



Vitenskapskomiteen for mattrygghet
Norwegian Scientific Committee for Food Safety

Vurdering av mulig hygienisk gevinst ved strengere krav til slakting av småfe

Uttalelse fra Faggruppe for hygiene og smittestoffer i Vitenskapskomiteen for mattrygghet

Dato: 22.05.12
Dok. nr.: 11-107-endelig
ISBN: 978-82-8259-057-0



Vurdering av mulig hygienisk gevinst ved strengere krav til slakting av småfe

Truls Nesbakken

Georg Kapperud

Bidragstere

Den som utfører arbeid for VKM, enten som oppnevnte medlemmer eller på ad hoc-basis, gjør dette i kraft av sin egen vitenskapelige kompetanse og ikke som representanter for den institusjon han/hun arbeider ved. Forvaltningslovens habilitetsregler gjelder for alt arbeid i VKM-regi.

Takk til

VKM har nedsatt en ad hoc-gruppen bestående av medlemmer av VKM og eksterne eksperter til å besvare oppdraget fra Mattilsynet. Medlemmene av ad hoc-gruppen takkes for arbeidet med denne risikovurderingen.

Medlemmer av ad hoc-gruppen er:

VKM-medlemmer

Truls Nesbakken (leder), Faggruppe for hygiene og smittestoffer

Georg Kapperud, Faggruppe for hygiene og smittestoffer

Referansegruppen

Hardy Christensen, Teknologisk Institut, Hygiejne og Konservering, Danish Meat Research Institute, Maglegårdsvej 2, 4000 Roskilde, Danmark

hch@teknologisk.dk

Jens P. Teilmann, Teknologisk Institut, Hygiejne og Konservering, Danish Meat Research Institute, Maglegårdsvej 2, 4000 Roskilde, Danmark

jpt@dti.dk

Vurdert av

Rapporten fra ad hoc-gruppen er vurdert og godkjent av:

Faggruppe for hygiene og smittestoffer:

Jørgen Lassen (leder), Karl Eckner, Bjørn-Tore Lunestad, Georg Kapperud, Karin Nygård, Lucy Robertson, Truls Nesbakken, Michael Tranulis, Morten Tryland, Siamak Yazdankhah

Koordinator(er) fra sekretariatet

Danica Grahek-Ogden

Sammendrag

På bakgrunn av bestilling mottatt fra Mattilsynet opprettet VKM ved Faggruppe for hygiene og smittestoffer en ad hoc-gruppe bestående av medlemmer av VKM og en ekstern referansegruppe til å besvare oppdraget fra Mattilsynet.

Konklusjoner

Fire zoonotiske agens ble valgt ut for vurdering av mulig hygienisk gevinst ved strengere krav til slakting av småfe: zoonotiske *E. coli* (EHEC, EHEC-LST og aEPEC), *Campylobacter jejuni* og *coli*, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* og *Cryptosporidium* spp. Dette er smittestoffer som forekommer blant sau i Norge, og overflatekontaminasjon av slaktene er en mulig årsak til videre spredning i matkjeden. Gjennomgang av litteraturen (Vedlegg 2) viser at forekomsten både i avføring og rumen (vom) varierer betydelig avhengig av fôringsregime, stress, alder, årstid og egenskaper ved den aktuelle stammen av bakterien eller parasitten.

Hos sau er nedre del av tarmsystemet det foretrukne habitat for disse fire smittestoffene. Overlevelse i rumen er imidlertid en forutsetning for overføring til tarmen og eventuelt kolonisering og formering der. *Campylobacter* og *Cryptosporidium* opptrer kortvarig og midlertidig i rumen under sin passasje videre til tarmsystemet, mens *Salmonella* og *E. coli* også kan overleve der i kortere eller lengre tid og, under gitte forutsetninger, endog oppformerer.

For alle fire smittestoffer er forekomsten i avføring og tarminnhold uansett langt høyere enn i rumen (Tabell 3 og Vedlegg 2), og tilsøling av slakteskrottene med avføring utgjør derfor den største helsefaren for konsumentene, fordi antallet bakterier og parasitter blir høyere enn ved tilsøling med rumeninhold. Kontaminasjon med mageinnhold fra spiserør og formager representerer imidlertid også en helsefare. For zoonotiske *E. coli*, *Cryptosporidium* og *Campylobacter* er den minste infeksjose dosen svært lav, slik at selv en lavgradig tilsøling er et problem (Tabell 5 og Vedlegg 3). *Campylobacter* har riktignok dårligere overlevingssevne både i miljøet og på slakteoverflatene enn de to andre (Tabell 6), men det er likevel registrert ett sykdomsutbrudd der dårlig hygiene ved tilberedning av lammekjøtt, var årsaken (Vedlegg 3). *Salmonella* og *E. coli* kan dessuten formere seg i miljøet, på slaktene og i produktene (Tabell 4 og Vedlegg 3), slik at selv en lav kontaminasjon oppstått ved slakting, kan forøkes senere i matkjeden.

Rodding

Dagens praksis med bruk av halsstikk og overskjæring av blodårer, spiserør og luftrør medfører at rodding bare har begrenset effekt. Det er likevel mulig å gjennomføre rodding etter at halsen er flådd, men på dette tidspunkt vil både slakt og slakterimiljø kunne være tilsølt av vominnhold. Det vil likevel være en effekt ved at flådde flater forurenses i mindre grad, og at det unngås forurensing til buk og brysthule.

Det fins også en «dansk form for halsstikk» som innebærer at «kniven føres ind under kæben ventralt for strubehovedet og huden skæres over ventralt langs med kæben – når huden er overskåret ventralt vendes kniven og med et dorsalt snit afskæres hovedet – herved opnås at luftrør og spiserør henger sammen i strubehovedet». Den hygieniske effekten av rodding etter denne formen for halsstikk vil trolig langt på vei kunne være på samme nivå som for bryststikk (se nedenfor).

Dersom bryststikk velges som stikkemetode, vil effekten av rodding bli større siden det vil muliggjøre rodding allerede på første posisjon etter avblødning. Det vil være mulig å bruke toknivsmetode ved spretting og flåing før rodding av spiserøret. Ved dette opplegget unngås

tilsøling av ull, flådde flater, bukhule og brysthule i tillegg til operatørens hender, utstyr, vegger og golv.

Nakkeklipping medfører at vomsøl til en viss grad fjernes fra slaktet dersom operasjonen blir utført på en hygienisk måte blant annet ved at utstyret som brukes rengjøres og dekontamineres mellom hvert slakt.

Bagging

Ved uttak av helt tarmsett: Det er stor hygienisk gevinst ved bruk av plastpose ved ringing og uttak av helt tarmsett også når det gjelder sau. Dersom man ikke bruker plastpose og endetarmen føres inn i bukhulen, er sjansen stor for forurensing av området rundt endetarmen, bekkenhulen, bukhulen, brysthulen og buksnittet som tarmskiva føres ut gjennom samt slakteoverflater, plattform, redskaper og hender.

Uttak av tarmskiva ved at tarmen kappes: Det er stor mulighet for fekal forurensing fra den gjenværende tarmstumpen til buk- og bekkenhulen etter at tykktarmen er kuttet over, selv om operatøren forsøker å «melke» innholdet vekk fra kuttstedet. Lekkasje fra tarmstumpen forekommer svært ofte, og det er stor mulighet for forurensing av bekkenhulen, bukhulen og buksnittet som tarmskiva føres ut gjennom samt slakteoverflater, plattform, redskaper og hender. Denne forurensingsmuligheten kan reduseres noe ved klipping av tarmen f. eks. med plastklips med passende dimensjon. Det er også stor mulighet for forurensing av området rundt endetarmsnittet under ringing og i buk- og bekkenhulen når endetarmsstumpen dras ut. Denne forurensingsmuligheten kan reduseres noe dersom endetarmen er klipset som nevnt ovenfor.

