionsdata från ysteriet i Kalmar (Miljörapport 2012)

Inflöden	Mängd	Enhet	Kommentar
ECM	135 967	ton	Fetthalt 4 %
Resurser:			
Löpe	7 800	liter	Ingår ej i analysen
Salt	132	ton	1 % salthalt i osten antagen
Etanol 95 %	113	ton	Antimögelbehandling, (inköpt mängd)
Etanol 70 %	2 015	liter	Ytdesinfektion
Ostvax	509	ton	45 g/helost à 12kg
El	18 363	MWh	
Eldningsolja	5 471	MWh	
Fjärrvärme	1 275	MWh	
El till ångpanna	12 920	MWh	
Värmepump	1 732	MWh	Återvunnen värme från kylaggregat
Diesel	3	m ³	
Vatten	332 130	m ³	
Utflöden			
Ost	13 197	ton	
Grädde	4 510	ton	Fetthalt 40 %
Vasslekoncentrat	3 191	ton	Ingrediens till livsmedelsindustrin
Vassle (flytande)	36 145	ton	djurfoder
Avlopp:			
BOD7	360	ton	
P	7,4	ton	
N	16,3	ton	
Fett	21,4	ton	

Ca 0,6 l löpe förbrukas per ton ost. Syrningskultur och löpe ingår emellertid inte i studien eftersom tillverkningsdata för dessa saknas. Bidraget från löpe kan dock antas försumbart (se till exempel Berlin, J., 2002). Rengöringskemikalier och köldmedier har inte heller tagits med (data saknas i miljörapporten).

Inget spill eller svinn har tagits med från ysteriet i Kalmar eftersom allt sägs återföras till produkttillverkningen.

Elanvändningen för kylning i mognadslagringen i Götene antas uppgå till 1,7 kWh/pall och dag (SIK Food database). För att ta hänsyn till extra energibehov för avfuktning under lagringen görs ett påslag på 20 %. Vid bitningen antas att ett skärspill på 2 %, som inte kan användas som prima produkt, uppkommer.

Förpackning

Mjolk

Mjölken packas i en Gable Top-maskin från Elopak. Förpackningen är vätskekartong, ett laminat med följande sammansättning: LDPE³ (15 g/m²)/paperboard (301 g/m²)/LDPE (26 g/m²). En primärförpackning för 1,5 l mellanmjölk väger 40 gram. Primärförpackningarna packas antingen i en back med plats för 12 enheter eller på en rullvagn med plats för 90 enheter.

Ost

Osten packas i en flowpackmaskin. Den packas i ett material bestående av ett laminat med följande sammansättning: PA⁴/PE⁵ med följande tjocklekar (i mikrometer) 12/50. En primärförpackning för 667 g ost väger 7 g. Den modifierade atmosfär som används består av 100 % koldioxid. Ett kontinuerligt flöde som regleras av en gasmixer används för att säkerställa att syrehalten hamnar under 1 %. Förbrukningen av koldioxid för modifierad atmosfär har inte tagits med eftersom det saknas uppgifter om förbrukning. Primärförpackningarna packas i en SRS⁶-back med plats för 10 enheter eller i en wellpapplåda med plats för 9 enheter. I analysen antas SRS-back.

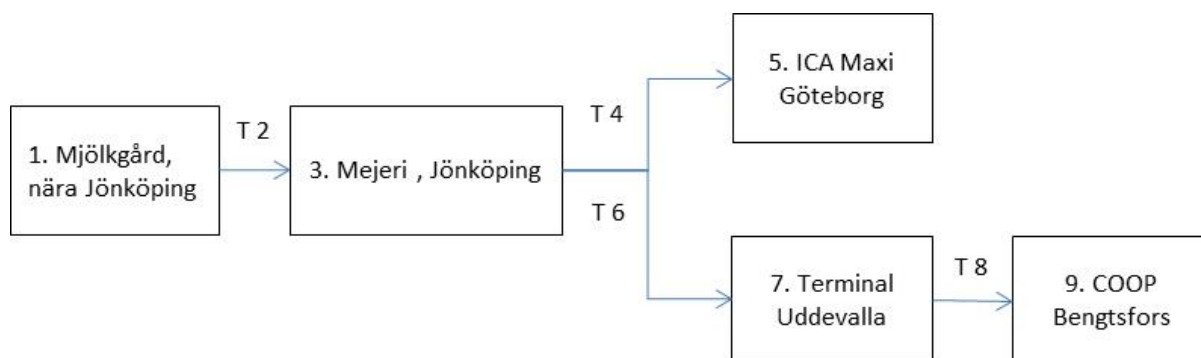
Distribution och logistik

Mjolk

Figur 4 illustrerar råvaru- och produktflödet för referensscenariot. I beskrivningen som följer refereras till beteckningarna i figuren.

Distributionen analyseras med avseende två parallella flöden: en kedja som modellerats utifrån distributionen till en i stor butik i Göteborgsområdet, och en kedja som modellerats utifrån distributionen till en mindre butik i Bengtsfors. I beräkningarna antas att hälften av produkten följer vardera flöde.

Uppgifterna om leveransen nedan bygger på uppgifter från Michael Carlsson (intransporter), Stephen Chi (transporter från Göteborgsmejeriet; transporter antas gälla även för distribution från Jönköpingsmejeriet) och Magnus Larsson (transporter från Götene).



Figur 4 Produktion och distribution av 1,5 liter mellanmjölk med ursprung och försäljning i Västra Götalands län

³ LDPE Low Density Polyethylene

⁴ PA Polyamid

⁵ PE Polyeten

⁶ SRS-back: Sekundärförpackning från Svenska Retursystem

Intransporten (T2) från gård sker med mjölkbil till Jönköpingsmejeriet (3). Arla Foods har inte några egna mjölkbilschaufförer anställda utan anlitar externa åkerier för att hämta mjölken. Konventionella lastbilar används, och drivmedlet är MK1-diesel med några % RME⁷. Nästan alla är yngre än fyra år. Ett ekipage (totalvikt 60 ton) med bil och släp kan i tanken typiskt ta runt 40 ton last (14 000 liter i bilen och 27 500 liter i släpet). Kylaggregat används inte. I genomsnitt går det leveranser från 12 gårdar per lass. En snittrunda är 12 mil uppsamling och ca 17 mil överföringstransport till mejeriet. Nästan alla gårdar levererar med 48 timmars intervall. Variationen mellan lassen är stora. Datorstödd ruttoptimering används sedan 1994. Arla Foods har investerat i nya större fordon och ökat pumphastigheten från tankbilarna för att minska tomgångskörningen (Arla Foods, 2012).

Transporterna planeras centralt utifrån de behov som finns hos Arla Foods olika mejerier, vilket innebär att först tillgodoses behovet av mjölk till färskvarumejerierna, därefter behovet av råvara till ost och fett och slutligen behovet i pulvertillverkningen. Denna prioritering är överordnat närhetsprincipen till ett givet mejeri.

Leveranser från lagret i Jönköping (3) till ICA Maxi (5) i Göteborgsområdet antas ske med en kyld trailer (max last 23 ton) (T4). Rutten betjänar två ICA Maxi-butiker i Göteborgsområdet. Leverans sker varje dag, måndag till söndag.

Mjölk som ska levereras till Coop i Bengtsfors (9) lastas på kvällen på en överföringsbil (T6) som går till Arla Foods-terminalen i Uddevalla (7). Överföringsbilen är en treaxlig lastbil med släp (max last 23 ton). Rutten till Coop i Bengtsfors utgår på morgonen och har 11 stopp och är totalt 20,2 mil. Rutten körs med en treaxlig distributionsbil (10 ton) som går på diesel (MK 3) utrustad med kylaggregat. Rutten körs måndag-fredag.

Tabell 40 Sammanfattning av transportprocesserna i mjölkkedjan som använts i analysen för referensscenariot.

Transport i kedjan	Lastbil och lastgrad	Bränsle	Kyla	Antagen distans
T2 Mjölkgård till mejeri Jönköping (uppsamling+ överföring)	Stor lastbil (34-40 ton), 90%	Diesel	-	288 km
T4 Mejeri till butik i Göteborg	Stor lastbil (34-40 ton), 90%	Diesel	2,5h	142 km
T6 Mejeri till terminal i Uddevalla	Stor lastbil (34-40 ton), 90%	Diesel	3h	229 km
T8 Uddevalla till butik i Bengtsfors	Liten lastbil (7,5-13 ton), 90%	Diesel	4h	202 km (ingår i distributionsrunda)

Kunden ansvara själv för beställningar men Arla Foods tar tillbaka lastbärare och returer (produkter med passerat eller för nära inpå bäst-före-datum) vid leverans som en gratis service till deras kunder. Mängden returer är inte känd. Stare *et al* (2013) anger att returerna från mejerierna (100 % flytande produkter) uppgår till 2 961 kg per anställd och år. Tillämpas detta på de tre mejerierna Jönköping,

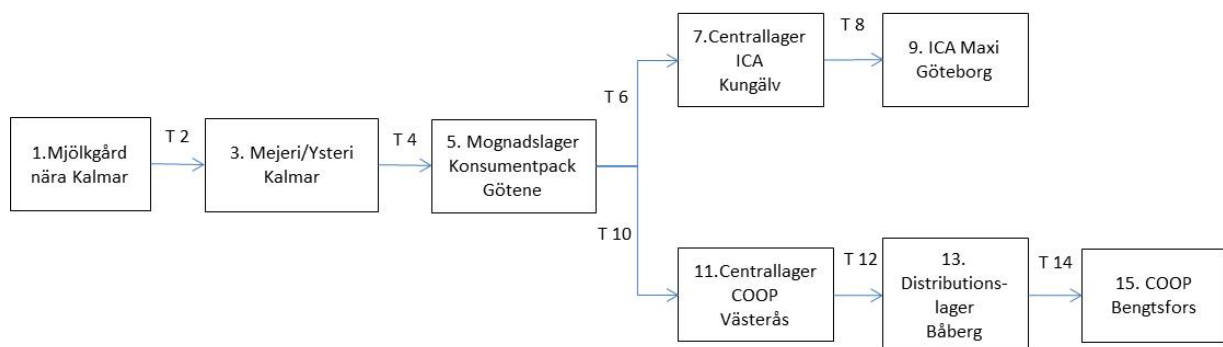
⁷ RME Rapsmetylester

Stockholm och Göteborg, som har sammanlagt 1 260 anställda (Arla Foods, 2014) och tillverkar 495 000 ton ton K-mjolk, syrade produkter och grädde, ger detta retur i storleksordningen 0,7 %. Enligt samma rapport uppskattades den interna kassationen av flytande produkter till 1 646 kg per anställd och år vilket för de tre mejerierna skulle motsvara 0,4 %. Ett produktspill/svinn på sammanlagt 1,1 % har därför använts på samtliga mjölkmejerianläggningar i referensscenariot.

Ost

Figur 5 illustrerar råvaru- och produktflödet för referensscenariot. I beskrivningen som följer refereras till beteckningarna i figuren.

Uppgifterna om leveransen nedan bygger på uppgifter från Kent Edvisson (intransporter) och Magnus Larsson (transporter ut från Götene).



Figur 5 Produktion, distribution och lagring av hård ost av typ Herrgård med försäljning i Västra Götalands län

Mjölkgårdarna (1) ligger nära mejeriet i Kalmar. Intransporten av mjölk till ysteriet i Kalmar skiljer sig inte från intransporten av mjölk till Arla Foods övriga mejerier. Intransporten från gård (T2) sker med mjölkbil till ysteriet i Kalmar (2). Arla Foods har inte några egna mjölkbilschaufförer anställda utan anlitar externa åkerier för att hämta mjölken.

Konventionella lastbilar används, och drivmedlet är MK1-diesel med några % RME. Nästan alla är yngre än fyra år. Ett ekipage (totalvikt 60 ton) med bil och släp kan i tanken typiskt ta runt 40 ton last (14 000 liter i bilen och 27 500 liter i släpet). Kylaggregat används inte. I genomsnitt går det leveranser från 12 gårdar per lass. En snittrunda är 11 mil uppsamling och 18 mil överföringstransport till mejeriet. Nästan alla gårdar levererar med 48 timmars intervall. Variationen mellan lassen är stora. Datorstödd ruttoptimering används sedan 1994. Arla Foods har investerat i nya större fordon och ökat pumphastigheten från tankbilarna för att minska tomgångskörningen (Arla Foods, 2012).

Transporten av helostar från Kalmar till Götene (T4) för mognadslagring och konsumentpack antas gå med större lastbil (max last 40 ton) med en lastgrad på 50 % eftersom hela ostar på pall tar upp stor volym.

Transporten av den färdiglagraade osten (T10) till Coop färskvarulager (11) i Västerås går via (retur)bilar som kör leveransrutter från Västerås. Transporten sker med bil med släp om 96

pallplatser (48+48). Lastgraden i T10 är 85-95 %. Från Västerås går sedan en mellantransport (T12) till Båberg distributionslager (13). Det är en kyltransport (3 grader, en kylzon) bil med släp 96 pallar (48+48, största tillåtna ekipagestorlek) lastgrad 95 %). Med denna transport går varan vidare enligt avtal med kontrakterad transportör. Distributionslagret tillhör transportören som i detta fall kör samordnat gods. Från Båberg(13) till Bengtsfors (15) transporteras (T14) sedan varorna i transportörens försorg. Vanligen används två zons ekipage (bil en zon och släpet en zon). En matchning av transporten görs med avseende på varor som ska transporteras och ort. Ruttplaneringsverktyg används. Bil med släp 96 pallar (48+48). Färsvaror levereras 2-6 gånger i veckan, kolonial 1-5 gånger i veckan och fryst 1-3 gånger i veckan. Notera att t.ex. en frystransport kan kombineras med en kolonial eller en kyltransport (Bil+ släp). Ruttplaneringsverktyg används av transportören.

ICAs transport till butik i Göteborgsområdet (T8) utgår från ICAs centrallager (7) i Kungälv. Notera att ICA har flera centrallager för färsvaror (i Kungälv, Linköping, Helsingborg och Arlöv), medan Coop endast har ett centrallager (i Västerås). Från respektive centrallager går sedan transporterna av osten ut till butik.

Tabell 41 Sammanfattning av transport och lagringprocesser i mjölkkedjan som använts i analysen för referensscenariot.

Transport i kedjan	Beskrivning	Energikälla	Antagen tid för kylning/lagring	Antagen distans
T2 Mjölkgård till ysteri Kalmar (uppsamling+ överföring)	Stor lastbil (34-40 ton), 90%	Diesel	-	288 km
T4 Ysteri till mognadslager Kalmar- Götene	Stor lastbil (34-40 ton), 50%	Diesel	4,5h	330 km
5 Mognadslager i Götene	Antagen elförbrukning 8,1 kWh/ton och dag	El	12 månader	-
T6 Mognadslager- Centrallager Götene- Kungälv	Stor lastbil (34-40 ton), 90%	Diesel	2,5h	163 km
T8 Centrallager- Butik Kungälv- Göteborg	Stor lastbil (34-40 ton), 50%	Diesel	1h	28 km
T10 Mognadslager- Centrallager Götene- Västerås	Stor lastbil (34-40 ton), 90%	Diesel	4h	239 km
T12 Centrallager- Distributionslager Västerås- Båberg	Stor lastbil (34-40 ton), 90%	Diesel	4,5h	318 km
T14 Distributionslager till butik Båberg- Bengtsfors	Stor lastbil (34-40 ton), 50%	Diesel	2h	98 km

Lösningsscenario 3 *Klimatpåverkan och fossila resurser*

Beskrivningen nedan bygger på bedömningar av potentialen för förbättringar utifrån beskrivningen i inledningen till kapitlet samt på data från uppgiftslämnare i den specifika kedjan, tidigare studier, andra branschföreträdare och projektdeltagarnas samlade erfarenhet.

Inledningsvis i projektet gjordes ett övervägande huruvida ultrapastörisering (UHT) skulle kunna vara lämpligt för k-mjölk i lösningsscenario 3. UHT-behandling av mjölk innebär upphettning till cirka 140°C i 2-5 sekunder. UHT-behandlad mjölk förpackas i aseptiska förpackningar, kan förvaras i rumstemperatur och får lång hållbarhet så länge förpackningen är obruten. UHT-mjölk har en "kokt" smak och utgör idag endast en liten andel av den konsumtionsmjölk som säljs i Sverige. UHT-behandlingen av mjölken skulle därmed medföra en något högre energianvändning i anläggningen. Motivet att överväga UHT-behandling i scenario 3 skulle vara att svinnet i kedjan, framför allt i konsumentledet, skulle kunna minska. Eftersom produktkedjorna slutar på lastbryggan vid butik ligger sådana eventuella svinminskningar utanför systemgränsen för studien. Därför övergavs detta alternativ redan inledningsvis i projektet.

Likaså övervägdes möjligheten att sortera råvaran till olika produkter, exempelvis ystmjölk med högre proteinhalt och av rätt genotyp för osttillverkning. Genom avel kan mjölken få "rätt" typ av kasein vilket höjer kvaliteten på osten och minskar förlusterna av prima produkt; vid osttillverkning svarar råvaran för 50-60 % av variationen i produktionen (Magnus Larsson, personligt meddelande). När det gäller prissättningen på mjölk får mjölkproducenterna emellertid betalt baserat på fett- och proteinhalter, och det görs ingen differentiering av mjölken vid upphämtningen. Detta alternativ kunde inte undersökas vidare på grund av begränsningar i projektets tids- och kostnadsramar.

Förädling

Mjölk

De faktiska förändringar som införts i lösningsscenario 3 är:

- Energianvändningen antas kunna minska med 10 %.
- All fossil energi i mejeriet har ersatts av förnybar energi (olja och naturgas har ersatts av biobränsle, svensk el har ersatts av norsk el som till 98 % är producerad av vattenkraft).
- Fodermjölken antas minska med 50 %, det vill säga mängden k-mjölk och grädde ökar motsvarande mängd.
- Svinn i förädling och distribution antas minska enbart genom att öka stabiliteten i produktionsprocesserna, minska svinn i lager och andra åtgärder som kan identifieras genom orsaksanalyser och systematiskt förebyggande av svinn. De interna kassationerna och returerna antas försvinna helt i lösningsscenario 3.