Den hygieniske effekten av rodding og bagging vil være avhengig av at operatørene utfører arbeidet på disse posisjonene på en hygienisk måte. Også andre posisjoner og arbeidsprosedyrer spiller inn, i tillegg til slaktehastigheten.

Bakteriologiske undersøkelser for evaluering av slaktehygiene

Bakteriologiske undersøkelser av slakt i følge vedlegg til 852/2004 er pålagte undersøkelser som slakteriene må gjennomføre en gang pr. uke evt. en gang hver 14. dag avhengig av resultatene over tid. Denne formen for bakteriologiske undersøkelser vil i utgangspunktet ikke kunne måle at praksis rundt rodding og endetarmsuttak er utført i henhold til GMP og GHP dersom prøver fra forskjellige prøvetakingssteder slås sammen. Hvis prøveuttaksstedene er valgt korrekt og disse undersøkes hver for seg, vil bakteriologiske undersøkelser av slakt kunne avsløre om praksis rundt rodding og endetarmsuttak er utført i henhold til GMP og GHP.

Summary

In respond to a request from the Norwegian Food Safety Authority, the Norwegian Scientific Committee for Food Safety (NSCFS) established an ad hoc group consisting of members of the NSCFS and the external reference group.

Conclusions

To assess benefits from stricter hygienic requirements for sheep slaughter, four zoonotic agents were selected: *E. coli* (EHEC, EHEC-LST and aEPEC), *Campylobacter jejuni* and *coli*, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* and *Cryptosporidium* spp. All four occur naturally in sheep in Norway and contamination of carcasses is a possible cause of the further spread along the food chain. Review of the literature (Appendix 2) shows that the incidence in both feces and rumen vary considerably depending on feeding regime, stress, age, season and characteristics of the particular strain of the bacterium or parasite.

The lower part of the gastrointestinal tract is the preferred habitat for these four infectious agents in sheep. Survival in rumen, however, is a prerequisite for transfer to the intestine and any colonizing and growth there. *Campylobacter* and *Cryptosporidium* are acting short-term and temporary in the rumen during their passage further into the intestines, while *Salmonella* and *E. coli* can also survive there for shorter or longer time and, under certain circumstances, even multiply.

The occurrence of these pathogens in both faeces and intestinal contents is much higher than in the rumen and therefore faecal contamination of the carcass represents the greatest health risk for consumers. However, contamination with contents from the esophagus and rumen, represent a health hazard as the minimum infectious dose for zoonotic *E. coli*, *Cryptosporidium* and *Campylobacter* is very low. *Salmonella* and *E. coli* can also multiply in the environment, on carcasses and in the products, so even a low contamination at slaughter could increase later in the food.

Rodding

The current practice of throat sticking and cutting of blood vessels, esophagus and trachea results in only limited effect of rodding. There will still be an effect of implementing rodding after the neck is skinned as the skinned surfaces are contaminated to a lesser extent, and contamination of the abdomen and chest cavity is avoided. There is also a 'Danish form of throat sticking' and the hygienic effect of rodding after this will probably be the same as for chest sticking.

If chest sticking is applied, the effect of rodding will be greater since it would allow rodding already at the first position after the bleeding and it will be possible to use the two-knives-method at skinning before rodding of the esophagus. By this method the contamination of wool, skinned surfaces, abdominal and chest cavity in addition to the operator's hands, equipment, walls and floor will be avoided.

Neck clipping can remove the contamination from the rumen if the operation is conducted in a hygienic manner, among other things, that the equipment used is cleaned and decontaminated between each carcass.

Bagging

With removal of the whole gastrointestinal tract: There is considerable hygienic gain from the use of plastic bags when ringing and retrieval of the intestines. If a plastic bag is not used and the rectum is inserted in the abdomen, the chances of contamination are larger.

With removal of the gastrointestinal tract after the colon was severed: There is a significant possibility of faecal contamination from the remaining bowel stump after the colon is severed, even if the operator is trying to "milk" contents away from the cut. Leakage from the bowel stump occurs very often, and there is significant possibility for contamination of the pelvic and abdominal cavity, slaughter surfaces, tools and hands. The possibility of contamination can be reduced somewhat by closing the gut by a plastic clip with an appropriate dimension as near the cut as possible. There is also a significant possibility for contamination when the rectal stump is pulled out which can also be reduced to some extent if the rectum is equipped with a clip as mentioned above.

The hygienic effect of rodding and bagging will depend on the operator experience at these critical hygienic positions. Other positions and procedures, in addition to speed of slaughter line, play a significant role too.

Bacteriological analysis of carcasses to evaluate slaughter hygiene

Bacteriological analysis of carcasses according to Annex 852/2004 is mandatory and must be carried out weekly or, depending on the previous results once a fortnight. If the sampling locations are selected correctly and are analyzed separately, this form of bacteriological analysis of carcasses could reveal whether the practice of rodding and bagging are carried out according to GMP and GHP.

Nøkkelord

Sau, lam, småfe, *Salmonella*, *Campylobacter*, EHEC, STEC, EPEC, *Cryptosporidium*, slaktehygiene, rumen, faeces, forurensing

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	4
Summary	6
Bakgrunn	10
Oppdrag fra Mattilsynet	10
Definisjoner/forkortelser	12
Litteratursøk	13
Fareidentifisering	14
Farekarakterisering	17
Eksponeringsvurdering	21
Risikokarakterisering – hygienisk gevinst	29
Kunnskapshull	31
Konklusjon	32
Svar på spørsmål	34
Referanser	36
Vedlegg 1 - Bilder	43
Vedlegg 2 - Fareidentifisering	48
Vedlegg 3 - Farekarakterisering	52

VKM har mottatt følgende bestilling fra Mattilsynet:

Bakgrunn

På 1990-tallet ble mange av landets småfeslakterier oppgradert. En gikk i stor grad vekk fra slakting i ”slaktebenk” og over til hengende slakting, ofte med automatisk framtrekk av slakteskrottene. Hastigheten ved slakting av småfe økte mange steder betraktelig, likeså antall slaktere som bemanner linjene.

Metodene som benyttes ved slaktingen i dag varierer mye. Noen slakterier benytter både ”rodding” og ”bagging” av sau. Andre foretar tarmuttaket på tradisjonelt vis ved å ringe endetarmen og så ta hele tarmsettet ut gjennom buken, men uten ”bagging”.

På mange av slakteriene foregår imidlertid selve tarmuttaket ved at tarmen kappes rett av inne i buken, deretter tas tarmen og magesekk ut og spiserøret kappes ved inngangen til magesekk. Til sist ringes endetarmen og resten av ende-tykktarm tas ut fra bakenden på slaktet. Prosessen fører relativt ofte til synlig forurensing av slakteskroten med mage/ tarm innhold.

Tiltak settes i verk for å fjerne dette. Tiltakene forutsetter imidlertid at forurensingen er synlig. Mattilsynet stiller oss derfor spørsmålet om i hvilken grad disse slakteteknikkene fører til usynlig forurensing i tillegg til den synlige.

Fokuset på slaktehygiene på småfe har økt betraktelig etter *E. coli*-saken i 2006.

Slakteribransjen har gjennomført tiltak for å bedre råvarekvaliteten. Bransjeretningslinje for sikring av hygienisk råvarekvalitet og bruk av ”steam vakuum” for å redusere fekal forurensing er eksempler på dette. Videre vurderer en del av bransjen innføring av varmtvannspasteurisering av slakteskrotter dersom Mattilsynet finner at regelverket tillater dette. Det har også vært gjort ulike forsøk på å gjøre tarmuttaket mer hygienisk, men bransjen har ikke selv tatt initiativ til å innføre like strenge slaktehygieniske prinsipper ved slakting av småfe som for andre dyreslag.

Mattilsynet ønsker ved denne risikovurderingen å få en gradering av mulig hygienisk gevinst i form av redusert fekal forurensing av slakteskrottene ved ulike skjerpede krav til slakteteknikk.

Utfallet av en slik gradering vil gi oss særdeles viktige signaler i forhold til i hvilken retning Mattilsynet skal dreie når det gjelder tolkning av begrepet ”tilstrekkelig hygienisk slakting” i regelverket.

Oppdrag fra Mattilsynet

Med bakgrunn i problemstillingen nevnt over ønsker Mattilsynet en gradering av mulig hygienisk gevinst ved ulike tiltak i forbindelse med slakting av småfe.

I denne forbindelse mener Mattilsynet med ”hygienisk gevinst” det samme som ”reduert fekal forurensing”. Mattilsynet vil også presisere at de ikke sikter spesifikt til ”synlig fekal forurensing” slik bransjen fokuserer på, men snarere den totale mikrobielle forurensingen slakteskrottene utsettes for.

Med ”gradering” mener Mattilsynet en angivelse av om et spesifikt tiltak sett opp mot et annet utgangspunkt vil gi en ”liten”, ”moderat” eller ”stor” hygienisk gevinst. Mattilsynet ser også for seg at ”ingen” eller ”negativ” hygienisk gevinst kan være et mulig svar.

Mattilsynet vil i besvarelsen sette pris på om en eventuell generell forskjell når det gjelder det zoonotiske potensialet i tilsøling med feaces i forhold til mageinnhold belyses.

Som i enhver annen næringsmiddelbedrift er grunnlaget også i slakteri God Produksjons Praksis (Good Manufacturing Practice) og God Hygienisk Praksis (GHP). Spørsmålene nedenfor er stilt for å finne ut om GMP og GHP er ivaretatt ved de forskjellige formene for uttak av endetarm og prosedyrer når det gjelder rodding eller ikke.

Vurdering bes skrevet på norsk.

Spørsmål

- 1. Er det en generell forskjell i farepotensialet for forekomst av zoonotiske agens ved tilsøling av en slakteskrott med mageinnhold fra spiserør og formager i forhold til faeces?**

- 2. Grad av en eventuell hygienisk gevinst ved endring av slakteteknikk for småfe:**
 - a. Ved ”rodding” av spiserøret og uttak av helt spiserør i tilslutning til magesekk. Dette sett i forhold til å kappe spiserøret av ved overgang til magesekk.
 - b. Å utføre ”bagging” av endetarm med uttak av helt tarmsett. Dette sett i forhold til å ikke utføre ”bagging” ved uttak av helt tarmsett.
 - c. Å ta ut hele tarmsettet i ett, på tradisjonell måte, ved å føre endetarmen inn i slakteskroten etter ”ringing” (uten ”bagging”). Dette sett i forhold til å kappe endetarmen av inne i bukhulen og ta ”resttarmen” ut bak på skroten.
 - d. Å utføre ”bagging” av endetarmen med uttak av helt tarmsett. Dette sett i forhold til å kappe endetarmen av inne i bukhulen og ta ”resttarmen” ut bak på skroten.

- 3. Dokumentasjon av effekt:**
 - a. I hvilken grad vil bakteriologiske undersøkelser av slakt i følge vedlegg til 852/2004 kunne avsløre om praksis rundt rodding og endetarmsuttak er utført i henhold til GMP og GHP?
 - b. Hva slags undersøkelser av slakt vil kunne avsløre om rodding og endetarmsuttak er utført i henhold til GMP og GHP?

Definisjoner/forkortelser

Bagging - påsetting av plastpose rundt endetarmen for å hindre fekal forurensing

Bryststikk – avblødning (avliving) ved at arterier og vener overskjæres i bryståpningen

Flåing - etter at det er lagt snitt i huden (spretting) skjæres det videre under huden

Halsstikk - avblødning (avliving) ved at arterier og vener overskjæres i halsregionen

Linjeklipping - sauen klippes etter stikking

Ringing – endetarmen skjæres løs (circumanalsnitt)

Rodding - lukking av spiserøret for å hindre forurensing med vominnhold

Rumen - vom

Spretting - snitt som legges i huden (skinnet)

Stikking – avblødning (avliving) ved at arterier og vener overskjæres

Trimming (pussing) – fjerning av forurensing f. eks. avføring, ull og overflødige hinner, fett

O.S.V.

Litteratursøk

Litteratursøk ble utført ved hjelp av søkemotorene PubMed (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed) og Google Scholar (www.scholar.google.no), i ett tilfelle også med Ovid MedLine (på Folkehelseinstituttets intranett).

De mest kompliserte søkene ble gjort i PubMed. Det ble hovedsakelig søkt først i "title/abstract", deretter i "all fields". For hvert søkeord ble det lagt inn synonymer, ulike stavemåter og alternativer, for eksempel:

- *Campylobacter* OR campylobacters
- *Salmonella* OR salmonellae
- "*Escherichia coli*" OR "*E. coli*" OR STEC OR VTEC OR Shiga OR EPEC
- faeces OR feces OR faecal OR fecal OR intestine OR rumen
- sheep OR lamb OR lambs OR "small ruminants"
- CFU OR MPN OR number OR numbers OR concentration OR enumeration OR quantification OR count OR grow

Slike søketermer ble deretter kombinert med den bolske variabelen AND. I tillegg ble det gjort enkelte søk med bakterienavnene som MeshTerm.

For å undersøke om enkelte interessante publikasjoner var oversett av PubMed, ble det til slutt utført brede søk i hele artikkelteksten ved hjelp av Google Scholar. Slike søk førte som regel til flere tusen treff, når det ble søkt etter tekstord i hele teksten (i denne søkemotoren må man gjøre et valg mellom søk i artikkelens overskrift eller "hvor som helst i teksten"). For eksempel inkluderte resultatet av slike søk alle artikler som brukte "sheep blood agar", selv om artikkelen ikke hadde noe med sauer å gjøre.

I tillegg ble referanselisten i en del interessante artikler brukt til å oppspore publikasjoner som var oversett ved bruk av søkemotorene. I det ene tilfellet der Ovid ble brukt, var resultatet omtrent det samme som med PubMed.

Eksempel på PubMed-søk i "all fields" (99 treff):

Search: (sheep OR lamb OR lambs OR "small ruminants") AND (faeces OR feces OR faecal OR fecal OR intestine OR rumen) AND (campylobacter OR campylobacters)

Relevante artikler ble valgt ut ved gjennomlesning av abstract; for søk med svært mange treff ble tittelen brukt til å velge ut interessante publikasjoner som deretter ble vurdert ved hjelp av abstract.

Fareidentifisering

Innen mikrobiologisk risikovurdering innen matområdet består fareidentifisering av en prosess der en identifiserer agens som kan representere en helsefare i forbindelse med konsum av et gitt produkt, kontakt med ulike dyrearter eller annen eksponering. I vår sammenheng begrenser dette seg til sykdomsfremkallende, biologiske agens (smittestoffer) som kan overføres fra sau til mennesker ved kontaminasjon av slaktene under slakteprosessen. Utgangspunktet for identifisering av aktuelle agens er mandatet for risikovurderingen, der fokus er rettet mot kontaminasjon fra avføring og mageinnhold.

Det er laget en oversikt i Tabell 1. Tabellen er ikke en fullstendig liste over alle tenkelige agens. Det er foretatt en seleksjon av smittestoffer som anses å være viktigere enn de øvrige når det gjelder smitte sau til mennesker. Dette betyr ikke nødvendigvis at andre farer er uten betydning, men at de vurderes underordnet farene som er valgt ut.