Ost

De faktiska förändringar som införts i lösningsscenario 3 är:

- Energianvändningen antas kunna minska med 10 %.
- All fossil energi i mejeriet har ersatts av förnybar energi (olja och naturgas har ersatts av biobränsle, svensk el har ersatts av norsk el som till 98 % är producerad av vattenkraft).
- Etanolförbrukningen antas kunna minska med 10 %

- Svinn i förädling och distribution antas minska enbart genom att öka stabiliteten i produktionsprocesserna, minska svinn i lager och andra åtgärder som kan identifieras genom orsaksanalyser och systematiskt förebyggande av svinn. Skärspillet som uppkommer vid bitningen av antas försvinna helt i lösningsscenario 3.

Förpackning

Mjolk

Inga förändringar av förpackningen har gjorts. Generellt är klimatpåverkan från mjölkförpackningen liten (ca 2-3 %) i förhållande till klimatpåverkan från mjölken i sig. Förpackningens funktion att skydda livsmedlet är det primära. För en-liters-förpackningar förekommer både takås- och brickförpackningar. Brickförpackningen kan genom sin form packas mer effektivt jämfört med tackåsförpackningen. Mjolk är emellertid tungt och transporterna är viktsbegränsande redan dvs man kan inte lasta mer även om volymen tillåter. Takåsförpackningarna förekommer både med och utan skruvkork (gäller för en litersförpackningarna). En skruvkork i polyetenplast (PE) ger mellan 20 och 25 % högre klimatpåverkan från mjölkförpackningen än utan skruvkork.

Vätskekartongförpackningarna är optimala med avseende på stabilitet och barriär för att transportera respektive skydda och förlänga hållbarheten av mjölken. Utveckling pågår med att ta fram en lättare kartong men finns inte kommersiellt idag.

Ost

Inga förändringar av ostförpackningen har gjorts. Generellt är klimatpåverkan från ostförpackningen liten (<1 %) i förhållande till klimatpåverkan från osten i sig. Viktigt är att plastmaterialet har rätt gasbarriäregenskaper så att ostens kvalitet bibehålls och dess hållbarhet förlängs.

Förpackningsplasten är ett laminat med polyamid (PA) som barriär. Mängden plast ska hållas nere och den är redan liten i befintlig förpackning.

Distribution och logistik

Mjolk

Inga förändringar i transport och logistik har gjorts. Transporterna har liten betydelse för utsläppen av växthusgaser från mjölk. Enligt Högaas Eide (2002) utgjorde intransport och distribution ca 2 % vardera av det totala utsläppet av växthusgaser från mjölkproduktionen i ett större norskt mejeri .

Ost

Inga förändringar i transport och logistik har gjorts. Generellt har transporterna en liten betydelse för utsläppen av växthusgaser från ost. Endast 10 % av bränsleförbrukning från transporter sker efter gårdsgrind och här dominerar transporterna från butik till konsument (Berlin, J. 2002).

Avfalls-/biproduktshantering

Syftet med detta kapitel är att:

- beskriva nuvarande hanteringskedja för animaliska biprodukter (ABP) och avfall som genereras till följd av mjölk- och köttproduktion i Hållbara matvägar,
- identifiera och beskriva potentiella lösningar för hantering av ABP och avfall som kan bidra till att uppfylla målen i utgångsscenarierna.

Eftersom avfalls- och biproduktshantering bedöms ha liten möjlighet att påverka måloppfyllelsen av utgångsscenario 1 *Biologisk mångfald och lokal miljöpåverkan* ingår inte något lösningsscenario för utgångsscenario 1.

Antaganden och avgränsningar

Endast animaliska biprodukter ingår i beskrivningen nedan. Övrigt avfall utgör betydligt mindre mängder, dessutom med liten potential för alternativ hantering, och har därför utelämnats.

Stallgödsel från djurhållning ingår inte i beskrivningen av hanteringen av animaliska biprodukter i detta kapitel, utan återfinns i kapitel Stallgödselhantering ovan.

Olika kategorier av animaliska biprodukter har olika krav på hantering enligt gällande lagstiftning. Beskrivningen av regelverket nedan gäller alla animaliska biprodukter i projektet Hållbara matvägar.

Slam från rening av avloppsvatten vid mejeriet och ysteriet ingår i beskrivningen nedan, medan avloppsvattnet som sådant ingår i beskrivningen i kapitel Förädling, förpackning och distribution

Transporter av avfall från mejeri och ysteri till rötning respektive förbränningsanläggning ingår inte i analysen.

Rötresten antas klara certifieringen mot regelverket för biogödsel (Avfall Sverige 2014) och få avsättning på jordbruksmark.

Regelverk

Animaliska biprodukter kan uppstå på gården eller under transport till slakt i form av döda djur, när djur eller delar av kroppen efter slakt bedöms vara otjänlig som livsmedel, eller när andra livsmedelsdugliga produkter inte används som livsmedel. Hur avfallet klassas och hur det ska behandlas bestäms av ABP- regelverket.

Relevanta regelverket för omhändertagande av ABP inkluderar animaliska biproduktsförordningen (EG nr 1774/2002) och den svenska förordningen om avfallsförbränning (SFS 2002:1060).

Animaliska biprodukter (ABP) är allt från djurriket som inte är livsmedel och inkluderar döda djur från uppfödning och biprodukter från slakt, styckning och chark som inte är avsedda som livsmedel.

- ABP1 – material som ska destrueras genom förbränning, t.ex. djur som misstänks eller bekräftats ha TSE (galna ko-sjukan), djur som misstänks vara infekterade med sjukdomar som kan överföras till människor eller djur, eller specificerat riskmaterial (SRM).
- ABP2 – material som efter sterilisering får utnyttjas för viss begränsad teknisk användning, inklusive naturgödsel (alla slags exkrementer från produktionsdjur), mag- och tarmsystemet samt samlade animaliska partiklar som silas bort från avloppsvatten från slakterier.

Karensmjölk (mjölk som innehåller rester av antibiotika) klassas som ABP2, men eftersom ingen smitta misstänks får den spridas på mark. Dessutom är allt animalisk material som inte är definierat som ABP1 eller 3 klassat som ABP2.

- ABP3 – material som efter uppvärmning (70 °C i minst 1 timme) får användas som foder till sällskapsdjur. Exempel på sådant är livsmedel tjäniliga delar från slaktade djur, skal, blod, hudar, skinn, hovar, fjädrar m.m. från djur som inte visat några kliniska tecken på sådana sjukdomar som kan överföras till människor eller djur via produkten. Även matavfall med animaliskt innehåll från restauranger, storkök och hushållskök tillhör ABP3. Förordningen ovan gäller för matavfall som ska rötas, komposteras eller användas som djurfoder. Vassle och färsk mjölk utgör också normalt sett ABP 3 och får, under vissa förutsättningar, användas som foder.

I fall ABP3 blandas med ABP2- eller ABP1-material, måste allt omhändertas som ABP2 respektive ABP1.

Lagring av ABP ska ske i slutna behållare eller fryst. Malning och syring är vanligt förekommande vid lagring.

Rötning av matavfalls-ABP (förekommer emellertid inte i aktuellt system) kräver förbehandling som säkerställer hygienisering / sterilisering enligt Naturvårdsverkets allmänna råd om metoder för rötning och kompostering av avfall (NFS 2003:15).

Naturgödsel och mag- och tarminnehåll får spridas på jordbruksmark utan hygienisering eftersom Jordbruksverket anser att det inte medför risk för spridning av allvarliga sjukdomar, men det får inte spridas på betesmark. Naturgödsel och mag- och tarminnehåll får också användas i biogasanläggningar som är certifierade enligt regelverket för biogödsel SPCR 120 (Avfall Sverige 2014).

ABP 1

Idag omvandlas all ABP 1 i Sverige till Biomal som levereras som bränsle till specifika värmeverk som kan och har tillstånd att elda avfall (Leo Virta, personligt meddelande). Konvex AB producerar Biomal av ABP 1 från samtliga svenska slakterier och av djur som dör på gården under primärproduktion. Tidigare var det en del ABP 1, 2 och 3 som förädlades till kött- och benmjöl och fett innan förbränning men numera förbränns ABP 1 och en del ABP 2 och 3 direkt som Biomal.

Svensk Lantbrukstjänst AB samordnar insamling av döda nötkreatur som sedan körs till Konvex i Karlskoga eller Kävlinge för nedmalning till Biomal. Västra Götalands län är delad i två regioner för uppsamling av döda djur: en uppsamlingsverksamhet drivs av JO Svenssons Åkeri i Vara AB i Skara och den andra drivs av Ekebergs Farmartjänst AB i Karlstad.

Efter malning av allt till Biomal transporteras det till stora anläggningar för avfallsförbränning.

Eftersom askan klassificeras som en biprodukt från avfall måste den deponeras, och växtnäringen i den får inte användas.

ABP 2

En del ABP 2 som genereras idag behandlas med samma hanteringskedja som ABP 1 beskriven ovan. Till exempel samordnar Svensk Lantbrukstjänst AB även insamlingen av döda grisar, som normalt sett

utgör kategori 2-avfall. Gårdar med slaktkycklingproduktion har ofta tillstånd att förbränna självdöda djur i egen panna (Wall, personlig kommunikation). Andra alternativ är att förädla det till köttbenmjöl, fett m m eller att röta det. I det senare fallet krävs föregående sterilisering i 120 °C, 3 bar i 20 minuter.

ABP 3

Den största delen av ABP 3-avfallet från slakt och styckning i Sverige går idag till rötning (von Bahr, personlig kommunikation). En mindre mängd ABP 3-avfall uppstår i charktillverkning.

Vassle, vasslepermeat och gränsmjölk avsätts oftast som foder eller som biogassubstrat.

Referensscenario

Hanteringen av animaliska biprodukter från mejeri och ysteri i referensscenariot beskrivs i kapitel Förädling, förpackning och distribution: Gränsprodukt i mejeriet avsätts som foder. En del av vasslen från ysteriet koncentreras genom filter (vasslekoncentrat) och säljs vidare som ingrediens till livsmedelsindustrin medan en del av vasslen förblir flytande och avyttras som djurfoder. Skärspillet från ysteriet rötas.

Kadaver från djurhållningen går till förbränning.

Lösningsscenarier

Som nämnts i kapitlets inledning ingår endast lösningsscenarier för utgångsscenario 2 och 3.

Lösningsscenario 2 Växtnärings- och markanvändning

Se referensscenariot.

Lösningsscenario 3 Klimatpåverkan och fossila resurser

I lösningsscenario 3 går gränsprodukt, flytande vassle och skivspill till rötning.

Sammanställning hantering av animaliska biprodukter

Kadavermängderna från djurhållningen av mjölkkor i Västra Götalands län i de olika scenarierna återfinns i. Dessa mängder går till förbränning i samtliga scenarier.

I Tabell 42 och Tabell 43 nedan sammanfattas hanteringen av animaliska biprodukter i de fyra scenarierna i vid produktionen som beskrivs i kapitel Primärproduktion mjölk och kapitel Förädling, förpackning och distribution.

Tabell 42 Hantering av animaliska biprodukter i mjölksystemet

Per år	Mängder	Referens-scenario	Lösnings-scenario 1	Lösnings-scenario 2	Lösnings-scenario 3
Gränsmjölk	7 404 ton	Foder	Se referens-scenariot	Se referens-scenariot	Rötning
Grädde (40% fett)	5 730 ton	Human-konsumtion	Se referens-scenariot	Se referens-scenariot	Se referens-scenariot

Tabell 43 Hantering av animaliska biprodukter i ostsystemet

Per år	Mängder	Referens-scenario	Lösnings-scenario 1	Lösnings-scenario 2	Lösnings-scenario 3
WPC-Vassleproteinkoncentrat	3191 kg	Human-konsumtion	Se referens-scenariot	Se referens-scenariot	Rötning
Vassle	36145 ton	Foder	Se referens-scenariot	Se referens-scenariot	Rötning
Grädde (40% fett)	4510 ton	Human-konsumtion	Se referens-scenariot	Se referens-scenariot	Se referens-scenariot
Skärspill	2 % av produktionen	Rötning	Rötning	Rötning	Rötning

Utformning av scenarierna - översikt

I Tabell 44 återfinns en översikt över utformningen av de fyra scenarierna i mjölkproduktionssystemet.

Tabell 44 Utformning av referens- och lösningsscenarierna - översikt

	<u>Referensscenario</u>	<u>Lösningsscenario 1</u> "Ekosystem"	<u>Lösningsscenario 2</u> "Växtnäring"	<u>Lösningsscenario 3</u> "Klimat"
Mjölkavkastning, (kg ECM/ko&år)	8 300	11 000	11 000	9 000
Inkalvningsålder (månader)	27	24	24	24
Rekryteringsprocent (%)	38	44%	44%	33%
Dödlighet kalvar (förändring i %)		-70%	-70%	-70%
Dödlighet kor (förändring i %)		-45%	-45%	-43%
Foderstater	Bete, klöver/gräsensilage, betfor, spm, mineraler, protein-krf	Bete, klöver/gräsensilage, betfor, spm, åkerböna, expro, rapskaka, mineraler	Bete, klöver/gräsensilage, majsensilage, betfor, spm, åkerböna, expro, mineraler	Bete, gräsensilage, majsensilage, spm, åkerböna, expro, rapskaka, mineraler
Elanvändning (förändring i %)		-	-	-20%
Gödsel	Flytgödsel	Flytgödsel	Flytgödsel	Flytgödsel
Gödsellagring	Svämtäcke	Svämtäcke	Plastduk + surgörning vid spridning	Surgörning i lager

Karensmjölk (%)	3%	4%	4%	2%
Energianvändning i förädlingen (förändring i %)	---	*	*	-25 %, grön el och biobränslen
Fodermjölk i mejeriet (förändring i %)	---	*	*	-50 %
Svinn i ostbitningen (förändring i %)	---	*	*	-50 % bitningssvinn
Interna kassationer (förändring i %)	---	*	*	Noll
Transportarbete (förändring i %)	---	*	*	-4 % Biodiesel

* Förändringar i denna del av kedjan påverkar huvudsakligen utgångsscenariot 3 "*Klimatpåverkan och fossila resurser*". Några lösningsscenarier har inte fram.

Konsekvensanalyser

Genom att förändra sättet livsmedel produceras kan slutprodukternas kvalitet påverkas på olika sätt, liksom andra aspekter som djurvälstånd och säkerhet. Dessutom finns risk att nya produktionsmetoder kan uppfattas som negativa av konsumenter. I arbetet med att identifiera nya och mer hållbara produktkedjor är det centralt att dessa aspekter inte påverkas negativt. De nya systemen måste hålla samma eller förbättrad standard, annars kommer de nya systemen att ha svårt att bli verklighet. För att förhindra att projektet utvecklar system som är orealistiska har de föreslagna förändringarnas konsekvenser analyserats med avseende på mikrobiell produktsäkerhet, sensorisk kvalitet, konsumentreaktioner och djurvälstånd. Djurvälstånd är naturligtvis bara relevant fram till djuret avlivats, medan de övriga aspekterna har ett kedje- och produktperspektiv. De experter som utfört dessa så kallade konsekvensanalyser har tillsammans definierat uppgiften och arbetssättet. Skillnaderna mellan områdena är stora, men en gemensam ansats krävs för att analyserna utförs med likartad detaljeringsgrad. I möjligaste mån har kunskap från litteratur använts och refererats, men i många fall är det så väl etablerad kunskap som använts så detta inte varit möjligt. Detta skiljer sig också mellan konsekvensområdena.

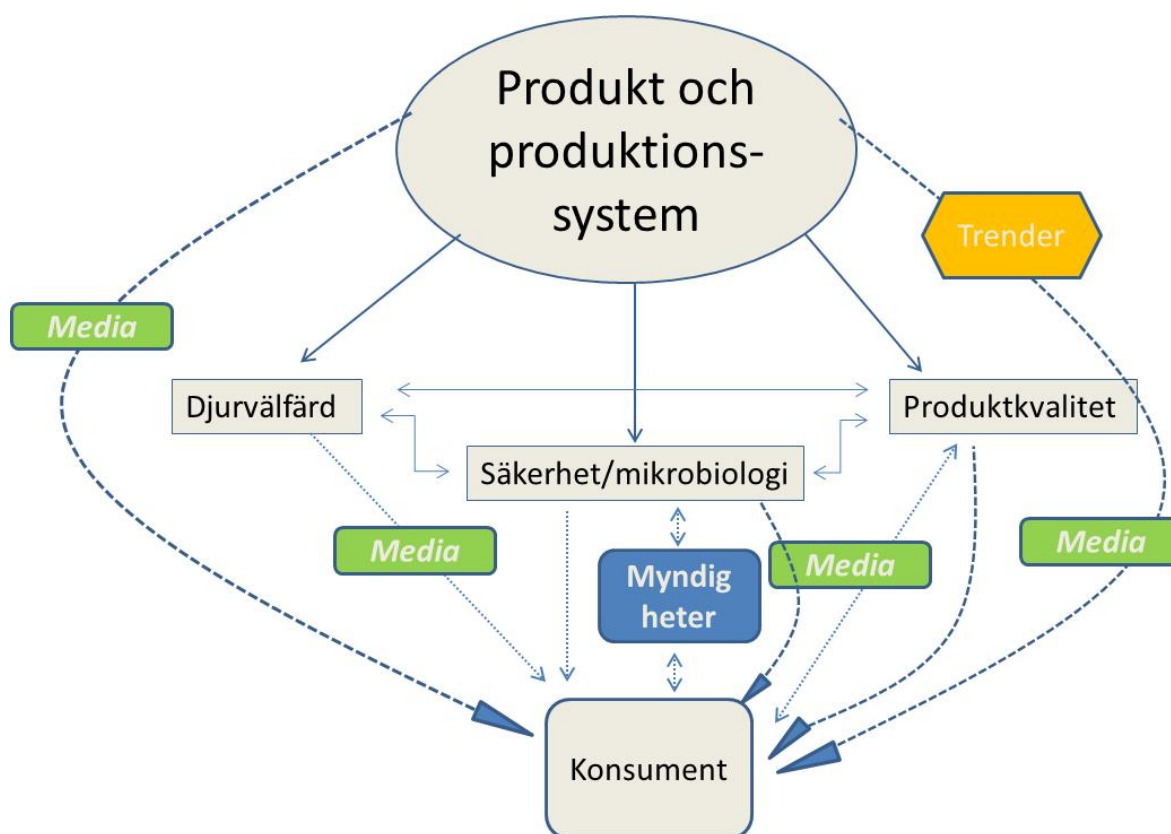
Då projektet arbetar med hypotetiska system så är det inte möjligt att göra kvantifierade konsekvensanalyser, utan ambitionen har varit att utifrån expertis inom de olika konsekvensområdena kvalitativt bedöma tänkbara konsekvenser.

Arbetsprocessen har varit att konsekvensanalysgruppen tagit del av tidiga versioner av produktionssystembeskrivningar och gett återkoppling utifrån sitt område. Återkopplingen har dels bestått av direkta påpekanden att produktkedjorna innebär negativa konsekvenser, dels önskemål om aspekter som måste beskrivas i mer detalj för att en konsekvensanalys ska vara möjlig. Produktionsgrupperna har därefter vid behov omarbetat sina beskrivningar.

I följande avsnitt återfinns de konsekvensanalyser som har bidragit till att utforma de lösningsscenarier som beskrivits i föregående kapitel samt en bedömning av eventuella konsekvenser av de slutliga produktionssystembeskrivningarna. Upplägget av arbetet för alla konsekvensområdet har varit att beskriva följande steg:

1. En allmän beskrivning av konsekvensområdet
2. Identifiering av kritiska punkter i produktkedjan från jord till bord
3. Bedömning av eventuella konsekvenser av de beskrivna produktionssystemen

Många konsekvenser är kopplade, framför allt konsekvenserna för konsumenternas uppfattning beror till stor del på de övriga konsekvensområdena. Exempelvis påverkas konsumenterna av rapporter om bristande djurvälstånd eller mikrobiologiska risker på samma sätt som bristande produktkvalitet får konsekvenser för konsumenternas uppfattning. Därför har vi valt att beskriva konsumentuppfattning som en del i varje konsekvensområde, med en avslutande sammanfattning av konsumentuppfattning. I Figur 6 visas en översiktlig bild av kopplingar mellan konsekvensområden och informationsvägar till konsument.



Figur 6 Översiktlig bild av kopplingar mellan produktionssystemet och konsekvensområden och hur konsumenten får information

Produktkvalitet

Mjölkråvaran

Mjölkråvarans sammansättning och egenskaper har stor betydelse för de resulterande produkternas kvalitet. Mjölkråvarans kvalitet påverkas av en rad faktorer i primärproduktionen, varav de flesta faktorerna kan härröras till genetisk bakgrund, utfodring, laktationsstadium, mjölkningfrekvens, hygien samt juverhälsa (Roupas, 2001). I mejeriernas kvalitetsprogram för mjölkråvaran (se ex. *Kvalitetsprogrammet Arlagården 2014*, www.arla.com) kontrolleras många parametrar som är viktiga för mjölkens kvalitetsegenskaper, såsom innehållet av fett och protein, totalantalet bakterier, sporbildande bakterier (*Bacillus cereus* och *Clostridium thyrobutyricum*), antalet somatiska celler, lukt och smak, förekomst av antibiotikarester (syrningshämmande ämnen) samt mjölkens fryspunkt. Resultaten i de olika analyserna utgör en bas för kvalitetsbetalningen till mjolkproducenten, men används också i förebyggande syfte för att förhindra att avvikelser upprepas, samt i det allmänna kvalitetssäkringsarbetet på gården.

Produktkvalitet konsumtionsmjölk

Viktiga kvalitetsegenskaper för konsumtionsmjölk (k-mjölk) är en stabil produkt där de sensoriska egenskaperna är bevarade minst fram till bäst-före-datumet. Lågpastörisering av mjölkråvaran (72-76°C, 15 s) är den vanligaste typen av värmebehandling i vårt land och produkterna ges i regel ett bäst-före-datum som ligger ca 6-7 dagar fram i tiden. Globalt är s.k. UHT-behandling (ultra-high-temperature) vanligast, dvs. en mycket kraftigare temperaturbehandling (135-140°C, 2-4 s) som resulterar i en extra lång förväntad hållbarhet på flera månader. Vid denna behandling avdödas inte bara de vegetativa bakteriecellerna utan även bakteriesporer, och de flesta enzymer förstörs. I UHT-

mjölk observeras ibland en komplex typ av kvalitetsproblem. Den kraftiga värmebehandlingen av mjölken i kombination med en lång lagringstid ställer höga krav på låg enzymatisk aktivitet, samt optimala betingelser bl.a. avseende produktens pH, proteinsammansättning och kalciumaktivitet. Avvikelser kan resultera i problem som aggregering, sedimentering och gelbildning med negativa konsekvenser för produkternas sensoriska egenskaper och en förkortad hållbarhet (Williams, 2002). Dessa problem är dock inte relevanta för den lågpastöriserade mjölken, och det är i första hand utfodring och fodermedel, hygien (foder-, mjölkknings-, djur-, stall-) samt mjölkens mekaniska hantering och risken för uppkomst av lipolys (Griffiths, 2010; Deeth, 2006), som är begränsande avseende k-mjölkens kvalitet.

Kvalitetskriterier hos mjölkråvaran vid tillverkning av k-mjölk

Den parameter som i synnerhet under sommaren begränsar k-mjölkens hållbarhet är nivåerna av *B. cereus*-sporer. *B. cereus* är en jordbakterie som kontaminerar mjölken via ströbäddsmaterial, foder, gödsel och under betesperioden direkt ute på betesmarken (Driehuis, 2013). Sporer av bakterien överlever lågpastöriseringen och vid förhöjda nivåer av *B. cereus* i mjölkråvaran i kombination med en något förhöjd lagringstemperatur efter värmebehandlingen ökar risken för tillväxt av vegetativa celler i k-mjölken. Bakterien bryter ned mjölkproteinet på ett sätt som liknar löpets angreppssätt, mjölken koagulerar och det bildas en gel utan att mjölken surnar, mjölken "sötkoagulerar".

De sensoriska egenskaperna hos k-mjölken påverkas i hög utsträckning av smakfel som har sin bakgrund hos mjölkfettets kvalitet. Ökad andel omättat fett i råvaran, som till stor del påverkas av djurens foder, medför ökad risk för oxidationssmak hos k-mjölken. Även om en ökad omätnadsgrad hos mjölkfettet kan betraktas som positivt ur ett hälsoperspektiv, så måste den vägas mot den ökade risken för oxidationssmak hos produkt. Balansen mellan pro- och antioxidanter i fodret och mjölken är viktiga för uppkomsten av detta smakfel (Barrefors et al., 1995). Ytterligare ett vanligt smakfel hänger samman med mjölkfettets kvalitet, dvs. förhöjda nivåer av fria fettsyror och härsken smak. Det är viktigt att optimera mjölkens mekaniska hantering under och efter mjölkningen för att minimera risken för lipolys och fria fettsyror (Deeth, 1996). Fettkulornas stabilitet liksom risken för uppkomst av lipolys påverkas av en rad faktorer såsom mjölkkningsfrekvens (Viking et al., 2006) och sannolikt även av utfodring (Thomson et al., 2005). Likaså är laktationsstadium en bidragande faktor, då lipasaktiviteten är högre i slutet av laktationen (Ahrné och Björck, 1985). Slutligen kan vissa foderkomponenter vid för höga givor bidra till specifika smakfel (Urback, 1990). En sammanställning av kvalitetsaspekter för mjölk presenteras i Tabell 45.

Tabell 45 Kvalitetsaspekter mjölk

Kvalitetsegenskap hos k-mjölken	Kvalitetskriterier hos mjölkråvaran	Kritiska faktorer i produktionen av råvara
Sensoriska egenskaper; lukt, smak och textur	Fri från lukt- och smakfel såsom oxidationssmak	Mjölkfettets omättnadsgrad påverkas av utfodringen, varvid mer omättat fett i fodret leder till ett mer omättat mjölkfett och större risk för oxidationssmak. Viktigt med god balans mellan pro- och antioxidanter.
	Fri från lukt- och smakfel orsakade av förhöjda nivåer av fria fettsyror	Risken för lipolys hänger samman med en rad faktorer, såsom mekanisk hantering av mjölken, mjölkkningsfrekvens och laktationsstadium. Ovarsam hantering av mjölken medför ökad risk att fettkulemembranet skadas vilket underlättar att mjölkfettet bryts ned av mjölkens endogena lipas. Vid ökad mjölkkningsfrekvens samt i början och mot slutet av laktationen är nivåerna av fria fettsyror förhöjda på grund av ökad lipasaktivitet.
Stabil produkt under lagring	Låga nivåer av <i>B. cereus</i> . Vid förhöjda nivåer av <i>B. cereus</i> -sporer i mjölken ökar risken att de vid tillväxt bryter ned mjölkprotein. Det bildas en gel utan att mjölken surnar, mjölken "sötkoagulerar".	<i>B. cereus</i> är en jordbakterie som kontaminerar mjölken via foder, smutsiga juver, ströbädd, mjölkknings-utrustning osv. För att hålla nivåerna av sporer låga är hygien i alla stegen den allra viktigaste faktorn. Halterna av <i>B. cereus</i> är normalt högst under betesperioden, varför mjölkens beräknade hållbarhet ofta är en dag kortare under sommaren.

Specifika aspekter att ta hänsyn till

Hygienaspekter

Faktorer som kan påverka den allmänna hygien i besättningen är avgörande för mjölkråvarans kvalitet (Christiansson et al., 2004). Diskning av mjölkkningsutrustning och mjöltk tank, hygien i samband med mjölkning, foderhygien, dricksvattnets hygieniska kvalitet, hygien på båspallarna mm: allt är kritiskt för produktion av en mjölkråvara av god kvalitet. Med tanke på betydelsen av hygien i kons omgivning är det viktigt att beakta egenskaperna hos det material som används som strö. Studier visar att tillväxten av sporer (*B. cereus*) är lägre i torv och sand än i sågspån och halm (Kolstrup et al., 1999), vilket är positivt för mjölk kvaliteten. Kons liggytor måste hållas fria från gödsel. Gödsel innehåller sporer från fodret, och med gödsel på liggytorna förorenas juver och spenar och det är lätt att mjölken kontamineras i samband med mjölkningen. Frekvent urskrapning av gödsel och urin från liggbåsen är viktigt för att hålla liggbåsen torra. Under betesperioden är det viktigt att hårdgöra drivningsvägar och uppsamlingsfällor för att undvika att sporer kommer in i stallet med jord på klövar, osv. Rengöring av spenar i AMS verkar vara lika effektiv eller bättre än torr

manuell avtorkning, men betydelsen av underhåll och rengöring av AMS-utrustningen bör understrykas. Bakterieinnehållet i mjölk från robotbesättningar och andra stora gårdar är i genomsnitt högre, och innehåller även högre halt termoresistenta bakterier, än mjölk från konventionella gårdar, sannolikt p.g.a mer tekniskt komplicerade mjölkkningsanläggningar och större mjölkttankar (Christiansson et al., 2011).

Utfodring

Ökad utfodring med högkvalitativt grovfoder påverkar mjölkfettets lipidsammansättning så att innehållet av de långa, fleromättade fettsyrorna ökar vilket är positivt ur ett näringsperspektiv (Dewherst et al., 2006). Undersökningar visar att detta gäller vid utfodring av gräs-/klöverensilage, men inte för hö och inte för majsensilage. Klöverensilage ger ofta mer konjugerad linolsyra (CLA) i mjölken, vilket dock kan inhibera fettsyntesen och faktiskt ge en lägre total fetthalt (Bauman & Griinari, 2003). Med en ökad halt av fleromättade fettsyror ökar risken för oxidationssmak om inte den ökade halten av omättade fettsyror balanseras med antioxidanter, t.ex. vitamin A och E. Baljväxter, speciellt rödklöver, kan innehålla höga halter av fytoestrogener, vilket resulterar i estrogena ämnen i mjölken. Det är oklart om de nivåer som observerats har någon betydelse för konsument, men det kan av olika anledningar vara bra att ha kontroll på andel och sort av baljväxter i ensilaget (Höjer et al., 2012). Studier visar att begränsade givor av rapsprodukter troligen inte orsakar några smakfel i mjölken, fettsyrasammansättningen ändras till högre halter av CLA och andra fleromättade fettsyror, vilket i sig är positivt ur ett näringsperspektiv. Vad gäller användningen av bi- och restprodukter till mjölkkor så är det viktigt att försäkra sig om att de sensoriska egenskaperna hos mjölken inte påverkas. Agrodrank är en biprodukt från destilleringen av etanol, och som råvara används vanligen spannmål som vete eller korn. Drink är rikt på protein och mineraler och sammansättningen återspeglar den hos den ursprungliga råvaran. Utfodring med drink har i studier visat sig kunna resultera i en ökning av mjölkens ureahalt, vilket i olika studier visat sig ha en positiv effekt på mjölkens värmestabilitet vid tillverkning av UHT-mjölk.

Juverhälsa

Risken för nyinfektioner och mastit är störst i samband med kalvning. En mastit i tidig laktation påverkar såväl mängden producerad mjölk under laktationen som mjölkens kvalitet, t.ex. avseende proteinsammansättning och risken för proteolys och lipolys. Vid mastit, även dess subkliniska form, förändras mjölkens proteinsammansättning negativt, dvs. mängden kaseiner minskar och mängden vassleproteiner, spec. serumproteiner, ökar (Le Maréchal et al., 2011). Ökad proteolytisk (plasmin)och lipolytisk aktivitet i samband med mastit påverkar också produktkvalitet (Deeth, 2006; Kelly et al., 2006). Betydelsen av kalvningsintervallets längd skulle kunna ha betydelse för juverhälsan och därmed mjölk kvaliteten. Det finns även viktiga rasskillnader, t.ex. avseende djurens hälsoegenskaper. SRB är allmänt friskare än SLB, även avseende mastit, vilket indirekt skulle kunna påverka mjölkens kvalitet. Friskare kor, bättre mjölk kvalitet. Sammanfattningsvis, allt som gynnar juverhälsan, gynnar också mjölk kvalitet.

Specifika aspekter med hänsyn till lösningsscenarierna i HBMV

Det är svårt att peka ut specifika aspekter i de olika lösningsscenarierna som skiljer sig från referensscenariot till den grad att det skulle kunna få konsekvenser för produkten k-mjölk. Det framgår inte tydligt vilken ras som används i de olika scenarierna. SLB har en högre avkastningspotential än SRB, men SRB är känd för att ha bättre juverhälsa, samt något högre fett och

proteinhalt, vilket således skulle kunna vara en fördel ur produktsynpunkt. Under betesperioden får korna i den medelintensiva produktionen i sig hälften av grovfoderintaget via betet, vilket ställer krav på betets kvalitet, inte minst dess hygieniska kvalitet. Majsensilage används i flera alternativ och även här är det viktigt att vara vaksam avseende den hygieniska kvaliteten, med tanke på risken för tillväxt av klostriediesporer. Användningen av rapskaka skulle vid för höga givor ev. kunna påverka mjölkfettets omätnadsgrad och bidra till en ökad risk för oxidationssmak.

Produktkvalitet ost

Ost är kanske den mest komplexa mejeriprodukten, med ett högt inneboende värde. Det är en högkoncentrerad produkt, det åtgår ca 10 kg mjölk per kg producerad ost, och många av våra svenska hårdostar kräver en relativt lång lagringsperiod efter själva ystningen för att osten ska mogna och utvecklas. Ost av en speciell typ har specifika karaktäristiska drag avseende de sensoriska egenskaperna, dvs. för osttypen karaktäristiskt utseende, textur, lukt och smak. Stabil produktion av en specifik ost kräver att råvarans sammansättning och egenskaper inte avviker eller varierar för mycket, men självklart påverkas produktkvalitet även av starterkultur, löpe, de olika stegen i ystningsprocessen, samt efterföljande hantering av osten. I synnerhet mjölkens proteinhalt och proteinsammansättning är viktiga kvalitetsparametrar för ystmjölkens koaguleringssegenskaper, för ostutbyte och produktkvalitet (Roupas, 2001). Dålig juverhälsa hos mjölkkorna medför stor risk att mjölkråvarans sammansättning avviker i en rad parametrar, främst proteinsammansättning, pH, enzymatisk aktivitet, med negativa konsekvenser för mjölkens koaguleringssegenskaper (Le Maréchal, 2011). Aktiviteten hos starterkultur och löpe är beroende av mjölkråvarans sammansättning och egenskaper och i synnerhet ost med lång lagringstid fram till slutlig produkt är känslig för avvikelser i råvaran, vilket i slutändan kan få allvarliga konsekvenser för produktkvalitet och lönsamhet.

Kvalitetskriterier hos mjölkråvaran vid tillverkning av ost

Mjölkråvarans proteinsammansättning är en avgörande kvalitetsparameter för ost och de viktigaste proteinerna ur ett teknologiskt perspektiv är kaseinerna. Dessa utgör ca 80 % av mjölkens totala proteiner och är när det gäller ost viktiga för såväl utbyte som kvalitet. Proteinsammansättningen beror bl.a. på genetiska skillnader mellan raser och genetisk polymorfism i mjölkproteiner gör att det även förekommer olika genetiska varianter av ett specifikt protein hos olika individer som tillhör samma ras (Jakob and Puhan, 1992; Caroli et al., 2009). I takt med att allt fler mjölkkor genotypas har ett stort antal studier av olika genetiska proteinvarianters koaguleringssegenskaper genomförts och vissa genetiska varianter av kaseinerna har visat sig medföra bättre koaguleringssegenskaper och ett större ostutbyte (t.ex. Gustavsson et al., 2014). Detta skapar möjlighet att optimera mjölkens sammansättning utifrån vad den ska förädlas till, såsom ost, möjligheter som inte utnyttjas i någon större utsträckning i Sverige idag. Den kanske enskilt viktigaste faktorn med betydelse för mjölkens sammansättning och egenskaper är god juverhälsa. Vid mastit, inklusive den mildare sub-kliniska formen av sjukdomen, förändras mjölkens sammansättning och ystningsegenskaperna försämras (Le Maréchal et al., 2011). Proteinsammansättningen förändras så att andelen kaseiner av totalprotein minskar, olika serumkomponenter går över i mjölken (inklusive NaCl), pH ökar och mjölkens enzymatisk aktivitet (proteolys, lipolys) ökar (Kelly et al., 2006). Förändringarna påverkar olika steg i ystningen och slutprodukts kvalitet påverkas negativt. Fodret anses ha en relativt liten betydelse för mjölkens proteinsammansättning och ystningsegenskaper, åtminstone så länge som kons proteinbehov är uppfyllt. Viktiga är de foderhygieniska aspekterna, speciellt vid utfodring med ensilage. Smörsyrasporer (*C. thyrobutyricum*) tillväxer ofta i ensilage av låg kvalitet, vilket kan resultera i ostar med defekt smak och textur, s.k. smörsyrajästa ostar.