Således er det ekskludert en del agens, enten fordi de i dagens situasjon svært sjeldent smitter fra norske sau til mennesker, fordi de vanligvis er ufarlige for mennesker, eller begge deler. En rekke smittestoffer som ikke finnes i Norge i dag, er også ekskludert, men enkelte viktige agens er likevel beholdt som eksempler, blant annet fordi det er en viss risiko for introduksjon, eller re-introduksjon av agens som tidligere var endemiske og enzootiske.

Oversikten i Tabell 1 er deretter brukt som utgangspunkt for videre utvelgelse av aktuelle farer.

Tabell 1. Utvalgte agens som kan smitte fra sau til mennesker ved overflatekontaminasjon av slaktene under slakteprosessen

Gruppe	Egenskaper	Agens
1	Agens som kan forekomme blant norske sauer, og som kan kontaminere slakteoverflaten fra rumen og/eller fæces	Zoonotiske <i>E. coli</i> – EHEC, EHEC-LST og aEPEC
		<i>Campylobacter (jejuni og coli)</i>
		<i>Listeria monocytogenes</i>
		<i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>enterica</i>
		<i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>diarizonae</i>
		<i>Staphylococcus aureus</i> (inkludert MRSA)
		<i>Mycobacterium avium</i> subspecies <i>paratuberculosis</i>
		<i>Cryptosporidium</i> spp.
		<i>Giardia duodenalis</i>
2	Klassiske matforgiftningsbakterier, der slakteskrottene ikke regnes som en vesentlig smittekilde	<i>Staphylococcus aureus</i> (enterotoksigene stammer)
		<i>Bacillus cereus</i>
		<i>Clostridium perfringens</i>
		<i>Clostridium botulinum</i>
3	Eksempler på agens som hverken er endemiske eller enzootiske i Norge i dag	<i>Brucella</i> spp.
		<i>Mycobacterium bovis</i>
		<i>Coxiella burnetii</i>
		<i>Bacillus anthracis</i>

I denne rapporten blir bare agens i Gruppe 1 vurdert, på bakgrunn av kriteriene i mandatet. Tabell 2 viser agens ekskludert fra videre vurdering:

Tabell 2. Agens ekskludert fra videre vurdering

Agens	Begrunnelse for eksklusjon
<i>Salmonella diarizonae</i>	Neglisjerbar humanmedisinsk betydning (Nesbakken et al., 2008b)
<i>Mycobacterium paratuberculosis</i>	Uavklart zoonotisk betydning (Pierce 2010)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Slaktoverflaten regnes ikke som en vesentlig smittekilde
<i>Listeria monocytogenes</i>	Slaktoverflaten regnes ikke som en vesentlig smittekilde

Robertson *et al.* (2010) fant at parasitten *Giardia* var vanlig blant norske sauer, men bare én av de 42 undersøkte cystene tilhørte en zoonotisk variant. Forfatterne konkluderte med at det er usannsynlig at norske sauer er et viktig reservoar for zoonotiske *Giardia*. Slike varianter kan imidlertid forekomme (Robertson 2009), men parasitten vil ikke bli vurdert videre i denne rapporten.

Dermed gjenstår fire agens: zoonotiske *E. coli* (EHEC, EHEC-LST og aEPEC), *Campylobacter* spp., *Salmonella enterica* subsp. *enterica* og *Cryptosporidium* spp. Dette er smittestoffer som forekommer blant sau i Norge, og overflatekontaminasjon av slaktene regnes som en mulig årsak til videre spredning i matkjeden.

Tabell 3 viser en summarisk oversikt over forekomsten av de fire aktuelle agens hos norske sauer. Tabellen bygger på resultater fra kartlegging og forskning, som er presentert detaljert i Vedlegg 2, med referanser.

Tabell 3. Forekomst av zoonotiske *Salmonella*, *Campylobacter*, *E. coli* og *Cryptosporidium* hos norske sauer, som friske bærere eller i forbindelse med sykdom

Norske sauer	Forekomst			
	<i>Salmonella</i>	<i>Campylobacter</i>	<i>E. coli</i>	<i>Cryptosporidium</i>
Friske bærere	Svært sjelden	Middels	Middels	Middels
Sykdom	Svært sjelden	Aldri	Aldri	Middels

Forekomst i rumen og avføring - kort oversikt over resultatene fra litteratursøket

Detaljert beskrivelse av resultater fra litteratursøket finnes i Vedlegg 2. For de fire utvalgte smittestoffene varierer forekomsten både i avføring og rumen betydelig avhengig av fôringsregime, stress, alder, årstid og egenskaper ved den aktuelle stammen av bakterien eller parasitten. Hos sau er nedre del av tarmsystemet det foretrukne habitat for disse fire smittestoffene. Overlevelse i rumen er imidlertid en forutsetning for overføring til tarmen og eventuelt kolonisering og formering der. Litteraturgjennomgangen i Vedlegg 2 viser at noen agens opptrer kortvarig og midlertidig i rumen under sin passasje videre til tarmsystemet, mens andre også kan overleve der i kortere eller lengre tid og, under gitte forutsetninger, endog oppformerer. Mens *Salmonella* og zoonotiske *E. coli* kan vokse i rumen, ble det ikke funnet publiserte arbeider som har undersøkt om *Campylobacter* eller *Cryptosporidium* er i stand til dette. Vekst i rumen er imidlertid usannsynlig på bakgrunn av vekstkravene disse to smittestoffene stiller. Antallet *Salmonella* og zoonotiske *E. coli* i avføring så vel som i rumen varierer betydelig med fôringsregimet før slaktning, enkelte regimer fremmer vekst i rumen og

medfører også at antallet i avføring øker. Uansett er antallet bakterier av disse typene langt høyere i avføring enn i rumen. Det ble ikke funnet publikasjoner der det er undersøkt om nivået av *Campylobacter* eller *Cryptosporidium* varierer med føret, men det ville ikke være uventet om forekomsten også av disse agens påvirkes av slike faktorer. Det er foreslått en rekke metoder, i tillegg til fôringsprosedyre, som med varierende effektivitet kan redusere forekomsten av agens i tarmen hos sau og storfe, men dette er ikke et tema i denne risikovurderingen. Slike ”pre-harvest”-strategier vil uansett ikke eliminere behovet for god hygiene under slaktning, produksjon og tilberedning.

Ethvert agens som finnes i avføring, kan kontaminere skinn og ull hos den enkelte sau som skiller dem ut. På beite, og ved transport og oppstalling, kan smittestoffene overføres til andre dyr, både som overflatekontaminasjon og ved fekal-oral smitte. Fra skinn og ull vil smittestoffene kunne kontaminere overflaten av slaktene under slakteprosessen, avhengig av hvordan blant annet klipping, spretting, flåing og avhudning foregår.

Tabell 4 viser en semikvantitativ oversikt over forekomsten av de fire aktuelle agens i henholdsvis rumen og avføring hos naturlig infiserte sauer. Tabellen bygger på resultatene fra litteratursøket, som er presentert detaljert i Vedlegg 2, med referanser.

Tabell 4. Forekomst av zoonotiske *Salmonella*, *Campylobacter*, *E. coli* og *Cryptosporidium* i rumen og avføring hos naturlig infiserte sauer

	<i>Salmonella</i>	<i>Campylobacter</i>	<i>E. coli</i>	<i>Cryptosporidium</i>
Rumen:				
Overlevelse	Ja	Ja	Ja	Ja
Formering	Ja	Nei ¹	Ja	Nei ¹
Antall ²	Middels	Lavt	Middels	Lavt
Avføring:				
Overlevelse	Ja	Ja	Ja	Ja
Formering	Ja	Ja	Ja	Ja
Antall ²	Høyt	Høyt	Høyt	Høyt

¹ Vekst i rumen er usannsynlig på bakgrunn av vekstkravene smittestoffet stiller.

¹ Antallet varierer betydelig mellom individene, avhengig av foringsregime, stress, alder, årstid og egenskaper ved den aktuelle stammen av bakterien eller parasitten (se Vedlegg 2).