Kvalitetssegenskap hos osten	Kvalitetskriterier hos mjölkkråvaran	Kritiska faktorer i produktionen av råvara
Sensoriska egenskaper; karaktäristisk lukt och smak, samt textur	Hög proteinhalt och -kvalitet	Valet av avelsdjur. God juverhälsa.
	God hygienisk (mikrobiologisk) kvalitet, i synnerhet låga nivåer av smörsyrabakterier (<i>C. thyrobutyricum</i>)	God foderhygien, i synnerhet vid ensilering
	Råvara med "normal sammansättning". Låga nivåer av somatiska celler (SCC) som utgör markör för en rad oönskade förändringar i mjölkens sammansättning och egenskaper, såsom aktiviteten av proteolytiska enzymer, i första hand plasmin. Mjölkens sammansättning avviker även i sen laktation och är inte heller då optimal för ystning.	Åtgärder som förebygger sjukdom (mastit) och verkar för god juverhälsa. Hygien i samband med mjölkning, kalvning, kons omgivning. Sjuka kor separeras från övriga kor.

Specifika aspekter att ta hänsyn till

Mjölk från friska juver

Risken för nyinfektioner och mastit är störst i samband med kalvning. En mastit i tidig laktation påverkar såväl mängden producerad mjölk under laktationen som mjölkens kvalitet, t.ex. avseende proteinsammansättning och proteolys (Le Maréchal, 2011). Vid mastit, även dess subkliniska form, förändras mjölkens proteinsammansättning negativt, dvs. mängden kaseiner minskar och mängden vassleproteiner, spec. serumprotein, ökar. Detta har negativa konsekvenser för utbyte och produktkvalitet. Ökad proteolytisk och lipolytisk aktivitet i samband med mastit påverkar också produktkvalitet. Plasmin är det proteas som har störst betydelse för nedbrytningen av mjölkens proteiner, och enzymet är värmeresistent, dvs. är aktivt efter pastöriseringen (Bastian and Brown, 1996). Hög plasminaktivitet bidrar till nedbrytning av kasein och minskat utbyte, även om dess aktivitet till viss del bidrar positivt under ostmognad. Vid mastit ökar även antalet somatiska celler som innehåller cellulära proteaser (Roux et al., 2003). Betydelsen av kalvningsintervallens längd skulle kunna ha betydelse för juverhälsan och därmed mjölk kvaliteten på så sätt att ett längre kalvningsintervall inte sätter samma press på kon eftersom hon är med om färre kalvningar under sin livstid. Sammanfattningsvis, allt som gynnar juverhälsan, gynnar också mjölk kvaliteten.

Hygienaspekter

Faktorer som kan påverka den allmänna hygien i besättningen är avgörande för mjölkens kvalitet. Diskning av mjölkningutrustning och mjölk tank, hygien i samband med mjölkning, foderhygien, drickvattnets hygieniska kvalitet, hygien på båspallarna: allt är kritiskt för produktion av en mjölkkråvara av god kvalitet. Pastöriseringen avdödar de flesta bakterierna (i första hand de

sjukdomsframkallande) men vid höga bakterietal i råvaran finns risk för förhöjda nivåer av bakteriernas värmeresistenta enzymer. De värmeresistenta enzymerna (t.ex. från psykrotrofa bakterier som *Pseudomonas*) är aktiva även efter pastöriseringen och kan därför fortsätta bryta ned lipider och proteiner i mejeriprodukter med längre lagringstider, såsom UHT-mjölk, smör, och ost (Sörhaug and Stepaniak, 1997). Deras aktivitet resulterar i peptider och fria fettsyror och orsakar bl.a. smakfel. Vidare så överlever sporformande bakterier och andra värmeresistenta bakterier lågpastöriseringen (HTST, 72°C i 15 sek). *C. thyrobutyricum* (smörsyrasporer) är en sporbildande jordbakterie och förhöjda halter i mjölken är associerade med utfodring med ensilage under stallperioden. Sporerna utvecklas till vegetativa celler i ostmassan och deras fermentering av laktat till smörsyra, metan och koldioxid orsakar relativt sent under ostmognaden smörsyrajästning i hårdostar, i första hand ostar som tillverkas med propionsyrabakteriekulturer, t.ex. Grevé-ost (Das Gupta and Hull, 1989). God hygien i kons närmiljö är av stor betydelse för mjölkråvarans kvalitet och det är viktigt att beakta egenskaperna hos det material som används som strö. Studier visar att tillväxten av sporer är lägre i torv och sand än i sågspån och halm (Kolstrup et al., 1999), vilket är positivt för mjölk kvaliteten. Kons liggytor måste hållas fria från gödsel. Gödsel innehåller sporer från fodret, och med gödsel på liggytorna förorenas juver och spenar och det är lätt att mjölken kontamineras i samband med mjölkningen. Frekvent urskrapning av gödsel och urin från liggbåsen är viktigt för att hålla liggbåsen torra. Rengöring av spenar i AMS verkar vara lika effektiv eller bättre än torr manuell avtorkning, men betydelsen av underhåll och rengöring av AMS-utrustningen bör understrykas.

Utfodring

Utfodring med ökad andel högkvalitativt grovfoder påverkar mjölkfettets lipidsammansättningen så att innehållet av de långa, fleromättade fettsyrorna ökar vilket är positivt ur ett näringsperspektiv (Dewherst et al., 2006). Med en ökad halt av fleromättade fettsyror ökar emellertid risken för oxidationssmak om detta inte balanseras med antioxidanter, t.ex. vitamin A och E. Viktiga är de foderhygieniska aspekterna, speciellt vid utfodring med ensilage. Smörsyrasporer (*C. thyrobutyricum*) tillväxer ofta i ensilage av låg kvalitet, vilket kan resultera i ostar med defekt smak och textur, s.k. smörsyrajästa ostar.

Specifika aspekter med hänsyn till lösningsscenarierna i HBMV

Det är svårt att peka ut specifika aspekter i de olika lösningsscenarierna som skiljer sig från referensscenariot till den grad att det skulle få konsekvenser för produkten ost. Det framgår inte tydligt vilken ras som används i de olika scenarierna. SLB har en högre avkastningspotential än SRB, som dock är känd för att ha bättre juverhälsa, samt något högre fett och proteinhalt, vilket således skulle kunna vara en fördel ur produktsynpunkt. Under betesperioden får korna i den medelintensiva produktionen i sig hälften av grovfoderintaget via betet, vilket ställer krav på betets kvalitet, inte minst dess hygieniska kvalitet. Majsensilage används i flera alternativ, och även här är det viktigt att vara vaksam avseende den hygieniska kvaliteten, med tanke på risken för tillväxt av klostridiesporer.

Produktsäkerhet

Bakgrund

I projektet "Hållbara matvägar" delprojekt Konsekvensanalys görs kvalitativa bedömningar av produktsäkerhet för att säkerställa att säkerheten inte äventyras. Utgångspunkten i analysen är nuläget, dvs. med vanligt förekommande produktions- och tillverkningsteknik. Detta är den baslinje

som eventuella förändringar i produktionskedjor i syfte att öka hållbarheten/uthålligheten ska jämföras med. Syftet är att miljöinriktade åtgärder inte ska försämra produktsäkerhet eller livsmedelsstabilitet/beständighet.

Mål

Målet med detta delprojekt är att beskriva faror i sex produktionslinjer samt göra en första identifiering över vad som kan påverka dessa faror.

Projektupplägg och genomförande

Alla bedömningar är teoretiska och bygger på fakta i litteratur och annan tillgänglig information.

Resultat och diskussion

Faro-översikt

Källan till en mikrobiologisk fara⁸ kan finnas både i primärproduktion och i livsmedelstillverkningen. Exempel på produktionsrelaterade faror är VTEC/EHEC, salmonella och antibiotikaresistenta bakterier; exempel på tillverkningsrelaterade faror är Listeria. Med en bredare definition på fara kan även förskämmande mikroorganismer hanteras på ett liknande sätt som traditionella faror. Problemen återfinns då i framför allt på livsmedelsfabriken, men även hanteringen av cerealier och vegetabilier är central. Här finns ingen hälsofara utan det handlar om risk för svinn av råvaror (ex. cerealier), ökat matsvinn och svag konkurrenskraft hos råvaruproducent/livsmedelsföretag på grund av dålig kvalitet. Utgångspunkten i analysen är nuläget, dvs. med vanligt förekommande produktions- och tillverkningsteknik. Detta är den baslinje som eventuella förändringar i produktionskedjor i syfte att öka hållbarheten/uthålligheten ska jämföras med. Målet är att miljöinriktade åtgärder inte ska försämra produktsäkerhet eller livsmedelsstabilitet/beständighet.

Det är många olika faror i form av mikroorganismer som kan förekomma. Längs med produktionskedjan hanteras dessa faror mer eller mindre effektivt. Exempel på hantering är kontrollprogram för salmonella, stallhygien, pastörisering, processhygien, konserveringsmedel och kylförvaring. Kvar blir ett ofta begränsat antal primära faror som är nära förknippade med humana sjukdomsfall orsakat av ofta specifika livsmedel. Ett exempel på detta är campylobakter som är nära förknippat med kycklingkött. Hygien är av avgörande betydelse för att hantera förskämmande mikroorganismer. Det finns ett större antal förskämmande mikroorganismer; minst 100 arter är kända, men det finns en förvånansvärt stor brist på kunskap.

För att hantera mikrobiologiska risker⁹ måste en riskbedömning göras, baserat på denna kan beslut tas om hur en viss fara ska hanteras. Riskbedömning omfattar flera systematiska steg: faroidentifiering, farokarakterisering, exponeringsbedömning och riskkarakterisering. En komplett riskbedömning är mycket tidskrävande och kräver vetenskapligt underbyggda fakta. Målet med riskbedömningen är att veta vilken faror som måste hanteras, hur farorna påverkas av omgivande faktorer, vilken halt och farlighet en viss fara uppnår. För att bedöma hur omgivningen påverkar en

⁸ Här är fokus på mikrobiologiska faror, men kan i andra sammanhang vara biologiskt, kemiskt eller fysikaliskt agens som skulle kunna ha en negativ hälsoeffekt

⁹ En funktion av [sannolikheten](#) för att en viss händelse inträffar och [konsekvensen](#) av att denna händelse inträffar.

fara görs en bedömning längs hela produktionskedjan för att identifiera var och i vilken utsträckning en fara påverkas av sex olika grundprocesser: tillväxt, avdödning, blandning, fördelning, kontaminering och exponering. Hanteringen av faror görs i livsmedelskedjan med HACCP-planer (Hazard Analysis Critical Control Point; metodik för att identifiera kritiska moment/positioner där en fara aktivt kan begränsas), men även OPRP (Operational Prerequisite Programme; metodik för att hantera styrbara grundförutsättningar vilket till stor del handlar om att förhindra kontaminering genom spridning av bakterier).

I Tabell 46 och Tabell 47 görs en överblick över vilka hälsofaror som kan finnas i produktionskedjan för mjölk och foder respektive ost och foder. Dessa sammanställningar är en utgångspunkterna för att identifiera och karakterisera faror samt för att bedöma hur halten av faran förändras i föreslagna tillverkningskedjor.

Tabell 46 Hälsofaror för konsumtionsmjölk. Faror i kursiv stil är mindre vanliga i dagens produktionssystem

Typ av fara	Fara	Kommentar
Bakterie	Bacillus	Stor överlevnad i sporform
Bakterie	Campylobacter	I Sverige har ett övervakningsprogram för <i>Campylobacter</i> bedrivits sedan 1991. Andelen positiva slaktkycklingsflockar har minskat från 20 till tolv - tretton procent. Kyckling och opastöriserad mjölk är källor.
Bakterie	Listeria	Hos får och nötkreatur ses ofta ett samband med användande av ensilage av dålig kvalitet. Kan överleva i ost gjord på kontaminerad opastöriserad mjölk och kan tillväxa i mögelostar och kittostar.
Bakterie	<i>Salmonella</i>	<i>Salmonellakontrollprogrammet visar att ägg och kött av inhemskt ursprung har en mycket låg förekomst av salmonella (cirka 0,05 procent). Smitta sker via foder till djurbesättningar.</i>
Bakterie	<i>E. coli/VTEC</i>	<i>I Sverige har smittan påvisats framförallt hos nötkreatur, särskilt hos ungdjur. Vid slakt kan slaktkroppar förorenas. Undersökningar har visat att drygt tre procent av nötkreatur som slaktas i Sverige är bärare av E. coli O157. Förekomsten är högre i vissa delar av landet, i till exempel Halland var andelen positiva gårdar 23 procent vid en undersökning 1999.</i>
Bakterie	<i>Mycobacterium bovis</i> <i>M. tuberculosis</i>	<i>De nordiska länderna är sedan många år fria från tuberkulos hos nötkreatur. Sjukdomen smittar framför allt genom opastöriserad mjölk från infekterade kor eller som en luftvägsinfektion från sjuka djur och människor.</i>
Bakterie	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>De livsmedel som man oftast sett ligga bakom denna typ av matförgiftning har varit bakverk, såser, smörgåsar med pålägg, skivat kött och ägg.</i>
Mykotoxin	Aflatoxin	<i>Aflatoxin B1, B2, G1 och G2 återfinns huvudsakligen i importerade livsmedel, till exempel majs, jordnötter, paranötter och fikon. Om mjölkproducerande djur äter foder kontaminerat med aflatoxin B1 omvandlas toxinet till M1 i djurens lever varav ca 1 till 2 procent passerar över i mjölken.</i>
Mykotoxin	<i>Fumonisin B1</i>	<i>Förekommer hos framförallt majs, men även hos vete och andra cerealier. Kan ackumuleras i lever och njure hos köttproducerande djur. Mjölk kan kontamineras.</i>

Källor: <http://foodrisk.org>; SMI; SVA; Animal Feed Science and Technology 137 (2007) 299–325; Svensk mjölk

1) opastöriserad

Tabell 47 Hälsofara för ost. Faror i kursiv stil är mindre vanliga i dagens produktionssystem

Typ av fara	Fara	Kommentar
Bakterie	Bacillus	Stor överlevnad i sporform
Bakterie	Campylobacter	I Sverige har ett övervakningsprogram för <i>Campylobacter</i> bedrivits sedan 1991. Andelen positiva slaktkycklingsflockar har minskat från 20 till tolv - tretton procent. Kyckling och opastöriserad mjölk är källor.
Bakterie	Listeria	Hos får och nötkreatur ses ofta ett samband med användande av ensilage av dålig kvalitet. Kan överleva i ost gjord på kontaminerad opastöriserad mjölk och kan tillväxa i mögelostar och kittostar.
Bakterie	Clostridium spp.	Clostridium tyrobutyricum är den viktigaste orsaken till smörsyrjäsning i ost. Ensilage med har orsakat <i>Clostridium botulinum</i> -utbrott hos häst.
Mykotoxin	Aflatoxin	<i>Aflatoxin B1, B2, G1 och G2 återfinns huvudsakligen i importerade livsmedel, till exempel majs, jordnötter, paranötter och fikon. Om mjölkproducerande djur äter foder kontaminerat med aflatoxin B1 omvandlas toxinet till M1 i djurens lever varav ca 1 till 2 procent passerar över i mjölken.</i>
Mykotoxin	Fumonisin B1	<i>Förekommer hos framförallt majs, men även hos vete och andra cerealier. Kan ackumuleras i lever och njure hos köttproducerande djur. Mjölk kan kontamineras.</i>

Källor: <http://foodrisk.org>; SMI; SVA; Animal Feed Science and Technology 137 (2007) 299–325; Svensk mjölk 1) opastöriserad

Förändras något steg i produktionskedjan kan detta innebära att någon fara blir mer vanligt förekommande, eller mindre vanligt förekommande eller att helt nya faror dyker upp.

För att göra en systematisk värdering krävs en bedömning över möjliga faror och hur dessa påverkas längs varje produktionskedjan (mikrobiologisk exponeringsbedömning). Speciellt viktigt är att studera situationer där nya "kretslopp" uppstår och som kan innebära att faror selekteras och anrikas i produktionskedjan. Tuberkulos är ett exempel på anrikning genom att infekterad mjölk returnerades till mjölkbesättningar. BSE är ett exempel på en ny fara som uppstod genom en processteknisk förändring av foder följt av en anrikning i produktionsledet. Salmonella enteritidis uppstod på grund av en koncentrerings till få uppfödare av avelsdjur.

En övergripande genomgång görs nedan över faror i olika produktionskedjor samt en första identifiering över vad som påverkar dessa faror. Några viktiga aspekter på förändringar som kan ha betydelse lyfts fram i texten nedan (markerade med ➡). Därefter görs en kvalitativ bedömning huruvida de föreslagna scenarierna medför ökad risk.

Foder

Foder kan vara infekterat med svamp som bildar mykotoxin. Vissa toxiner kan överföras till mjölken och kan därmed även spridas vidare till ost. Övergången av aflatoxin från foder till mjölk är cirka en till sex procent (SVA, 2014). Om mjölkproducerande djur äter foder kontaminerat med aflatoxin B1 och B2 omvandlas toxinet i djurens lever till M1 och 2, vilka är betydligt mindre carcinogena för

människor än B1 och B2. För fusariumtoxiner DON och ZEA finns riktvärden hur mycket foderspannmål får innehålla (Jordbruksverket, 2014). Ochratoxin A bryts i normalfall hos idisslare ned i vommen av protozoerna och är därmed ett mindre problem.

➡ Nya foderslag: Håll koll på utsatthet för mögeltillväxt och eventuell bildning av potenta mykotoxiner. Om så är fallet krävs kunskap om passage till mjölk.

De föreslagna scenarierna innebär inte introduktion av nya fodermedel, men en ökning av raps och grovfoder. Sannolikhet för negativa konsekvenser är liten

Stall

Hygiennivån i stallet är viktig för att minimera kontaminering vid mjölkningen. Djurens hälsostatus är en annan viktig fråga eftersom infektioner i ex vis juver kan överföras till mjölken. Vidare innebär förekomst av zoonotiska bakterier i tarmfloran en spridning till djurets hud, spenar men även till stallmiljön. För hantering av bakterier såsom salmonella, VTEC och yersinia krävs en komplex strategi som omfattar eliminering av smittade djur, sanering av stallmiljön, förhindar förekomst av flugor, kontroll över inflöden av foder, djur och utrustning/fordon samt kontroll över utflöden av djur, gödsel och utrustning/fordon.

Det finns 12 viktiga källor för ett 30-tal mikroorganismer/farors spridning till mjölkråvara och djur; källorna är foder, vatten, jord, luft, skadade djur, gödsel, djurhälsa, juvervård, strömedel, diskingsutrustning, mjölkkrum och personal (Christiansson *et al* 2004). Speciellt bakterier som klarar pastörisering av mjölk (s.k. pastöriseringsöverlevare) behöver hanteras på gårdsnivå. *B. cereus* är en sådan bakterie; den förekommer i jord och i strömaterial i stall och kan kontaminera spenarna på kor och förs vidare till mjölken. Noggrann rengöring av spenar före mjölkning är en viktig förebyggande åtgärd. *B. cereus* och andra värmetåliga bakterier kan också förekomma i mjölkkningsanläggningen med risk för kontamination av mjölken och överlevnad under pastöriseringen.

➡ Nya foderslag: Håll koll på förekomst av salmonella med flera patogener. Kan nya foder ge positiva effekter på tarmfloran?

➡ Nya rutiner in- utflöden: Håll koll på nya spridningsvägar via gödsel. Håll koll på etablering av bakterier i djuruppfödning, från avel, uppfödningssystem till förmedling.

➡ Ökad utedrift: Jord är en vanlig källa till mikroorganismer. För mjölk är det speciellt förekomst av sporbildande bacillus som kan kontaminera exempelvis spenar. Miljösmitta som åvatten, betesmark är en känd för EHEC.

De föreslagna scenarierna innebär inte introduktion av nya foderslag eller gödselhanterings- eller inhysningssystem.

Produktionssystemen i Scenario 1 och 2 innebär ett minskat intag av betesfoder, med samma betesperiod. Detta åstadkoms med mer av rastbeten, vilket möjligen skulle kunna öka risken för sporbildande bacillus då det är fler djur på mindre yta.

Clostridium tyrobutyricum kan orsaka kvalitetsproblem i ost (Andersson *et al*, 2008). Åtgärder för att förebygga kvalitetsfel kan göras i hela kedjan från vallodling till ostlager. Noggrannhet vid ensilagetillverkning och mjölkkningshygien är två viktiga åtgärder. Nitrat används för att hämma tillväxt av klostridier. *Streptococcus thermophilus* och eventuellt *Bacillus licheniformis* kan överleva

pastörisering och kan orsaka smak- och texturfel i ost (Christiansson, 2003). Långa körtider i pastör utan rengöring och desinfektion är en känd orsak. Vid UF-koncentrering av ystmjolk och lång driftstid kan olika *Bacillus*-arter förökas med smakfel som följd i lagrad ost. Laktobaciller kan återkontaminera ystmjölken efter pastörisering, en tillväxt i pastören skulle kunna leda till kvalitetspåverkan.

- ➡ Ensilage tillverkas så att klostridier undviks.
- ➡ Hög mjölkningshygien är centralt
- ➡ Långa körtider av pastören ska undvikas
- ➡ Nitrat används mot klostridier
- ➡ En särskild utredning behövs vid användning av opastöriserad mjölk

I alla lösningsscenarier så ökar andelen ensilage i foderstaterna. Detta skulle kunna utgöra en ökad risk för klostridier i mjölken,

Övriga potentiella risker bedöms inte öka i lösningsscenarierna.

Tillverkning - konsumtionsmjölk

Mjölkråvarans innehåll av mikroorganismer kan påverkas av ändrade förhållanden i primärproduktionen och därmed kan säkerhet och kvalitet av konsumtionsmjölk påverkas. Pastörisering ger en mycket kraftig riskreduktion, med undantag av sporbildare som *Bacillus cereus* (Christiansson *et al*, 2004).

Det finns andra grupper av bakterier som kan överleva pastöriseringen, som coryneformer och kocker. Dessa så kallade pastöriseringsöverlevande bakterier orsakas ofta av dålig disk av mjölkningsanläggningen på gårdsnivå. Återkontamination med gramnegativa bakterier som *Pseudomonas* sker vanligtvis i förpackningssteget och är begränsande för hållbarheten av pastöriserad mjölk och grädde (Christiansson *et al*, 2003).

- ➡ Processhygien och välfungerande rengöring är avgörande.

De föreslagna scenarierna innehåller inga förändringar som innebär ökad risk.

Lagring - konsumtionsmjölk

Förekomst av psykrotrofa *B. cereus* i konsumtionsmjölk innebär en mycket liten hälsorisk (Christensson, 2008). En låg kylförvaringstemperatur och en begränsning av hållbarhetsdatum är viktiga åtgärder. Under sommar och tidig höst är halten högre i pastöriserad mjölk. Vid 8°C ses en tydlig årstidsvariation med högre *B. cereus*-halt i pastöriserad mjölk under sommar och tidig höst än på vintern. Detta beror på att mjölken oftast innehåller mera sporer från gården under betesperioden än under stallperioden.

- ➡ Låg kylförvaringstemperatur är viktigt för säkerhet och hållbarhetstid av konsumtionsmjölk.

De föreslagna scenarierna innehåller inga förändringar som innebär ökad risk.

Djurhälsa/välfärd och djurskydd

Vad påverkar djurhälsa och djurvälfärd?

Det är allmänt accepterat att en god djurvälfärd förutsätter god hälsa men att det också är mer än bara frihet från sjukdom (Gunnarsson 2006; Keeling et al, 2011). Välfärd är ett karakteristikum hos ett individuellt djur och rör effekterna av individens genetiska bakgrund och miljö, samt samspelet mellan dessa. Oavsett vilken definition av djurvälfärd man väljer¹⁰, är det kons närmiljö, utfodring och skötsel som påverkar kon.

Det kan vara värt att tillägga att ev. försämringar i djurhälsa i form av ökad förekomst av sjukdom och ökad dödlighet även påverkar miljö och ekonomi negativt eftersom det leder till minskad produktion och/eller försämrade kvaliteten på det som produceras. Som exempel kan nämnas att en ko som drabbas av juverinflammation producerar mindre mängd av mjölk och mjölken har oftast sämre kvalitet i form av ökat antal celler per liter mjölk. En juverinflammation måste nästan alltid behandlas med antibiotika, vilket dels leder till att mjölken måste kasseras på grund av läkemedelsrester, dels kan leda till att antibiotikabehandlingen riskerar att påverka den mikrobiella miljön i kons närhet och ev. påverka förekomsten av resistensanlag bland bakterier. Eftersom insatsmedlen (brutto) är ungefär de samma för en djurhållning där djuren kan hållas friska, som för en djurhållning med många sjuka djur, så kommer sjukdom i princip alltid att leda till produktionsbortfall och därmed en nettoökning av miljöbelastningen.

Kort sagt: om det blir fler djur som blir sjuka och kräver behandling så försämras produktionen, vilket försämrar ekonomin och ökar miljöbelastningen (energiförbrukningen mm.) per insatsenhet. Dessutom ökar riskerna för spridning av läkemedelsrester och mikrobiella resistensanlag i miljön.

Vilka delar inom av lösningsscenarierna är relevanta att utvärdera ur ett djurhälso- och djurskyddsperspektiv?

För att kunna göra en avgränsning om när djurhälsa och djurvälfärd är relevant inom scenarierna behöver man fastställa det tidspann där kon teoretiskt kan uppleva välfärd. Det är sannolikt att detta tidspann börjar när det enskilda djuret föds, men det kan finnas faktorer som påverkar djuret innan födsel och som har bäring på problematiken. Därför finns det en poäng med att här tydliggöra den relevanta tiden. I en vid mening har tiden från att kalven föds och fram till att den slaktas ut som mjölkko och är avblodad på slakteriet (döden inträder) betydelse för djurets hälsa och välfärd.

Potentiellt riskfyllda skeden

Potentiellt riskfyllda skeden

Förutom kons kontinuerliga liv, så finns det skeden i livet som ökar risken för påverkan på djurhälsan och välfärden. Dessa är

- Förlossning och kalvens första levnadsdygn

¹⁰ Tre olika huvudinriktningar för hur välfärd kan definieras kan urskiljas i de senaste decenniernas välfärdsdebatt:

- Välfärd föreligger när djuret är i balans och harmoni med sin omgivning (Hughes, 1988).
- Välfärd definieras som djurets fysiologiska och etologiska förmåga att hantera sin miljö. Enligt denna definition skall symtom på stress eller nedsatt funktion ses som tecken på försämrade välfärd (Broom, 1996).
- Välfärd är enbart den subjektiva upplevelsen hos det enskilda djuret. Välfärden hos ett djur är inte beroende av att det har sjukdomar som ej påverkar dess känslor (Duncan, 1996)

- Inhysning och gruppindelning av kalvarna
- Första dräktigheten och förslossning
- Mjolkperiod
- Sinperiod
- Kalvning
- Transport till slakteri och uppställning på slakteri
- Drivning, bedövning och avblodning

De faktorer som kan påverka djurets hälsa och välfärd före födseln är den genetiska potential, och hur moderkon inhysts, utfodrats och hanterats under dräktigheten. Mjölkoaveln har sedan länge i Sverige precis som i resten av världen varit inriktad på mjölkavkastning. Dock har sedan några decennier även andra parametrar såsom juver- och klövhälsa och exteriöra egenskaper som påverkar mjölkningssmetod, vägts in. En del negativa aspekter av hälsa och välfärd som varit kontraproduktiva för en rationell mjölkproduktion har avlats bort, men det finns även en del välfärdsproblem som är kopplade till den höga avkastningen hos den enskilda kon (Rodriguez-Martinez et al., 2008). Till exempel kan bieffekter av aveln vara i konflikt med en god djurvälfärd, genom ökad risk för ämnesomsättningsstörningar (t.ex. acetonemi och löpmagsförskjutning) (Stengärde et al., 2012).

Inhysning, skötsel och utfodring av kalven, den dräktiga kvigan och den vuxna mjölkkon är central för att främja djurets hälsa och produktionsförmåga (Hultgren et al., 2011). Lösningsscenarierna omfattar inga stora förändringar som leder till skillnader i förhållande till referensscenariot i detta avseende, eftersom alla djuren inhyses på samma sätt och i överensstämmelse med djurskyddslagens minimikrav.

När det gäller inkalvningsålder så skiljer scenarierna sig från referensscenariet, genom att man beräknar att kvigan får sin första kalv vid 24 månaders ålder jämfört med 27 månader. Studier har visat att en högre inkalvningsålder (28.2–30.9 månader) löper en 20% högre risk att slås ut för tidigt, jämfört med en kviga som kalvade in vid under 25 månaders ålder (Hultgren och Svensson, 2009). Vilket gör att det inte finns en öka risk för sämre djurvälfärd vid den lägre inkalvningsålder, snarare tvärtom (Hultgren et al. 2011).

I scenariot 'Medelhög intensitet' så har SRB-kor valts och sjukdomsläget har i flera studier generellt befunnit vara bättre för SRB än för Svensk Holstein (tidigare SLB) (t.ex. Schneider et al., 2007), men de finns även studier som funnit på motsatsen (Hultgren et al., 2011).

I scenariot 'Hög intensitet' har en högre foderintensitet för ökad avkastning valts, vilket kan öka risken för ökad sjuklighet (Rodriguez-Martinez et al., 2008) och det kan även leda till en lösare gödsel, vilket kan öka risken för mer klövproblem, såsom klövröta (Holzhauer et al., 2008). Dock är det andra faktorer som kan spela in för huruvida det faktiskt blir så (Hultgren et al. 2004).

De kor som utfodras mer intensivt får en foderstat som innehåller större andel kraftfoder och därmed mindre andel grovfoder. Detta gör att de löper större risk för sjukdomar och störningar som är kopplade till den ökade kraftfodermängden, vilket ökar påfrestningarna på våmmens mikroflora. Variationer i foderstat och foderbyten kan också störa våmfloran. Framför allt handlar det om att kraftfodergivan stör våmmens normala balans genom att pH i våmmen sjunker efter att djuret ätit kraftfoder som innehåller mycket stärkelse. Det kan i extrema fall, då djuren förätit sig på kraftfoder

leda till akut våmacidos, som kan vara akut livshotande. Vanligare är dock mildare och mer diffusa symptom på för stora variationer i pH i våmmen, som ger foderleda, fång, trumsjuka (gasansamling i våmmen) och störningar i tillväxt. Ett icke ovanligt sjukdomssymptom är löpmagsförskjutning, vilket sannolikt beror på att ett överskott av stärkelse som inte brutits ner i våmmen hamnar i löpmagen där denna indirekt påverkar löpmagens muskulatur. Störningen av löpmagens normala funktion leder till gasbildning och att löpmagens position kan förskjuta. I värsta fall kan löpmagen bli omvriden, vilket leder till allvarliga sjukdomstillstånd, där kon kan dö till följd av magomvridningen. Även om veterinäringrepp kan häva löpmagsförskjutningen kommer den tillfriskande kon att ha en sämre produktion under resten av laktationsperioden.

I scenariot 'Hög intensitet' beräknas rekryteringsgraden vara 44 % jämfört med 38 % i referensscenariot och 33 % i medelhögintensiva. Detta gör att möjligheterna till en långsiktig avel försämras något eftersom lantbrukaren behöver använda fler kor i en intern rekrytering. Det kanske gör att man använder kor som annars inte uppfyller hälsokriterierna för att man ska lägga på kalvar efter dem. Naturligtvis kan detta ev. lösas med att man köper in kvigor. Men inköp av djur är ofta förknippat med öka risk för att få in smittor i besättningen. Dessutom kräver det att andra gårdar har ett överskott på kvigor av bra kvalitet, och så är det inte om utvecklingen är liknande i alla besättning. En så hög planerad rekryteringsprocent sätter också fokus på att besättningen behöver ha ett bättre hälsoläge än genomsnittsbesättningen för att rekryteringsbasen av friska kor ska sjunka ytterligare, och ofta blir utfallet sämre än det som planeras eftersom man ofta undervärderar förekomsten av störningar i djurhälsan.

Det finns inget i scenariobeskrivningarna som gör att detta går att utvärdera och det finns i detta fall inga skillnader mellan scenarierna när det gäller sinperioder och kalvningar. Dock kan det i de fall man vill utöka betesmöjligheterna på en gård med den extensiva uppfödningen, kan det bli så att man inom den befintliga gårdens ägor tar en större andel av möjlig betesmark i anspråk. Det leder till att sinkor, som har lägre krav på näringsvärde (kräver mindre protein), kanske måste beta även marker som är för blöta för att vara bra betesmark. Dessa förhållanden är inte ovanligt i Västra Götalands län, där klimatet är något regnigare än i Sveriges östligare delar. Den kan leda till att de nötkreatur som betar dessa blötare marker drabba av parastimasken Stora leverflundran. Stora leverflundran (*Fasciola hepatica*) är en parasit som har en vattenlevande snäcka som mellanvärd, vilket gör att parasiten kan smitta djuren när de betar sank och fuktiga betesmarker. Symptomen på stora leverflundran är vanligen diffusa, och det märks oftast inte mycket på djuren mer än att de har en försämrad tillväxt. Vid slakt kasseras levern från smittade djur, eftersom leverflundran som trivs i leverns gallgångar gör att dessa kan bli kraftigt förkalkade och levern blir otjänlig som människoföda.

Det är inte möjligt att med någon större precision går att utvärdera djurhälso- och djurvälståndseffekterna, men eftersom scenarierna inte omfattar några förändringar i utrymme och andra aspekter på djurens närmiljö så kommer inte djurhälsa och djurskydd att försämrats jämfört med dagens läge (Djurskyddslagens minimiregler). Texten beskriver alltså att alla djurutrymmen uppfyller de minimivillkor som finns i den nuvarande djurskyddslagen (SFS 1988: 534), vilket gör att vi kan anta att djuren i övrigt inte kommer att utsättas för någon ökad risk i förhållande till de nuvarande förhållandena i Sverige. I samtliga scenarier hålls korna på bete under en del av året om än i olika omfattning, vilket påverkar deras hälsa och möjligheter att bete sig naturligt. De positiva effekterna är att de får röra sig fritt vilket gör att de tränar sina muskler och leder och får sitt rörelsebehov tillgodosett. Det är bl.a. förekomsten av allmän dödlighet, hälta, klövproblem,

spenskador, juverinflammationer, kalvningssvårigheter, kvarbliven efterbörd och olika infektioner minskar om korna får gå på bete (EFSA, 2009a, 2009b). Exempelvis kan nämnas att risken för juverinflammation är fördubblad i system och risken för att avlivas pga juverinflammation är 8 gånger högre på gårdar där korna inte kan beta en stor del av året (Washburn et al. 2002). Den positiva effekten av bete är även större på klövsjukdomar. Om de går på goda betesmarker där de kan röra sig över stora områden så förbättras klövhälsan eftersom de vistas på ett torrt, och mjuk underlag som inte är nedsmutsat med gödsel. Det gör att minskad risk för klövröta och fångrelaterade klövskador (de som beror på tryckskador på klöven). Vidare såg man i en dansk studie att en lång betesdag (>9 timmar per dag) halverade förekomsten av klövskador, medan en kortare betesperiod (3-9 timmar) inte minskade klövproblemen i samma utsträckning jämfört med att korna inte fick beta alls (Burow et al., 2013).

Kontrollprogram och hälsa

Kontrollprogram och hälsokontroller är viktigt för att kunna upprätthålla djurhälso- och djurvälstånd.

De olika scenarierna omfattar inga förändringar med avseende på kontrollprogram och hälsokontroller.

Transport från gård till slakteri

Långvarig stress innan slakt (från gård till slakteri) kan leda till djurhälso- och djurskyddsproblem som bland annat manifesterar sig i en försämrad köttkvalitet som t.ex. DFD-defekt. Den faktor som är av störst betydelse för transporter inom de reglerade tidslängderna är hur på- och avlastning sker, samt hur djuren grupperas i samband med transport och avlastning, samt att personalen är utbildad och skicklig (vilket är ett lagkrav). Det är viktigt med en så stressfri transport som möjligt. Scenarierna är i samtliga fall för rudimentära för att man ska kunna göra en bedömning av djurvälstånd, men då rådande regelverk kommer att följas så kan man anta att det inte föreligger några stora djurvälståndsskillnader från dagens situation. Djurtransporter regleras av Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om transport av levande djur (SJVFS 2010:2).

Slakteri

För installning, pådrivning och bedövning gäller samma som har nämnts under transport.

Rådande regelverk för att hanteringen vid bedövning och slakt återfinns i SJVFS 2012:27.