Farekarakterisering

I Tabell 5 er det foretatt en kortfattet, kvalitativ beskrivelse av den epidemiologiske og epizootologiske status for de zoonotiske agens som er blitt valgt ut på bakgrunn av fareidentifisering. Mer utfyllende opplysninger, inkludert reservoarer og risikofaktorer for smitte til mennesker er beskrevet i Vedlegg 3. Figur 14 i det samme vedlegget, viser antall sykdomstilfeller smittet i Norge, meldt til MSIS i 1995-2010.

Tabell 5. Kort beskrivelse av epidemiologiske og epizootologisk status for utvalgte zoonotiske agens som under norske forhold kan smitte fra sau til mennesker ved overflatekontaminasjon av slaktene under slakteprosessen

Agens	Beskrivelse
Zoonotiske <i>E. coli</i> – EHEC/EHEC-LST	Kan forårsake alvorlig sykdom hos mennesker, av og til dødsfall. Har vært opphav til svært alvorlige utbrudd i Norge. Betydelig underdiagnostisert: insidensen i befolkningen er høyst usikker. Drøvtyggere er hovedsakelig friske smittebærere. EHEC/EHEC-LST og aEPEC utgjør til sammen et kontinuerlig spektrum av varianter, med forskjellig patogenitet bestemt av en rekke virulensfaktorer, og subtyper av faktorene, som til dels forekommer på tvers av undergruppene av tarmpatogene <i>E. coli</i> . Det er derfor ingen skarpe fenotypiske eller genotypiske grenser mellom EHEC og aEPEC. Betydelig prevalens hos sau av aEPEC som kun skiller seg fra kliniske EHEC-isolater ved fravær av fagmedierte toksingener, men som for øvrig har samme virulensgener som disse (EHEC-LST).
Zoonotiske <i>E. coli</i> – aEPEC	Kan forårsake akutt gastroenteritt hos mennesker, men dette er en heterogen gruppe bakterier som danner en patogenitetsgradient, fra EHEC-LST som har tapt fagmedierte toksingener (og som definisjonsmessig klassifiseres som aEPEC), varianter som kan forårsake gastroenteritt, til varianter som antagelig er apatogene eller opportuniste. Betydelig underdiagnostisert: insidensen i befolkningen er høyst usikker. Drøvtyggere er friske smittebærere; betydelig prevalens hos norske sau av aEPEC med samme virulensgener og DNA-profiler som humane, kliniske isolater.
<i>Campylobacter (jejuni og coli)</i>	Den vanligst registrerte årsaken til bakteriell gastroenteritt i befolkningen. Pattedyr og fugl er friske smittebærere. Betydelig prevalens hos storfe, sau, gris og ville fugler; hund og katt er også bærere. Forholdsvis lav prevalens blant slaktekylling, men noe høyere hos høns og kalkun. Ikke-desinfisert drikkevann er vanligste smitekilde i Norge, og en betydelig andel av smitten fra landdyr skjer antagelig indirekte via drikkevann som vehikkel.
<i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>enterica</i>	Den nest vanligste registrerte årsaken til bakteriell gastroenteritt i befolkningen, etter <i>Campylobacter</i> . Kan gi gastroenteritt hos dyr, av og til dødsfall. Svært sjelden blant norske landdyr, med unntak av ville fugler og piggsvin. Smitte fra disse reservoarene er hvert år årsak til en rekke sykdomstilfeller blant mennesker, og epizootier blant småfugl. Indirekte smitte via drikkevann.
<i>Cryptosporidium</i> spp.	Excellet parasitt som angriper slimhinnen i tarmen hos mennesker og andre dyr. Hos mennesker: gastroenteritt som kan være langvarig. Kan gi alvorligere sykdom hos immunsvekkete. Begrensete behandlingsmuligheter. Betydelig underdiagnostisert; antagelig ganske utbredt. Direkte og indirekte smitte fra infiserte dyr og mennesker. Vanligste smitemåte er vehikkelsmitte særlig via drikkevann. Kan forekomme i tarmen hos en lang rekke dyrearter. <i>C. parvum</i> , den klart viktigste zoonotiske arten, finnes særlig hos yngre dyr blant storfe og småfe. Kan gi gastroenteritt, vesentlig hos spedyr. Betydelig forekomst blant norske sau.

I Tabell 6 er det foretatt en kortfattet, semikvantitativ karakterisering av de fire utvalgte agens med hensyn til smittedose, overlevingssevne og formeringssevne, samt våre dokumenterte kunnskaper om smitte fra sau til mennesker i vårt land. Mer utfyllende opplysninger, med referanser, finnes i Vedlegg 3.

Tabell 6. Smittedose for mennesker, forekomst av smitte fra norske sauer, samt evne til overlevelse og formering av utvalgte, zoonotiske agens

	<i>Salmonella</i>	<i>Campylobacter</i>	<i>E. coli</i>	<i>Cryptosporidium</i>
Smittedose	Høy	Lav	Lav	Lav
Smitte påvist i Norge:				
- Fra sau	Nei	Ja	Ja	Ja
- Fra sauekjøtt	Nei	Ja	Ja	Nei
Overlevingssevne:				
- I miljøet	God	Dårlig	God	God
- På slakt	God	Dårlig	God	God
- I mat	God	Dårlig	God	God
Formering:				
- I miljøet	Ja	Nei	Ja	Nei
- På slakt	Ja	Nei	Ja	Nei
- I mat	Ja	Nei	Ja	Nei

Konsekvensvurdering

I konsekvensvurderingen er det foretatt en rangering av forekomsten av sykdom blant mennesker (smittet i Norge) og alvorlighetsgraden av sykdommene, for de agens som er valgt ut på bakgrunn av fareidentifiseringen. Resultatet er gjengitt i Tabell 7.

Tabell 7. Konsekvensvurdering av utvalgte, zoonotiske agens som under norske forhold kan smitte fra sau til mennesker ved kontaminasjon av slaktene under slakteprosessen

Agens	Alvorlighetsgrad ¹	Forekomst hos folk ²	Forekomst hos sau ³
Zoonotiske <i>E. coli</i> :			
- EHEC og EHEC-LST	Svært alvorlig	Middels	Middels ⁴
- aEPEC	Middels alvorlig	Middels	Middels
<i>Campylobacter (jejuni og coli)</i>	Middels alvorlig	Høy	Middels
<i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>enterica</i>	Middels alvorlig	Middels	Lav
<i>Cryptosporidium</i> spp.	Mindre alvorlig	Middels ⁵	Middels

¹ Alvorlighetsgrad av sykdom hos mennesker. Det er lagt vekt på sykdommens manifestasjoner slik de vanligvis opptrer. Sykdommen kan ha langt alvorligere konsekvenser hos immunsupprimerte og andre utsatte grupper (Vedlegg 3).

² Forekomst av sykdom i befolkningen som følge av innenlands smitte (Vedlegg 3).

³ Forekomst hos norske sauer (Vedlegg 2).

⁴ Inkluderer aEPEC og EHEC-LST, bakterier som bare kan skiller fra EHEC ved at de mangler fagmediert toksingener (Vedlegg 3).

⁵ Forekomst av cryptosporidiose i befolkningen er utilstrekkelig undersøkt. Sykdommen er meldingspliktig til MSIS kun som aids-definerende tilstand, men det er grunnlag for å mene at forekomsten er betydelig (Vedlegg 3).

Følgende kriterier er brukt for å rangere forekomst og alvorlighet:

Forekomst av sykdom hos mennesker:

- *Høy*: Flere enn 20 sykdomstilfeller per 100.000 personer/år
- *Middels*: Mellom 2 og 20 sykdomstilfeller per 100.000 personer/år
- *Lav*: Færre enn 2 sykdomstilfeller per 100.000 personer/år

En mer detaljert inndeling kan feilaktig gi inntrykk av større nøyaktighet enn datagrunnlaget tillater.