Fotnot om Djurvälstånd och konsumentperspektiv

Det som ovan skrivits om djurvälstånd är relaterat till ett individuellt djur och i samspel den miljö och hantering som djuret utsätts för. En annan aspekt av djurvälstånd är hur producenter, konsumenter och allmänhet uppfattar djurvälstånd. Bilden av djurvälstånd hos dessa intressegrupper kan skilja sig från den djurvälstånd som man vetenskapligt kan uppmäta hos det specifika djuret. Synen kan dessutom skilja sig avsevärt mellan de olika intressenterna. Det kan gälla vad som är viktigt för djuret; tillväxthastighet, sjukdomsförekomst och möjligheten att utföra naturliga beteenden. Det är därför viktigt när man talar om djurvälstånd att veta om det handlar om den faktiska välfärden hos djuren eller tolkningen av vad som är god djurvälstånd hos de olika intressenterna (Spooner et al., 2014). För nötkreatur så synes tillgången till bete och utomhusvistelse vara viktigt för konsumenter.

Konsumentaspekter

En förenklad genomgång har gjorts över vilka potentiella faror, risker och andra konsumentupplevda aspekter som kan kopplas samman med mjölk. Inom ramen för projektet har det inte funnits utrymme att genomföra undersökningar, texten är istället baserad på erfarenheter och antaganden. Konsumenten kan uppleva faror, risker och ha mer eller mindre starka uppfattningar om olika delar längs hela livsmedelskedjan, från primärproduktion till processtekniker och hantering av livsmedel. Bekämpningsmedel, djurvälstånd, process/tillverkning och transporter berör alla konsumenter olika. Målet med detta projekt är att skapa mer hållbara produktionskedjor som inte försämrar konsumentens förtroende för livsmedlet. Nedan följer en konsekvensanalys som berör mjölk ur ett konsumentperspektiv.

Genom större eller mindre förändringar i livsmedelskedjan, även om de av många anledningar är till det bättre, kan slutprodukten skilja sig från den ursprungliga. Den ursprungliga produkten är den produkt som konsumenten känner igen och brukar köpa. Den sensoriska upplevelsen, produktens utseende, doft, smak och konsistens kan komma att påverka hur konsumenten upplever produkten och i nästa steg uppskattar/gillar den. Förändringar i produktens yttre egenskaper, förpackning, märkning och information om produktion och produkt, kan också påverka konsumentens inställning.

Djurvälstånd

Det är även andra bakomliggande orsaker som påverkar hur konsumenter förhåller sig till produkten och när det gäller mjölk är viktiga aspekter t.ex. djurhållning och uppfödning av mjölkkor, val av foder till djuren, att djuren får gå på bete under sommaren, hur korna hanteras i samband med kalvning, vad som händer med kalvarna etc. En del konsumenter känner sig mycket trygga med hur den svenska mjölken produceras och de har kunskap kring den svenska mjölkproduktionen såtillvida att de vet att den är ledande gällande djurvälstånd och att svenska mjölkkor är bland de friskaste i världen. Det finns flertalet gårdar som bjuder in till kosläpp på våren och konsumenten har associationer till att en svensk ko är en glad ko och mjölk är något som är lokalproducerad, nyttigt, genuint och gott. Det finns också en stark tradition i Sverige att mjölk är nyttigt för barn som växer och ger ett bra tillskott av kalcium till vår kost vilket är bra för vår benstomme.

Eftersom mjölk är starkt förknippat med vår barndom och för att det historiskt sett varit en mycket viktig del av vår kost och fortfarande är för många, skapar det också starka reaktioner. Om det skulle visa sig att en mjölkko i Sverige inte har det så bra som konsumenten tror skulle det kunna leda till stor skandal. Att mjölken anses vara en lokalproducerad produkt och att allt annat anses fel har visat sig vid det tillfälle då det uppdagades att Lidl sålde tysk mjölk, eller när butiker i Skåne beslutade sig för att börja sälja mjölk från Arla Foods istället för Skånemejerier. Konsumentreaktionerna var så starka att mjölk från Skånemejerier började säljas igen samt att Lidl idag säljer svensk mjölk.

Trender och traditioner

På senare år har det funnits starka hälsotrender mot mjölk där det t.ex. anses ge mjölkmage och laktosintolerans. En del konsumenter äter mjölk- och/eller laktosfritt för att de anser att mjölk inte är nödvändigt för människans överlevnad vilket också har gjort att marknaden för mjölk- och laktosfria produkter har ökat markant och gett traditionella mjölkproducenter ett helt nytt produktsegment. Även trender att äta mer äkta varor har gjort att marknaden t.ex. erbjuder gammeldagsmjölk med högre/naturligare fetthalt.

En traditionell mjölkförpackning har för många varit en reklampelare och har utnyttjats väl av producenter i detta syfte. Funktionen av mjölkförpackningar har inte ändrats i större omfattning de senaste åren, dock finns det nationella skillnader och tillägget med en platskork är relativt nytt. Mjök finns numera också i så kallade EMV-produkter där dagligvaruhandeln har skaffat sig egna mejerier och erbjuder liknande eller samma produkter som de större mejeriföretagen.

Mjök anses vara en färskvara och konsumenter väljer helst den förpackning som har bäst-före datum längst fram i tiden. Många konsumenter håller ut mjök som passerat bäst-före utan att först smaka på den. På senare tid har mindre förpackningsstorlekar kommit mer frekvent ut i hyllorna i butiker, liksom de större förpackningarna på 1.5 liter. En ökad variation av förpackningsstorlekar attraherar en bredare grupp konsumenter vilka har olika användningsområden för mjök, där mjök kan vara antingen måltidsdryck eller bara som en skvätt i kaffet.

Denna sida har med avsikt lämnats tom.

Referenser

Mjölkproduktion

Agriwise databoken 2013. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Alvåsen, K., Jansson Mörk, M., Hallén Sandgren, C., Thomsen, P.T., Emanuelson, U. 2012. Herd-level risk factors associated with cow mortality in Swedish dairy herds. *Journal of Dairy Science* 95, 4352-4362.

Berglund, M., Clason, C., Bååth Jacobsson, S., Bergström Nilsson, S., & Sund, V. 2013. Klimatavtryck av insatsvaror i jordbruket – ungnöt, smågrisar, gyltor och strömedel. Hushållningssällskapet i Halland.

Berglund M, Cederberg C, Clason C, Henriksson M, Törner L. 2009. Jordbrukets klimatpåverkan – underlag för att beräkna växthusgasutsläpp på gårdsnivå och nulägesanalyser av exempelgårdar.

Emanuelson, M., Cederberg, C., Bertilsson, J & Rietz, H. 2006. Närodlat foder till mjölkkor – en kunskapsuppdatering. Rapport 7059-P. svensk Mjolk Forskning.

Gustafsson, A., Bergsten, C., Kronqvist, C., Lindmark Månsson, H., Lovang, M., Lovang U., & Swensson, C. 2013. Närproducerat foder fullt ut till mjölkkor – en kunskapsgenomgång. Forskningsrapport, Rapport nr: 1. Växa Sverige.

Hessle, A., Barr, U.-K., Borch, E., Brunius, C., Florén, B., Gunnarsson, S., Hamberg, L., Lindbom, I., Lorentzon, K., Nielsen, T., Normann, A., Salomon, E., Sindhöj, E., Sonesson, U., Sundberg, M., Åström, A., Östergren, K. 2014. Hållbara matvägar – referens- och lösningsscenarier för nötköttsproduktion och framställning av ryggbiff. SIK-rapport 885, december 2014. SR 885; ISBN 978-91-7290-340-1

Huhtanen, P. & Hristov, A.N. 2009. A meta-analysis of the effects of dietary protein concentration and degradability on milk protein yield and milk efficiency in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92:3222-3232.

Huhtanen, P., Hetta, M. and Swensson, C. 2011. Evaluation of canola meal as a protein supplement for dairy cows: A review and a meta-analysis. *Can. J. Anim. Sci.* 91: 529_543

Hörndahl, T., Neuman, L. 2012. Energiförbrukning i jordbrukets driftsbyggnader – En kartläggning av 16 gårdar 2005-2006 kompletterat med mätningar på två gårdar 2010-2012. Område Lantbrukets byggnadsteknik, Alnarp. Sveriges lantbruksuniversitet, Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap. Rapport 2012:19. ISSN 1654-5427. ISBN 978-91-87117-18-3. Alnarp 2012

IPCC. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 4. Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 10: Emissions from Livestock and Manure Management. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

Jordbruksstatistisk årsbok. 2011 och 2012.

Jordbruksverket, april 2013. Hemsida för statistik.

Kokontrollen 2012. Material erhållit från N-E Larsson, Växa Sverige.

Kumm, K.-I. 2013. På väg mot ett ekonomiskt hållbart, högproducerande och klimatsmart jordbruk med höga landskapsvärden. Naturvårdsverket, rapport 6578, juni 2013.

LRF Mjölk, 2013. Mjölk i siffror (Källa: Växa Sverige).

Liljeholm, J., Bertilsson, J. & Strid, I. 2009. Närproducerat foder till mjölkcor miljöpåverkan från djur. Rapport 273, HU, SLU.

Statistiska centralbyrån, 2009. Gödselmedel i jordbruket 2008/2009. Statistiska meddelanden MI 30 SM 1002.

Stenberg, B., Sonesson, U., Stenberg, M., Lorentzon, K. 2014. Hållbara matvägar – utgångs- och lösningsscenarier för växtodling. SIK-rapport 890, december 2014. SR 890; ISBN 978-91-7290-345-6

Svensk Mjölk (Växa Sverige), April 2013. Hemsida för statistik

Wallman, M., Cederberg, C., Florén, B. & Strid, I., 2010. Livscykelanalys av närproducerade foderstater för mjölkcor. Rapport 019, Institutionen för energi och teknik, SLU.

Vollden H. (red.). Norfor – The Nordic feed evaluation system. EAAP Publication No. 130. Wageningen Academic Publishers.

Stallgödselhantering

Damgaard Poulsen, H. & Friis Kristensen, V. (eds). 1998. Standard Values for Farm Manure. DIAS report no 7, Animal Husbandry. Danish Institute of Agricultural Sciences.

Edström, M., M Pilar Castillo, J. Ascue, J. Andersson, G. Rogstrand, Å. Nordberg, A. Schnürer. 2013. Strategier för att effektivisera rötning av substrat med högt innehåll av lignocellulosa och kväve. WR-61 Waste Refinery, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, ISSN 1654-4706.

IPCC. 2006. IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories, Chapters 10 and 11.

Karlsson, S., och L. Rodhe. 2002. Översyn av Statistiska Centralbyråns beräkning av ammoniakavgången i lantbruket. Uppdragsrapport. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala. Finns tillgänglig på <http://www.jordbruksverket.se/>.

Luostarinen, S. (Ed.). 2013. Energy potential of manure in the Baltic Sea Region: Biogas potential and incentives and barriers for implementation. Knowledge Report from the Baltic Manure Project. www.balticmanure.eu

Lindgaard Jensen, M. 2011. Gylleforsuring i kvægstalde: erfaringer fra 15 kvægbrugere der bruger svovlsyrebehandlingsanlæg. Farm Test Kvæg nr. 66. Videncentret for Landbrug, Kvæg. Danmark.

Nyord, T. 2011. Virkningen af forurning af gylle under udbringning (SyreN). Plantekongres – produktion, plan og miljø.

Nyord, T. 2011b. Acidification of animal slurry and succeeding effect on ammonia emissions following land spreading. Proceedings of NJF Seminar 443 Utilisation of manure and other residues as fertilizers, Falköping, Sweden.

Olsson, H. 2014. Substrat och Biogödsel – värdeförändring i rötningsprocessen. Opublicerade data.

Petersen, S.O., A.J. Andersen, J. Eriksen. 2012. Effects of cattle slurry acidification on ammonia and methane evolution during storage. J. Environ. Quality 41: 88-94.

SJV. 2012. Nötkreaturssektorns uppbyggnad. Statistik från Jordbruksverket, Statistikrapport 2012:03.

SJV. 2013a. Riktlinjer för gödsling och kalkning 2013.

SJV. 2013b. Stank in Mind, version 1.20.

Steineck, S., Gustafson, A., Richert Stintzing, A., Salomon, E., Myrbeck, Å., Albiñ, A. & Sundberg, M. 2000. Växtnäring i kretslopp. SLU kontakt 11, SLU, Uppsala.

Personliga meddelanden

Malgeryd, Johan. Jordbruksverket, Linköping

Slakt, förädling, förpackning och distribution

Andersson, J.-E., Räftegård, O., Lycken, A., Olsson, M., Wamming, T., Nordman, R. 2011a. Sammanställning av energimätningar från EESI fas 1. SP-rapport 2011:41.

Andersson, J.-E., Lycken, A., Nordman, R., Olsson, M., Räftegård, O., Wamming, T. 2011b. State of the art – Energianvändning i den svenska sågverksindustrin. SP-rapport 2011:42.

Arla Foods' Corporate Social Responsibility Rapport
2012, http://www.arla.com/Images/arla.com/PDF/CSR/2012/SE_2012.pdf

Arla Foods. 2014. <http://www.arla.se/om-arla/fakta/mejerier/>

Berlin, J. 2002. Environmental life cycle assessment (LCA) of Swedish semi-hard cheese. International Dairy Journal 12 (2002), 939-953.

Nordman, R., Räftegård, O., Olsson, M. 2011. Sågverk som energisystem och möjligheter till processintegration. SP-rapport 2011:43.

Biogasportalen: <http://www.biogasportalen.se/>

Bosona T.G., Gebresenbet G. 2011. Cluster building and logistics network integration of local food supply chain, Biosystems engineering Volume 108, Issue 4, April 2011, Pages 293 – 302

Börjesson F., Russeberg P., 2013, Godskartläggning och analys av livsmedelsflöden i Västra Götaland – Ett delprojekt till Food Port, Slutrapport

Dalgaard, Randi, The environmental impact of pork production, Doktorsavhandling Univeristy of AAhus and Allborg Univeristy , 2007)

Energimyndigheten 2012. Produktion och biogasanvändning
2012, <http://www.energimyndigheten.se>

Gebresenbet G, Nordmark i, Bosona T and Ljungberg D, 2011a. Potential for optimised food deliveries in and around Uppsala city, Sweden, Journal of Transport Geography 19 (2011) 1456–1464.)

Gebresenbet G, Bosona TG, Ljungberg D, and Aradom S. 2011b. Optimisation analysis of large and small-scale abattoirs in relation to animal transport and meat distribution, Journal of Service Science and Management, 2011, 4, 174-183)

Gryab, årsredovisning 2012, <http://www.gryab.se/arsredovisning2012/#/30/>

Högaas Eide, M. 2002. Life Cycle Assessment (LCA) of industrial milk production. International Journal of Life Cycle Assessment 7(2), 115-126

Lindbom, I., Esbjörnsson, C., Forsman, J., Gustavsson, J., Sundström, B. 2013. Åtgärder för minskat svinn i livsmedelsindustrin – ett industri och kedjeperspektiv. Rapport Nr 6595, Naturvårdsverket, 2013.

LRF Mjolk. 2014a. <http://www.mjolk.se/artiklar/svensk-mjolk--ett-sakert-livsmedel/#!/artiklar/svensk-mjolk--ett-sakert-livsmedel/>

LRF Mjolk. 2014b. <http://www.mjolk.se/#!/artiklar/hur-mjolk-blir-ost/>

SIK Food Database

Stare, M., Johansson, M., Dunsö, O., Stenmarck, Å., Sörme, L., Jensen, C. 2013. Förbättrade matavfallsfaktorer för verksamheter. Svenska MiljöEmissionsData (SMED), rapport 2013:117.

STARFISH – horisontellt transportsamarbete, <http://logistikfokus.se/2013/09/10/starfish-ett-unikt-horisontellt-transportsamarbete/>

Trafikanalys 2013. Lastbilstrafik 2012, Swedish national and international road goods transport 2012, Statistik 2013:12

Personliga meddelanden

Oscar Räftegård, SP Energiteknik

Elisabeth Arner, Arla Foods, ysteriet i Kalmar

Avfall och biprodukter

Avfall Sverige (2014). SPCR 120 Certifieringsregler för biogödsel. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut 2014.

Personliga meddelanden

Bo von Bahr, forskare, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Leo Virta, Managing director, Konvex AB.

Helena Wall, professor, SLU Husdjurens utfodring och vård

Konsekvensanalyser

Produktkvalitet mjölk

Ahrné, L. and L. Björck. 1985. Lipolysis and the distribution of lipase activity in bovine milk in relation to stage of lactation and time of milking. *Journal of Dairy Research* 52 (1), 55-64.

Barrefors, P., K. Granelli, L-Å. Appelqvist, L. Björck. 1995. Chemical composition of milk samples with and without oxidative off-flavour. *Journal of Dairy Science* 78, 2691-2699.

Christiansson, A., C. Birgersson, B. Svensson and E. Svensson. 2004. Färoanalys för mjölkkråvan på gården. Svensk Mjölk forskningsrapport 7039-I; 2004-08-12.

Christiansson, A., I. Andersson, M. Gyllenswärd, A.-K. Modin Edman and A. Widell. 2011. Systemanalys disk. Svensk Mjölk forskningsrapport 7092; 2011-11-10.

Deeth, H.C. 2006. Lipoprotein lipase and lipolysis in milk. *International dairy journal* 16, 555-562.

Dewherst R.J., K. Shingfield, M.R.F. Lee, N.D. Scollan. 2006. Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high forage systems. *Animal Feed Science and Technology* 131, 168-206.

Driehuis, F. 2013. Silage and the safety and quality of dairy foods: a review. *Agricultural and Food Science* 22 (1), 16-34.

Griffiths, M.W. (2010). Improving the Safety and Quality of Milk, Volume 1 - Milk Production and Processing. Woodhead Publishing. Online version available at <http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpISQMVMVP3/improving-safety-quality/improving-safety-quality>

Harzia, H. K. Kilk, T. Arikoo, M. Kassa, U. Soometsa, I. Jõudua, T. Kaarta, D. Arneya, O. Kärta and M. Otsa. 2013. Crude glycerol as glycogenic precursor in feed; effects on milk coagulation properties and metabolic profiles of dairy cows. *Journal of Dairy Research* 80, 190-196.

Höjer, A., S. Adler, S. Purup, J. Hansen-Møller, K. Martinsson, H. Steinshamn and A.-M. Gustavsson. Effects of feeding dairy cows different legume-grass silages on milk phytoestrogen concentration.

Journal of Dairy Science 95, 4526-4540.

Kelly, A., F. O'Flaherty, and P.F. Fox. 2006. Indigenous proteolytic enzymes in milk. A brief overview of the present state of knowledge. *International dairy journal* 16, 563-572.

Kolstrup, C., M. Magnusson, A. Christiansson, B. Svensson. 1999. Cubicles with deep straw bedding - methods of reducing the risk of contamination with *Bacillus cereus* spores in milk. Department of Agricultural Biosystems and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences.

Le Maréchal, C., R. Thiéry, E. Vautor and Y. Le Loir. 2011. Mastitis impact on technological properties of milk and quality of milk products; a review. *Dairy Science and Technology* 91, 247-282.

Roupas, P. 2001. On-farm practices and post farmgate processing parameters affecting composition of milk for cheesemaking. *The Australian Journal of Dairy Technology* 56 (3), 219-232.

Thomson, N.A., W.C. van der Poel, M.W. Woolford, M.J. Auldist. 2005. Effect of cow diet on free fatty acid concentrations in milk. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 48, 301-310.

Viking, L., J.H. Nielsen, A-K. Båvius, A. Edvardsson and K. Svennersten-Sjaunja. 2006. Impact of milking frequencies on the level of free fatty acids in milk, fat globule size and fatty acid composition. *J Dairy Science* 89, 1004-1009.

Urback, 1990. Effect of feed on flavour in dairy foods. *Journal of Dairy Science* 73 (12), 3639-3650.

Williams, R.P.W. 2002. The relationship between the composition of milk and the properties of bulk milk products. *Australian Journal of Dairy Technology* 57(1), 30-44.

Produktkvalitet ost

Bastian, E.D. and R.J. Brown. 1996. Plasmin in milk and dairy products; an update. *International Dairy Journal* 6, 435-457.

Caroli, A.M., S. Chessa, G.J. Erhardt. 2009. Invited review: milk protein polymorphisms in cattle. Effect on animal breeding and human nutrition. *Journal of Dairy Science* 92, 5335-5352.

Das Gupta, A.P. and R.R. Hull. 1989. Late blowing of Swiss cheese: incidence of *Clostridium tyrobutyricum* in manufacturing milk. *Australian Journal of Dairy Technology* 44, 82-87.

Dewhurst R.J., K. Shingfield, M.R.F. Lee, N.D. Scollan. 2006. Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high forage systems. *Animal Feed Science and Technology* 131, 168-206.

Focant, M., E. Mignolet, M. Marique, F. Clabots, T. Breyne, D. Dalemans and Y. Larondelle. 1996. The effect of vitamin E supplementation of cow diets containing rapeseed and linseed on the prevention of milk fat oxidation. *Journal of Dairy Science* 81, 1095-1101.

Gustavsson, F., A.J. Buitenhuis, M. Glantz, H. Stålhammar, H. Lindmark-Månsson, N.A. Poulsen, L.B. Larsen, A. Andrén and M. Paulsson. 2014. *International Dairy Journal* 39, 102-107.

Harzia, H. K. Kilk, T. Arikoo, M. Kassa, U. Soometsa, I. Jõudua, T. Kaarta, D. Arneya, O. Kärta and M. Otsa. 2013. Crude glycerol as glycogenic precursor in feed; effects on milk coagulation properties and

metabolic profiles of dairy cows. Journal of Dairy Research 80, 190-196.

Jakob, E. and Z. Puhan. 1992. Technological properties of milk as influenced by genetic polymorphism of milk proteins. A review. International dairy journal 2, 157-178.

Kelly, A., F. O'Flaherty, and P.F. Fox. 2006. Indigenous proteolytic enzymes in milk. A brief overview of the present state of knowledge. International dairy journal 16, 563-572.

Kolstrup, C., M. Magnusson, A. Christiansson, B. Svensson. 1999. Cubicles with deep straw bedding - methods of reducing the risk of contamination with *Bacillus cereus* spores in milk. Department of Agricultural Biosystems and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences

Le Maréchal, C., R. Thiéry, E. Vautor and Y. Le Loir. 2011. Mastitis impact on technological properties of milk and quality of milk products; a review. Dairy Science and Technology 91, 247-282.

Le Roux, Y., F. Laurent, F. Moussaoui. 2003. Polymorphonuclear proteolytic activity and milk composition change. Veterinary Research 34, 629-645.

Roupas, P. 2001. On-farm practices and post farmgate processing parameters affecting composition of milk for cheesemaking. The Australian Journal of Dairy Technology 56 (3), 219-232.

Sörhaug, T. and Stepaniak, L. 1997. Psychrotrophs and their enzymes in milk and dairy products: Quality aspects. Trends in food Science and Technology 8, 35-41.

Produktsäkerhet

SVA 2014. <http://www.sva.se/sv/Djurhalsa1/Fodersakerhet/Aflatoxin/>

Jordbruksverket 2014. Fusarium 2014, Jordbruksverket

A Christiansson, I Birgersson, B Svensson & E Svensson 2004. Färdanalys för mjölkkråvan på gården. Svensk Mjolk Branschinternrapport nr 7039-I

I Andersson, A Christiansson, C Nilsson & M Sundberg 2008. Kostnader för att motverka försämrad ostkvalitet till följd av klostridiesporer - en systemanalys. Svensk Mjolk Rapport nr 7071-I

A Christiansson 2003. Betydelsen av pastöriserings- överlevande bakterier för kvaliteten hos ost. En litteraturstudie. Svensk Mjolk Forskningsrapport Nr 7030.

A Christiansson et al. 2003. Metoder för påvisande av gramnegativa återkontaminations- bakterier vid produktion av k-mjolk. Svensk mjolk Forskningsrapport nr 7007.

A Christensson 2008. Förekomst av psykrotrofa *Bacillus cereus* i konsumtionsmjolk – en kvalitativ riskvärdering. Svensk mjolk Forskningsrapport nr 7076-P

Djurhälsa/välfärd och djurskydd

Broom DM: Animal Welfare Defined in Terms of Attempts to Cope with the Environment. Acta Agric. Scand. Sect. A, Animal Sci. Suppl 1996, 27: 22-28.

Burow, E., P. T. Thomsen, T. Rousing and J. T. Sorensen 2013. Daily grazing time as a risk factor for alterations at the hock joint integument in dairy cows. Animal 7: 160-166.

Duncan IJH: Animal welfare defined in terms of feelings. Acta Agric. Scand. Sect. A, Animal Sci. Suppl 1996, 27: 29-35.

EFSA, 2009a. Scientific opinion on the effects of farming system on dairy cow welfare and disease. Report of the Panel on Animal Health and Welfare. The EFSA Journal (2009) 1143, 1-38 <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/1143.pdf>

EFSA, 2009b. Scientific report on the effects of farming system on dairy cow welfare and disease. Report of the Panel on Animal Health and Welfare. Annex to the EFSA Journal (2009) 1143, 20-284 <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/1143r.pdf>

Gunnarsson, S. 2006. The conceptualisation of health and disease in veterinary medicine. Acta Veterinaria Scandinavica 48: 20. doi: Artn 20, Doi 10.1186/1751-0147-48-20.

Hultgren J, Manske T, Bergsten C (2004). Associations of sole ulcer at claw trimming with reproductive performance, udder health, milk yield, and culling in Swedish dairy cattle. Preventive Veterinary Medicine, 62 (4), pp.233-251.

Hultgren Jan, Svensson Catarina 2009. Heifer rearing conditions affect length of productive life in Swedish dairy cows. Preventive Veterinary Medicine, 89, pp.255-264.

Hultgren Jan, Svensson Catarina, Pehrsson Mats, 2011. Rearing conditions and lifetime milk revenues in Swedish dairy cows. Livestock Science, 137, pp.108-115.

Keeling, L.J., Rushen, J., Duncan, I.J.H., 2011. Understanding animal welfare. I: Appleby, M.C., Mench, J.A., Olsson, I.A.S., Hughes, B.O. (red) Animal welfare. Wallingford, Storbritannien och Cambridge, MA, USA, CAB International. s 13-26.

M. Holzhauer, C. Hardenberg, C.J.M. Bartels, 2008. Herd and cow-level prevalence of sole ulcers in The Netherlands and associated-risk factors, Preventive Veterinary Medicine, 85 (1–2):125-135.

Rodriguez-Martinez, H., Hultgren, J., Båge, R., Bergqvist, A-S., Svensson, C., Bergsten, C., Lidfors, L., Gunnarsson, S., Algers, B., Emanuelson, U., Berglund, B., Andersson, G., Håård, M., Lindhé, B., Stålhammar, H. and H. Gustafsson. 2008. Reproductive performance in high-producing dairy cows: Can we sustain it under current practice?. IVIS Reviews in Veterinary Medicine (Open Journal www.ivis.org), pp.1-23.

Schneider, M.del P., Strandberg, E., Emanuelson, U., Grandinson, K., Roth, A., 2007. The effect of veterinary-treated clinical mastitis and pregnancy status on culling in Swedish dairy cows. Prev. Vet. Med. 80, 179–192.

Stengärde Lena, Hultgren Jan, Tråven Madeleine, Holtenius Kjell, Emanuelson Ulf (2012). Risk factors for displaced abomasum or ketosis in Swedish dairy herds. Preventive Veterinary Medicine, 103 (4), pp.280-286

Washburn, S., White, S.L., Green, J.T, Benson, Jr och G.A.2002. Reproduction, Mastitis, and Body Condition of Seasonally Calved Holstein and Jersey Cows in Confinement or Pasture Systems. Journal of Dairy Science 85.ss. 105-111

Övriga delar av rapporten

Sonesson, U. 2012. Hållbara matvägar – arbetsmetodik och utgångsscenarier. SIK-rapport 878, september 2012. ISBN 978-91-7290-335-7.

Bilaga 1 Guide till mikrobiologisk farobedömning

Bakgrund

I projektet "Hållbara matvägar" delprojekt Konsekvensanalys görs kvalitativa bedömningar av produktsäkerhet för att säkerställa att säkerheten inte äventyras. Utgångspunkten i analysen är nuläget, dvs. med vanligt förekommande produktions- och tillverkningsteknik. Detta är den baslinje som eventuella förändringar i produktionskedjor i syfte att öka hållbarheten/uthålligheten ska jämföras med. Syftet är att miljöinriktade åtgärder inte ska försämra produktsäkerhet eller livsmedelsstabilitet/beständighet.

Mål

Målet med detta delprojekt är att göra en guide till systematisk bedömning av hälsofaror/risker vid miljöoptimering.

Resultat

För att bedöma hur livsmedelssäkerheten påverkas när en produktionskedja/process optimeras ur en miljösynvinkel krävs en systematisk riskbedömning av förändringar och baserat på denna en systematisk hantering av de risker som kan uppstå. Förändras något steg i produktionskedjan kan detta innebära att någon fara blir mer vanligt förekommande, eller mindre vanligt förekommande eller att helt nya faror dyker upp.

Här ges en kort guide till systematisk bedömning och hantering av hälsofaror/risker vid miljöoptimering.

Riskbedömning

Målet med en riskbedömning är att veta vilka faror som måste hanteras, hur farorna påverkas av omgivande faktorer, förekommande halter och vilken farlighet en viss fara utgör för en individ/befolkning. En riskbedömning omfattar flera steg: faroidentifiering, farokarakterisering, exponeringsbedömning och riskkarakterisering. Med fara menas här sjukdomsframkallande mikroorganismer. En utvärdering görs längs hela produktionskedjan för att identifiera var och i vilken utsträckning en fara kan påverkas av sex olika grundprocesser: tillväxt, avdödning, blandning, fördelning, kontaminering och exponering. För att ytterligare visa effekten av förändringar kan exponeringsbedömning enligt QMRA (Quantitative Microbial Risk Assessment) användas för beräkningar av halter av mikroorganismer på råvara och produkt längs produktionskedjan. Vid beräkningarna används matematiska modeller som visar på effekten av miljöparametrar som exempelvis temperatur på tillväxt, avdödning eller överlevnad av en specifik mikroorganism.

Alla förändringar som berör råvarustatus, värmebehandling, nedkylning med flera processteg, processhygien och lagringsförhållanden måste bedömas.

Råvarukvaliteten påverkas av många olika faktorer under djuruppfödning och odling. Det handlar exempelvis om foder, anläggningshygien, besöksrutiner, vatten till betande djur, gödselhantering och livsdjurshandel. För grönsaker, frukt och bär som äts utan upphettning är det extra kritiskt att minimera kontaminering med mikroorganismer via bevattning och under hantering.

Ett mycket kritiskt steg under livsmedelstillverkning är värmebehandling. Denna måste utformas så att avdödningen av mikroorganismer i råvaran är tillräcklig för att ge konsumenten en säker produkt

med relevant hållbarhetstid. Data behövs om hur ofta aktuella patogena mikroorganismer förekommer i en råvara samt deras värmetålighet. De mikroorganismer som måste utvärderas är de som vid en sammanvägning av förekomst och värmetålighet ger de högsta sammanlagda risksumman. För dessa mikroorganismer görs beräkningar av tid- och temperaturförhållanden som krävs för en tillräcklig avdödning. För att hantera mätosäkerhet och variationer kan sannolikhetsberäkningar användas.

En uppskattning måste också göras av den kontaminering som kan ske av produkterna efter värmebehandling. Denna påverkas av processhygien och därmed bland annat av rengörings- och desinfektionsrutiner. Det krävs bedömningar av viktiga grundförutsättningar som rengöring och personalhygien. Denna uppskattning kräver underlag i form av produktprover och miljöprover.

Slutligen behövs en bedömning av hur lagringen av färdigpackad produkt görs då detta har stor betydelse för säkerhet och hållbarhetstid. Viktiga parametrar är vilken typ av film som används, sammansättning av förpackningsatmosfär, lagringstemperatur samt lagringstid.

Hantering

Hantering av faror görs i livsmedelskedjan med hjälp av HACCP-planer (Hazard Analysis Critical Control Point). Vid utveckling av en HACCP-plan identifieras de kritiska moment/positioner där en fara aktivt kan övervakas och begränsas. Den traditionella HACCP-metodiken bygger på att man ritar upp ett flödesschema för den produktionsprocess som är aktuell, där alla enskilda processteg tas med. I varje processteg listar man sedan de hälsofaror som kan uppstå i just det steget och som kan drabba konsumenten. När hälsofarorna är listade i varje processteg, gör man en enkel riskbedömning då man dels poängsätter hur allvarlig denna hälsofaror är för konsumenten och dels poängsätter hur sannolikt det är att denna hälsofaror uppstår i detta processteg. Om denna poängsumma blir hög måste man antingen bygga bort problemet, förändra steget eller övervaka och styra steget med en styrbar grundförutsättning (OPRP) eller en kritisk styrpunkt (CCP). Efter detta vidtar en mer omfattande exponeringsbedömning enligt ovan, som startar i faroidentifiering och fortsätter med beräkningar som visar betydelse av exempelvis råvarustatus, värmebehandling och återinfektion. Detta resulterar i att gränsvärden kan sättas för vad som krävs för en säker styrning av en CCP. I varje CCP utförs kontinuerlig övervakning i form av exempelvis mätningar. När en mätning visar på en avvikelse mot börvärde sätts aktiviteter igång för att hantera effekten av avvikelsen.

Bilaga 2 Konsumenters livsmedelsval

Konsumentbeteende är sällan förutsägbart utan istället ofta föränderligt över tid. Konsumentval är därför ett komplext område att kartlägga oavsett vilken produkt som är i fokus. Att äta, dricka och bestämma vad man ska äta är bland de mest vanliga mänskliga beteenden. Behovet av näring har alla människor sedan födelsen, men vad vi tycker om att äta är företrädesvis ett inlärt beteende (Köster, 2003). Våra livsmedelsval och vad vi tycker om att äta är inte alltid medvetet utan sker vanemässigt utan eftertanke, detta innebär att vi inte alltid vet och kan förklara eller redogöra för det vi äter. Ett beslut att äta något, eller att köpa en viss produkt är oftare en sammantagen handling av faktorer som påverkar oss såsom minnen, känslor, produktens egenskaper, den specifika situationen, olika impulser, sociala aspekter och mycket mer. Med andra ord är det många fler faktorer inblandade i varje beslutsfattning än en strikt rationell process som är väl medveten och genomtänkt (Adaval, 2001) detta medför givetvis svårigheter och utmaningar i att undersöka området.

Innovation, utveckling och effektiviseringar av produktionsprocesser görs självklart med tanke att genomföra förändringar till det bättre. Men förändringar kan uppfattas som negativt av konsumenter och inte alls som förbättringar om förändringarna inte kommuniceras på rätt sätt. Eftersom våra beslut styrs av flera olika mekanismer gör vi inte alltid våra val utifrån samma förutsättningar eller intressen, detta medför att konsumentval är ett komplext område att kartlägga och förutsäga. Med denna utgångspunkt är det både svårt men också skört att förändra konsumenters uppfattning om produkter. Genom information kring förändrade processer/produkter kan konsumenter behålla en positiv känsla för en specifik produkt. Men motsatt kan således förtroende för en viss produkt snabbt också försvinna om konsumenten uppfattar en försämrad produktkvalitet i samband med en förändring vilket kan medföra att förtroendet för tillverkaren minskar.

Vanans makt och våra känslomässiga reaktioner

Ett enstaka beslut som leder till ett specifikt livsmedelsval bygger inget beteende, men genom regelbundet och återkommande agerande befästs vårt beteende och skapar våra vanor. Våra vanor kräver mindre tankeverksamhet än aktiva beslut. Det repetitiva och vanemässiga agerandet besparar oss med andra ord tid och kraft och individen kan förlita sig på de avväganden som gjorts vid tidigare tillfällen/situationer. För att ändra en vana eller ett beteendemönster krävs dock ett mer medvetet och aktivt val. Våra vardagliga inställningar till mat bestäms oftast utifrån förenklade beslutsstrategier som baseras på val vi gjort vid flera tillfällen tidigare eller att vi förlitar oss på den information som finns tillgänglig just för tillfället (Slovic mfl, 2002). En positiv känsla till en produkt kan vara en sådan förenklad beslutsstrategi och kan vara avgörande för om konsumenten associerar produkten som trygg, bra för hälsan, säker, attraktiv och/eller välsmakande. En annan beslutsstrategi kan vara att alltid välja samma varumärke, alltid välja den billigaste produkten, den med lägst fetthinnehåll, uteslutande välja ekologiska produkter etc. Att förlita sig på vilken känsla en produkt ger är ofta ett effektivt sätt att navigera genom all information och alla de alternativ som konsumenten möter i en besluts- och köpsituation. Det förekommer dock stora individuella skillnader i hur information processas, därför är det svårt att generalisera. Olika situationer medför varierande sätt att fatta beslut, en del mer intuitiva, känslomässiga och automatiska, andra mer analytiska där information kontrolleras och jämförs, och vi är alla olika.