Vurderingen bygger på opplysninger om:

1. forekomst av sykdommene i befolkningen - fra MSIS (Meldingssystem for smittsomme sykdommer ved Folkehelseinstituttet) (Vold *et al.*, 2011) (www.msis.no),
2. forekomst av og årsaker til sykdomsutbrudd - fra Vesuv (Vevbasert system for utbruddsvarsling) (Vold *et al.*, 2011) (www.utbrudd.no),
3. forekomsten av smittestoffene blant dyr, i matkjeden og miljøet - fra landets referanselaboratorier, fra overvåkingsprogrammer og kartleggingsstudier i regi av Mattilsynet, samt fra forskning (Hofshagen 2011; Kapperud *et al.*, 2008; Lium *et al.*, 2007; Robertson *et al.*, 2010; Robertson *et al.*, 2006b).

Den største usikkerheten ved beregning av forekomst i befolkningen (punkt 1, ovenfor), er knyttet til antallet sykdomstilfeller som ikke blir registrert. Det er etter beste skjønn tatt hensyn til graden av underrapportering, som er betydelig og varierer mellom sykdommene. Faktorer som har betydning for underrapportering, er særlig:

- pasientenes legesøkningsadferd og legenes prøvetakingspraksis, som begge påvirkes av blant annet sykdommens alvorlighet og pasientenes alder, kanskje også av antatt smittested (utlandet vs. innenlands);
- sensitiviteten og spesifisiteten for de diagnostiske metodene som brukes ved landets medisinsk-mikrobiologiske laboratorier;
- hvilke agens laboratoriene rutinemessig leter etter, kriteriene for å utføre en gitt diagnostikk dersom det ikke er rutine, og hvor mange av laboratoriene som utfører diagnostikken (Vold *et al.*, 2011).

Alvorlighetsgrad av sykdom hos mennesker:

- *Svært alvorlig*: Sykdommen er ofte svært alvorlig. Det er en betydelig risiko for dødsfall og følgetilstander, dersom ikke sykdommen behandles i tide.
- *Middels alvorlig*: Sykdommen er middels alvorlig; dødsfall og følgetilstander kan forekomme, men er sjeldnere enn i den foregående gruppen.
- *Mindre alvorlig*: Sykdommen er mindre alvorlig. Dødsfall og følgetilstander er svært sjeldne, men kan unntaksvis forekomme, særlig hos immunsupprimerte og andre utsatte personer.

Vurdering av alvorlighetsgrad bygger på hvor alvorlige de kliniske manifestasjonene av sykdommen vanligvis er, inkludert risikoen sykdommen medfører for følgetilstander og død (Blystad 2010). De kliniske konsekvensene kan ofte være langt alvorligere for personer med svekket immunforsvar og andre spesielt utsatte grupper. I denne konsekvensvurderingen er det lagt vekt sykdommenes manifestasjoner slik de vanligvis opptrer. Detaljer finnes i Vedlegg 3.

I Figur 1er det laget et risikokart med utgangspunkt i alvorlighetsgraden av sykdom hos mennesker og forekomst av de aktuelle agens blant norske sauer (se Vedlegg 2).

Alvorlighetsgrad av sykdom hos mennesker	Svært alvorlig		EHEC og EHEC-LST	
	Middels alvorlig	Salmonella	aEPEC Campylobacter	
	Mindre alvorlig		Cryptosporidium	
		Lav	Middels	Høy
Forekomst av agens hos norske sauer				

Figur 1. Risikokart for agens som kan smitte fra sau til mennesker ved kontaminasjon av slaktene under slakteprosessen

Eksponeringsvurdering

Slaktelinjer og teknikker som er aktuelle for norske forhold

Slakting av sau og lam er i Norge sesongslakting fra starten av september til slutten av november. I noen grad er det slakteriets eget personale som utfører dette arbeidet, men ofte rekrutteres folk utenfra for å bemanne disse slaktelinjene. I de siste årene er det i stadig større grad rekruttert personale fra en rekke land i Øst-Europa. I tillegg til sesongslaktingen slaktes det noe sau ellers i året særlig utover vinteren, men det er snakk om begrensede mengder. Årsaker til slakting utenfor sesongen er bl.a. «tomme søyer», utrangerte værere eller lam som ikke har oppnådd tilstrekkelig kjøttfylde og vekt i slaktesesongen.

Hvordan er hygienene ved slakting av småfe i Norge? En undersøkelse som ble utført av Hetland og Røtterud (1989) fokuserte på slaktefeil og visuell hygienisk kvalitet, og det ble påpekt mange feil og mangler ved de fem anleggene som ble undersøkt den gangen. Det siteres fra sammendraget i rapporten: «*Rester av hår/ull ble funnet hyppigst på lår/knoker (37,2 %) og bryst/slagside (9 %). Håndmerker (kombinasjoner av blod, vominnhold og annen forurensing) har nær sammenheng med flåteknikk og manuell framtrekking av slaktet langs linja og ble følgelig registrert hyppigst på framknoker (43,2 %) og slagsider (51 %), mens frekvensen på bryst og lår var om lag 17 % i gjennomsnitt*». Noen av erfaringene fra denne rapporten var basis for rettleidingen i hygienisk slakting av småfe som ble utgitt i forbindelse med problemene med *S. diarizonae* i Nordland under slaktesesongen i 1993 (Hetland *et al.*, 1993). Her ble det i tillegg fokusert på rodding og bagging av endetarm for å begrense muligheten for smitte med *S. diarizonae* til menneske.

De slaktelinjene som ble konstruert og satt inn i slakteriene av Terje Nordøy for ca. to tiår tilbake, representerer den prototypen som det fins flest av i Norge i dag (Tabell 8). Dette er slaktelinjer som i utgangspunktet verken har posisjoner for rodding av spiserør eller bagging av endetarm. Uttak av tarmskiva med mager foretas via buksnittet mens dyret henger etter forbeina, og spiserøret kappes ved inngangen til formagene. Etter at operatøren har forsøkt «å melke tarmen» (Figur 4) kuttes tykktarmen. Noen slakterier klipper tarmstumpen for å unngå lekkasje til buk- og bekkenhulen.

Slaktet blir deretter hengt opp også i bakbeina og henger mer eller mindre horisontalt i alle fire bein. Da ringes endetarmen og resten av tarmstumpen dras ut gjennom endetarmssnittet (Figur 5). Prosessen fører relativt ofte til synlig forurensing av slakteskrotten med tarminnhold. Tarmstumpen som dras ut, er ofte tilsølt fra snittflaten (Figur 6) selv om operatøren har forsøkt å «melke vekk» tarminnholdet. Påsetting av metallklips på tarmstumpen vil i noen grad hindre forurensing. Det er ikke uvanlig å bruke to forskjellige størrelser av klips: én type klips for lam og én for voksen sau.

Tabell 8. Slakterier som slaktet mer enn 40.000 småfe i Norge (2010). Angitt slaktemengde i følge Animalia (2011). Tilsammen ble det i følge samme kilde slaktet 1.194 772 småfe i 2010.