Förutom vanor och känslor beror vad vi väljer att äta också till stor del på vart vi bor (Rozin, 1998). Internationell handel möjliggör så klart att vi kan äta varierat året runt, men det finns stora skillnader mellan länders matkultur och traditioner i vilka grödor som odlas. Vad som anses vara lyxigt

respektive olämplig föda varierar stort mellan olika länder och kulturer. Syftet med att äta kan också variera mellan individer, en del äter för att bli mätta och stilla hunger, andra för njutnings skull, på grund av näringsmässigt innehåll, vänskap och socialisering, moraliska och etiska överväganden och/eller hälsoskäl etc.

Individuella skillnader och gemensamma likheter

Människan har förvisso biologiska tillstånd såsom hunger/aptit, mättnad och behov av näringsämnen, men olika individer gör olika avväganden gällande attityder, värderingar, känslomässiga reaktioner och har olika ekonomiska förutsättningar vilket påverkar den enskildes möjligheter att fatta beslut samt eventuellt att det påverkar hur stort engagemang denne känner i olika situationer. Eftersom det vi gillar/tycker om till största delen är ett inlärt beteende fortgår också denna process hela livet, därför kan vi lära oss att uppskatta maträtter eller livsmedel även i vuxen ålder.

Generellt upplever människor mer positiva känslor till mat som är välkänd och regelbundet konsumeras. Varför det är så att vi lär oss att tycka om livsmedel genom att återkommande konsumera dem är inte riktigt identifierat även om fenomenet är väl känt. Det kan vara så att vi är skapta för att utveckla preferens för den mat som finns i vår omgivning i syfte att överleva, eftersom vi äter den mat som finns tillgänglig i vår omgivning är det en fördel om vi också tycker om den. Med det sagt kan människan dock tröttna på en viss maträtt eller livsmedel om man äter den för ofta eller har för enformiga matvanor. Men det finns troligen undantag då en del av våra livsmedel inte verkar påverkas av uttröttning i lika stor utsträckning. Bröd, potatis, pasta och ris tenderar att vara mindre känsliga för uttröttning, och utgör istället baslivsmedel som många kan äta flera gånger i veckan och ibland till och med samma dag utan att tröttna på. Jämför t.ex. bröd, potatis, pasta och ris med vissa grönsaker, kryddor och olika köttslag som verkar vara mer känsliga och lättare att tröttna på (Köster & Mojet, 2007b).

Konceptualisering

Vår sammantagna uppfattning om en livsmedelsprodukt påverkar hur mycket vi tycker om den, detta innan vi ens har smakat på den. En hälsosam produkt med hög näringsvärdeskvalitet kan vara avgörande för vad vi tycker om den, oavsett om den egentligen påverkar hälsan, detsamma kan gälla hur den är producerad, hanterad och/eller förpackad osv. Konsumenten som är på väg att köpa en produkt utvärderar, medvetet och/eller omedvetet, ofta en produkts kvalitet i förhållande till andra produkter (Jaeger & MacFie, 2010) och gör då en sammantagen värdering utifrån produktens varumärke, förpackning och produkten i sig själv i relation till produktens funktionella, emotionella och hedoniska egenskaper/kvaliteter (Thomson, 2010). Detta brukar benämnas som produkters konceptuella profil/konceptualisering och innefattar en sammantagen bild över det som påverkar konsumenters attityder och beteende till en produkt. Med andra ord den sensoriska upplevelsen i kombination med de associationer och reaktioner som produkten skapar. Det är först när vi får en ökad förståelse för vad användandet av en viss produkt ger för individuella konsekvenser som vi kan få en ökad förståelse för konsumenters beslut. En bra upplevelse ger goda minnen och erfarenheter och ligger till grund för framtida livsmedelsval, beteende och vanor.

Konsumenter kommer troligen välja [avvisa] en produkt eller det alternativ som medför det mest positiva [negativa] utfallet/effekten (Shiv & Fedorikhin, 1999). Generellt kan sägas att den produkt som en person blir glad av kommer också att gillas bäst, oavsett vad personen vet om produkten. I

forskningssammanhang är det inte fullständigt utrett hur specifika och enskilda känslor påverkar vårt beteende på lång sikt, men det finns många som anser att vi påverkas på olika sätt om vi är ledsna, uttråkade, stressade, lugna, glada, trötta eller arga osv. Exempelvis påstås en positiv känsla öka vår njutning av maten och leda till att fler hälsosamma val görs (Macht, 2008).

Minnesbilder skapade av våra sinnen

Den sensoriska upplevelsen av smak- och luktnintryck är starkt kopplade till vårt minne vilket innebär att vi omedvetet sammankopplar upplevelser med specifika situationer. Detta i sin tur påverkar våra känslomässiga reaktioner till produkter och ligger till grund för framtida beslut. Också vilken kroppslig effekt livsmedlet har på oss påverkar hur vi kommer att minnas den och tycka om den, exempelvis kan vi tycka illa om en produkt som vi får ont i magen av eller som vi någon gång blivit illamående av att äta (Shepherd & Sparks, 1994).

Vår minnesbild eller den tidigare upplevelsen vi haft av en livsmedelsprodukt blir alltså viktig för hur vi tänker kring den. Vid kontakt med en produkt genomsöker hjärnan med hjälp av våra sinnen om det är så att vi känner igen den. Detta kan i en verklig situation jämföras med den då konsumenter väljer välkända produkter och varumärken som är kopplade till en positiv minnesbild och därigenom väljer bort de produkter de inte känner till/har någon referens till. Vid de tillfällen det inte finns någon inre minnebild sätts mer tillit istället till att rådfråga vänner och familj, läsa information och ta del av marknadsföring/reklam, internet och förpackningar av produkter. Alla våra val grundar sig på något sätt i tidigare val och kommer att påverka nästkommande val (Sobal & Bisgoni, 2009). Det du uppfattar är det du kommer att komma ihåg, med andra ord så är det du känner till också det du kommer att se/uppmärksamma. Det finns många anledningar att tro att förväntningar på hur en produkt smakar är en viktig faktor som påverkar konsumenters köpbenägenhet för produkten, men det är oftast långt ifrån den enda avgörande faktorn.

Identitet

Eftersom många människor i vår del av världen har möjlighet att påverka vad vi väljer att köpa och äta blir våra matvanor direkt och indirekt en del av vårt identitetskapande. För en del individer är det en större del i identitetsskapandet än för andra. Produkter kan bli en del av vår sociala image och används för att upprätthålla en viss look eller identitet (Renner mfl, 2012). Idag är det således inte bara vad vi tycker smakar gott som påverkar våra val utan också våra matlagningskunskaper, hur stor influens vi har från andra kulturer via resor och vårt umgänge och inte minst våra åsikter kring hälso- och miljöaspekter i kombination med träning och självdisciplin, allt detta bidrar till hur vi uppfattas som individer och i vissa fall och sammanhang bedöms utifrån detta också hur "lyckade" vi anses vara (Bisgoni mfl, 2002). Givetvis kan detta påverka att vissa val görs när man är i situationer med vissa personer som det är viktigt att upprätthålla denna identitet inför, t.ex. val man gör för att visa upp en hälsosam livsstil (King mfl, 2007).

Produktegenskaper

Eftersom det i detta sammanhang handlar om uteslutande livsmedelsprodukter, och inte vilken produkt som helst, är det rimligt att anta att smaken på produkten är den viktigaste produktegenskapen. Hur vi upplever produkter genom smak, doft, utseende, konsistens i munnen etc. är så klart viktigt när det handlar om produkter vi äter, men det är inte bara dessa aspekter som påverkar våra livsmedelsval. Livsmedelsprodukter har förutom inre egenskaper vad gäller exempelvis utseende, konsistens, doft också yttre egenskaper såsom förpackning, märkning och inte minst priset på produkten. Yttre egenskaper påverkar också konsumenters val. Exempelvis utseendet på en

produkt berättar om livsmedlets storlek, färg och form. Utifrån utseendet bedömer vi också bland annat produktens färskhet, smaken och om vi tycker den ser god och/eller nyttig ut. Men vi bedömer också delvis kvalitet och om vi tycker att produkten verkar vara värd sin prislapp.

Eftersom konsumenter är en icke-homogen grupp är det ofta individuella skillnader vad gäller vilka kvaliteter vi förväntar oss av produkter. Vi konsumenter skiljer oss också åt i hur vi sammankopplar kvalitetsaspekter med olika produktegenskaper och den information som finns tillgänglig för tillfället. Livsmedelskedjan och livsmedelsproduktion har en naturlig variation i och med att de innefattar ett biologiskt system, inom industrin tas det hänsyn till detta genom diverse kontrollsystem för att produkter genomgående ska hålla samma kvalitet. Konsumenter kan därför uppfatta en viss variation som antingen naturlig eller som att produkten fått en kvalitetsförsämring, mycket beroende på individens egen kunskapsnivå, vilken tillgänglig information som finns om produkten samt vilken typ av produkt det gäller.

Konsumenten och produkten i olika situationer

Våra livsmedelsval stannar inte vid att bara inkludera konsumenten och den enskilda produkten utan beror också till viss del på yttre faktorer som sociala sammanhang, kultur, kontext, demografiska faktorer dvs. ålder, kön, inkomst, utbildningsnivå, religion och geografisk plats. Det råder dock delvis skilda åsikter bland forskare om hur matvanor och livsmedelskonsumtion styrs. En del forskare menar att våra livsmedelsval styrs av individuella beslut medan andra menar att vårt ätbeteende kontrolleras av vår omgivning snarare än av varje enskild individ (Cohen & Farley, 2008). Denna oenighet innebär troligen att olika faktorer påverkar olika konsumenter i olika stor omfattning mycket beroende på individuella åsikter och överväganden men i kombination med andra förutsättningar som inte alltid är valda eller möjliga att påverka på individnivå. Moraliska dilemman (t.ex. attityd till GMO livsmedel) eller när man tvingas välja livsmedel till sina barn eller gäster påverkar ju också våra val (Shepherd, 1999). Olika måltidssituationer skapar förändringar i våra beteenden där maträtters komposition, vilka matkomponenter som finns tillgängliga och andra sociala och fysiska förutsättningar ligger till grund för vilka val som kan göras och vilka beslut som fattas.

Faror och risker

Människan är född med att känna försiktighet inför allt som är nytt och ännu okänt. Det är olika hur stor risk olika människor är beredda att ta, samt hur stor fara de känner eller upplever. Det är mänskligt att ha lättare för att acceptera en större nivå av risk om det också finns något att vinna. Men om konsumenten mest känner att eventuella förändringar är en risk där enbart en producent verkar ha något att vinna på en förändring, då är vi mindre benägna att göra personliga risktaganden. Okända risker ses som större fara än kända vilket kan förklara många orosor för genmodifierade livsmedel eller olika tillsatser, i synnerhet när man inte riktigt vet följderna med att konsumera just den produkten. Den eventuella oro som konsumenter känner gällande livsmedel tenderar att oftare handla om kemiska ämnen som bekämpningsmedel eller rester av antibiotika/hormoner i kött snarare än bakterier eller hälso-näringsmässiga faktorer. Djurens välbefinnande inom livsmedelsindustrin är dock en källa till oro för många konsumenter.

Rådande forskning

De värderingar och överväganden som konsumenter gör är i nuläget inte speciellt eller tillräckligt väldokumenterade för att heltäckande kunna besvara hur och varför konsumenter fattar de beslut de fattar i alla olika situationer. De metoder som används för att undersöka konsumenters beteende är

inte fullständigt omfattande för att omsluta den komplexitet som ämnet innebär, eftersom just situationerna, individerna och besluten varierar. Ett misstag man ofta gör i undersökningssammanhang är att förutsätta att alla människor är lika, och att människor inte genomgår förändringar, men människor ändrar sig, varierar sina beslut och fattar dessutom flertalet beslut omedvetet baserade på känslor och minn bilder. Inte nog med att olika personer upplever produkter olika, ibland upplever en och samma person en produkt olika, eftersom tid och situation varierar. I dagens globaliserade livsmedelskedja har det sedan 1990-talets slut blivit självklart att produktioner ska vara transparenta och produkter ska ha en tydlig spårbarhet (Verbeke, 2011 i Hoorfar mfl). Konsumenterna ställer allt högre krav på kvalitet, ursprung och näringsinnehåll där kvalitet också innefattar etiska förutsättningar så som miljöpåverkan, fair trade, djurhållning etc. Anledningarna till ett ökat intresse hos konsumenterna för bland annat tillverkningsprocesser, distribution och global handel hänger till stor del samman med de livsmedelsrelaterade larm eller skandaler som uppkommit under senare år. Dessa larm har gjort att konsumenterna blivit mer krävande och kritiska till ursprungsinformation, hygien, produktionsmetoder etc. och har bidragit till bättre och tydligare märkning av produkter (Wognum mfl, 2011). Detta bidrar till att forskningsfältet blir än mer komplext och föränderligt. Men även om en transparent livsmedelskedja är att föredra är det inledande en relativt kostsam process för livsmedelsföretagen att genomföra och med begränsad möjlighet att beräkna om det kommer att öka konsumenternas vilja att betala mer för den enskilda produkten. Med andra ord högre omkostnader och osäkra intäkter (Wognum mfl, 2011). En annan svårighet med detta är att många livsmedelsföretag är relativt små, framförallt tex ekologiska producenter, vilket medför att deras möjligheter att genomföra större uttredningar inte är ekonomiskt försvarbart då konsumenterna tenderar att vara mycket mer priskänsliga för livsmedel jämfört med andra produkter.

Utifrån alla variabler som gör det svårt att kartlägga konsumenternas beteende och val kan man ställa sig frågan om det är viktigt att öka förståelsen kring konsumenternas beslut och att se förändringar ur ett konsumentperspektiv? Om ja, vad är det som är viktigt? Det är inte möjligt att med säkerhet förutse konsumenternas reaktioner på förändringar som görs inom livsmedelskedjan och produktionsprocesser dels för att det inte finns unisont en reaktion som alla konsumenterna får, dels för att det krävs ingående studier för att undersöka detta vilket därför sällan prioriteras. Mycket av konsumenternas reaktioner hänger samman med vad som kommer upp i media och även där är det svårt att sja om vad som får utrymme i media och också vad som får genomslag bland den stora massan.

Referenser

- Adaval, R. (2001). Sometimes it just feels right: The differential weighting of affect-consistent and affect-inconsistent product information. *Journal of Consumer Research*, 28, 1-17.
- Bisogni, C. A., Connors, M., Devine, C. M. & Sobal, J. (2002). Who we are and how we eat: A Qualitative study of identities in food choice. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 34, 128-139.
- Cohen, D. A. & Farley, T. A. (2008). Eating as an Automatic Behavior. Preventing chronic disease. *Public health research, practice, and policy*, 5, 1-7.
- Jaeger, S. R. & MacFie, H. (2010). Consumer-driven innovation in food and personal care products (S. R. Jaeger & H. MacFie (Eds.), Woodhead Publishing.
- King, S. C., Meiselman, H. L., Hottenstein, A. W., Work, T. M. & Cronk, V. (2007). The effects of contextual variables on food acceptability: A confirmatory study. *Food Quality and Preference*, 18, 58-65.
- Köster, E.P. (2003). The psychology of food choice: some often encountered fallacies. *Food Quality and Preference*, 14, 359-373.
- Köster, E. P. & Mojet, J. (2007b). Theories of food choice development. I L., Frewer & H. C., Van Trijp (eds.), Understanding consumers of food products. Abington Cambridge UK: Woodhead Publishing.
- Macht, M. (2008). How emotions affect eating: A five-way model. *Appetite*, 50, 1-11.
- Renner, B., Sproesser, G., Strohbach, S. & Schupp, H. T. (2012). Why we eat what we eat. The eating motivation survey (TENIS). *Appetite*, 59, 117-128.
- Rozin, P. (1998) Towards a Psychology of Food Choice. Institute Danone.
- Shepherd, R. & Sparks, P. (1994) Modelling food choice. I H., MacFie & D. M. H., Thomson (Eds.), Measurements of food Preferences. Glasgow: Blackie Academic and Professional.
- Shepherd, R. (1999). Social determinants of food choice. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58, 807-812.
- Shiv, B. & Fedorikhin, A. (1999). Heart and mind in conflict: The interplay of affect and cognition in consumer decision making. *Journal of consumer research*, 26, 278-292.
- Slovic, P., Finucane, M., Peters, E. & MacGregor, D. G. (2002). The Affect-Heuristic. In T., Gilovich, D., Griffin, & D. Kahneman (Eds.), Heuristics and biases: The psychology of intuitive judgment (pp.397-420). New York: Cambridge University Press.
- Sobal, J. & Bisogni, C. A. (2009). Constructing Food Choice Decisions. *Annals of Behavioral Medicine*, 38, 37-46.
- Thomson, D.M.H. (2010). Reaching out beyond liking to make new products that people want. I H.J.H. MacFie & S.R. Jaeger (Eds.), *Consumer driven innovation in food and personal care products*. Cambridge: Woodhead Publishing.
- Verbeke, W. (2011). Communicating food and food chain integrity to consumers: lessons from European research. I J., Hoorfar, K., Jordan F., Butler & R., Prugger, Food chain integrity A Holistic Approach to Food Traceability, Safety, Quality and Authenticity.
- Wognum, P.M., Bremmers, H., Trienekens, J.H. & van der Vorst, J. G.A.J. (2011) Systems for sustainability and transparency of food supply chains – Current status and challenges. *Advanced Engineering Informatics*, 25, 65-76.

Denna sida har med avsikt lämnats tom.



Huvudkontor / Head Office:

SIK, Box 5401, SE-402 29 Göteborg, Sweden.

Telephone: +46 (0)10 516 66 00, fax: +46 (0)31 83 37 82.

Regionkontor / Regional Offices:

SIK, Ideon, SE-223 70 Lund, Sweden.

Telephone: +46 (0)10 516 66 00.

SIK, Forslunda 1, SE-905 91 Umeå, Sweden.

Telephone: +46 (0)10 516 66 00.

SIK, c/o Almi, Box 1224, SE-581 12 Linköping, Sweden.

Telephone: +46 (0)10 516 66 00.

www.sik.se