Slakteri	Linjetype	Slakt/time	Rodding	Bagging	Antall slakt
Nortura Forus	Nordøy	250 +/-	Nei	Nei	137.969
Nortura Førde	Nordøy	250 +/-?	Nei	Nei	120.092
Fatland Ølen	Nordøy	250 +/-	Nei	Nei	109.209
Nortura Gol	Nordøy	250 +/-	Nei	Nei	105.443
Nortura Sandeid	Nordøy	250 +/-	Nei	Nei	83.692
Nortura Rudshøgda	Hamjern	300 +/-	Ja	Ja	78.621

Nortura Målselv	Lokal	180	Nei	Ja	72.957
Nortura Malvik	Ny linje 2010	250 +/-	Ja	Ja	72.169
Nortura Bjerka	Ombygd Nordøylinje	250 +/-?	Ja	Ja	63.266
Fatland Jæren	Nordøy	250 +/-	Nei	Nei ²	59.387
Furuseth Dal	Modifisert linje NewZealand		Ja	Nei	47.357
Nortura Oppdal ¹	Eldre, delvis flåing på benk	170	Ja	Ja	46.619

¹ I 2011 slakting ved Nortura Malvik

² Lukker med klips ved kutting av tykkertarmen

Rodding (lukking av spiserøret)

Det siteres fra Hetland og Røtterud (1989): «Søl av vominnhold langs slaktelinja, på skinnen og på kjøttet er et gjennomgående problem ved alle linjetyper. Det forsterkes naturlig nok der spiserøret kappes tidlig i slakteprosessen og slaktenes stilling endres mellom vertikalt og horisontalt. Problemet kan begrenses til et lite område av slaktelinja ved at spiserøret ikke kappes under blodtappingen og at hodet først kappes etter skinnavtrekking. Det finnes imidlertid bedre løsninger, der spiserøret lukkes og kan kappes og hodet kan fjernes tidlig». Dette er problemstillinger som også er aktuelle i dag.

Lukking av spiserøret utføres i prinsippet i to operasjoner:

1. Spiserøret løsnes fra luftrøret og ved mellomgolvgjennomgangen, for å lette uttak av bukholeorganer. Det er dette som egentlig er «rodding», men når uttrykket brukes i dag omfatter det også at:
2. Spiserøret lukkes.

Stikkingen slik den gjennomføres i dag, vil i seg selv begrense effekten av rodding, siden strupen (luftrør og spiserør) overskjæres i ett snitt sammen med alle blodkar i halsregionen. Denne måten å utføre stikking foretrekkes av dyrevelferdsmessige årsaker for å sikre at de store halsarteriene og halsvenene skjæres over. Dette medfører ofte at dyra gulper opp innhold fra vomma og resultatet blir relativt mye søl og begrenset effekt ved seinere lukking av spiserøret (rodding).

Denne stikkemetoden er for øvrig ikke akseptabel ifølge Hygienepakken dersom slakteriet ikke er godkjent for halal-slakting. Det siteres fra Forskrift om særlige hygieneregler for næringsmidler av animalsk opprinnelse. Kapittel IV: Slaktehygiene: «Driftsansvarlige for næringsmiddelforetak som driver slakterier der det slaktes tamme hov- og kløvdyr, skal sikre at følgende krav oppfylles: Bedøving, avbløding, flåing, uttak av indre organer skal utføres så snart som mulig og på en slik måte at forurensing av kjøttet unngås. Særlig: a) skal luftrøret og spiserøret forbli intakt under avblødningen, unntatt ved slakting etter et religiøst rituale».

Tidligere valgte man å utføre stikkingen nærmest med et kirurgisk presisjonsnivå ved at man stakk inn kniven fra siden på halsen og tok sikte på å skjære over bare de aktuelle arterier og vener i halsen og unngå å kutte spiserøret. Det viste seg imidlertid at alle blodkarene ikke alltid ble skåret over ved denne metoden. Dette er imidlertid en metode som er å foretrekke av hygieniske årsaker og som ville ha medført en langt bedre effekt av rodding enn tilfellet er med dagens stikkemetode.

I følge Hardy Christensen, Teknologisk Institut, Hygiejne og Konservering, Danish Meat Research Institute, Roskilde, Danmark (personlig meddelelse) er «det i praksis mulig at gjennomføre "halsstik" så tilsøling af halsen med vominnhold undgås. Kniven føres ind under kæben ventralt for strubehovedet og huden skæres over ventralt langs med kæben – når huden

er overskåret ventralt vendes kniven og med et dorsalt snit afskæres hovedet – herved opnås at luftrør og spiserør hænger sammen i strubehovedet. Når lammet er flået, og hænger i forben og bagben, så blotlægges spise-og luftrør». Og så kan man lukke spiserøret.

En alternativ avblødningsmetode er bryststikk av sau slik det utføres på storfe i norske slakterier i dag. Dette er dyrevelferdsmessig akseptabelt, og spiserøret blir ikke affisert under stikkingen. Da vil det kunne legges til rette for rodding på første posisjon etter stikking/avblødning, og arbeidsoperasjonen vil kunne utføres på en langt bedre hygienisk måte. Dersom det utføres linjeklipping, vil imidlertid bryststikking medføre betydelig tilsøling av blod i ulla på hals og hode.

Uansett metode blir resultatet best der spiserøret lukkes så tidlig som mulig. Både klips, strikk og knyting kan benyttes.

Dersom det benyttes halsstikk, er det naturlig å utføre rodding på posisjonen for flåing av bryst mens slaktet er fiksert og halsen lett tilgjengelig.

Ved uttak av organene må en unngå å punktere vomma. Et av de viktigste argumentene mot lukking av spiserøret har vært at det da lettere ryker med påfølgende tilsøling med vominnhold. Dersom det brukes klips eller strikk og spiserøret frilegges med roddestav eller tilsvarende helt opp til nettmage/vom, forekommer dette svært sjeldent (Figur 7).

Noen slakterier velger å klippe bort den delen av nakken (halsen) som er mest utsatt for tilsøling fra spiserør. Rapporten fra Hetland og Røtterud (1989) synes fortsatt å være aktuell når det gjelder rodding: *«Alle metodene er så arbeidskrevende at bemanningen må utvides med en person. De hygieniske fordelene vil imidlertid være så store ved å forhindre tilsøling av slakt og innredning med vominnhold, at den økte bemanningen bør kunne forsvares. Problemet er i første rekke å tilpasse metoden til den eksisterende slaktingen både planmessig og slakteteknisk. Det vil også være muligheter for ytterligere inntjening dersom man hindrer forurensing av halskjøttet, slik at det kan brukes til menneskemat og ikke gå til destruksjon/dyrefôr som i dag».*

Bagging (plastpose på endetarmen)

Når det gjelder overføring av bakterier fra tarmen og over på slaktet, er ringing (løsning av endetarmen) en svært kritisk operasjon. Operasjonen må foretas etter skinnavtrekket, og slaktet må henge etter bakbeina (Figur 8). Påsetting av plastpose rundt endetarmen skjer umiddelbart etter ringing (Figur 9), og på sau bør nok posen festes ved hjelp av en knute eller strikk (Figur 10).

Effekt av rodding og bagging og betydningen av andre posisjoner og prosedyrer langs slaktelinja

Den hygieniske effekten av rodding og bagging vil være avhengig av at operatørene utfører arbeidet på disse posisjonene på en hygienisk måte. Det er imidlertid ikke bare dyktighet og gjennomføringsevne over tid hos operatørene som står på disse posisjonene, som er viktig. Også andre posisjoner og arbeidsprosedyrer spiller inn, i tillegg til slaktehastigheten.

Avgjørende momenter er:

- At sauen er klipt så tett opp til slaktetidspunktet som mulig, fortrinnsvis etter stikking (linjeklipping)
- At spretting og flåing foretas på en optimal og hygienisk måte

- At en unngår at slakteoverflaten rundt endetarmsåpningen og bekkenet forurenses under hudavtrekket (Figur 12). Dette skjer ved at endetarmen eller deler av tarmskiva krenger ut fordi presset på dette området er stort, siden slaktet henger etter forbeina på dette trinn. På svært mange av Nordøylinjene skjer dette rimelig ofte, og det kan bl.a. skyldes at operatørene på et tidligere trinn har skåret inn på lukkemuskelen/endetarmslimhinna ved uttak av halen (Figur 13) eller har vært uheldig under spretting eller flåing.
- I tillegg til de momentene som er anført ovenfor, er også måten hudavtrekket styres på svært viktig. En erfaring er at blod og oppgulp fra halsskinnet blir virvlet ut i lufta og forurenses den flådde ryggen dersom hudavtrekket har for stor hastighet.
- At en unngår kryssforurensing ved enkelte av de senere posisjonene:
 - Kjøttkontrollen (ofte mye palpasjon og snitting)
 - Ved trimming (noen slaktelinjer er ikke utstyrt med muligheter for vask og desinfeksjon i nærheten av operatøren)
 - Ved evt. bruk av vakuum steam (ofte mye palpasjon, og vask og desinfeksjon av hender foretas ikke)
 - Ved vekta (klassifisering) – de fleste slaktelinjer er ikke utstyrt med muligheter for vask og desinfeksjon i nærheten av klassifisøren til tross for at han berører alle slakt.
 - Ved omfordeling av slakt før nedkjøling (bruk av «stjerneheng» eller «juletrær»). De fleste slaktelinjer er ikke utstyrt med muligheter for vask og desinfeksjon i nærheten av operatørene på dette trinn.

Tabell 9. Prosessteg, hygienisk betydning av disse og tiltak overfor zoonotiske smittestoff ved transport, slakting, kjøling og nedskjæring av sau og lam. Tabellen er basert på publiserte artikler, spesielt Berends *et al.* (1997)

Prosess steg	Hygienisk betydning	Tiltak
Transport	På grunn av stress kan et høyere antall bakterier av zoonotiske agens skilles ut med avføring under og etter transport. Smitte fra andre individer og besetninger	Vask og desinfeksjon av transportbiler
Slaktefjøs	Kryssmitte mellom dyr	Vask og desinfeksjon
Klipping av sau og lam	Kontaminering med avføring under transport	Klipping av sau og lam i slakteriet straks før slakting eller etter avbløding
Bedøving	Kontaminering fra redskap	Vask og desinfeksjon av redskap
Avliving (avbløding)		
Rodding	Kontaminering av slaktet fra spiserøret	Lukking av spiserøret
Avhudning. Snitting og flåing	Kontaminering fra redskap og andre slakteskrotter	Vask og desinfeksjon av redskap (to-knivsmetoden). Opplæring av personale
Uttak av organer	Kontaminering fra buk og brystorganer (tunge, svelg, tonsiller) og redskap	Lukking av endetarm. Vask og desinfeksjon av redskap (to-knivsmetoden). Opplæring av personale
Post-mortem inspeksjon	Krysskontaminering	Vask og desinfeksjon av redskap (to-knivsmetoden)
Trimming (pussing)		
Klassifisering		
Omfordeling av slakt før nedkjøling		
Dekontaminering med damp eller varmt vann	Signifikant reduksjon av bakterier	Tid/temperatur for eksponering (vann/damp)
Kjøling	Redusert vekst av bakterier. Noen bakterier desimeres i noen grad	Tid/temperatur
Nedskjæring	Krysskontaminering. Vekst av bakterier	

Vitenskapelige undersøkelser av slaktehygiene på sau

Det er begrenset med forskning når det gjelder slaktehygiene på sau. En av de få bakteriologiske undersøkelsene som har hatt som målsetting å undersøke forurensingen fra forskjellige kilder hos dyret (ull, spiserør og endetarm) er foretatt av Nesbakken og Røtterud (2002), der tre slakterier (A, B og C) ble sammenlignet. Informasjon om prøveuttakssteder og slaktelinjene fins i Figur 11 og Tabell 10.

Slakteri A med både rodding og bagging hadde en slaktehastighet som tidvis lå høyere enn 300 slakt pr. time, og selv om det ble utført både rodding og bagging i tilslutning til ringing av endetarmen, var man vitne til nokså vilkårlig hygienisk behandling av slaktene, bl.a. ved at det ble skåret hull på tarmen. Dette førte til et stort antall *E. coli* rundt endetarmssnittet (Figur 2).

Slakteri C som var basert på utslakting i benk med tradisjonell endetarmsringing og bruk av plastpose, kom best ut bortsett fra resultatene for hals/nakke siden det ble tilsøling av nakken

på grunn av kontakt mellom nakkens flådde flater og benken. Dette forholdet forklarer nok de noe høye *E. coli* resultatene på dette prøvetakingsstedet (Figur 2).

Slakteri B som var ei typisk «Nordøylinje» hadde betydelig tilsøling av endetarmsområdet (Figur 2). Effekter som kunne avleses var store svingninger (stort standardavvik) i antall *E. coli* i bekkenhulen der en periodevis nok vil få noe forurensing fra den uklipsede tarmstumpen avhengig av innholdet i denne. Også på prøvestedet hals/nakke var det stort standardavvik, noe som gjenspeiler eventuell forurensing fra vom/spiserør.

At prøvetakingsstedene er relevante (bryst i forhold til flåing, og perianalområdet når det gjelder ringing og uttak av endetarm) er vist av Bell og Hathaway (1996). Artikkelforfatterne skriver også at høye kimtall indikerte forurensing fra ull mens et stort antall *E. coli* indikerte forurensing fra tarm.

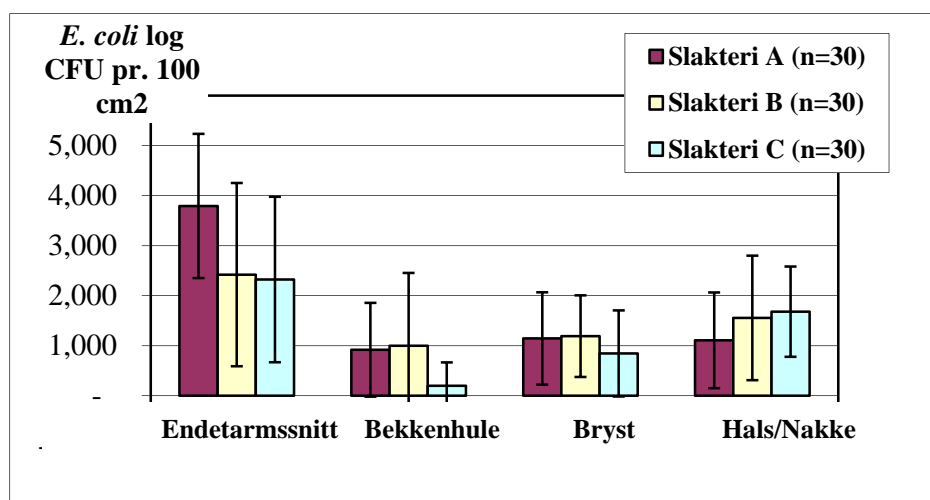
Når *E. coli* O157:H7 blir påvist i avføring og/eller i ulla øker sjansen for påvisning også på slakteoverflaten (Mersha *et al.*, 2010).

Garcia *et al.* (2010) har undersøkt forekomst av *Campylobacter* på saueslakt. Både flanken og et område rundt endetarmssnittet ble undersøkt. *C. jejuni* utgjorde 79 % av isolatene fra slakteoverflaten, mens *C. coli* utgjorde 13 %. Forfatterne konkluderte at forekomsten på slakteoverflatene gjenspeilte forekomst både i ull og avføring.

Tabell 10. Relevant informasjon om slaktelinjene (Nesbakken & Røtterud 2002).

Slakteri	Linje- betegnelse	Hastighet (pr. time)	Rodding	Forflåing	Hudavtrekk	Ringing av endetarm
A	Nyere	ca. 300	Ved hudavtrekk	Hengende i fire bein	Hengende i fire bein	Hengende i bakbein med plastpose
B	Nordøy	> 250	Utføres ikke	Hengende i tre eller fire bein	Hengende i forbein	Hengende i bakbein uten plastpose*
C	Eldre	170	Etter avblødning	På rygg på benk	Hengende i forbein	Hengende i bakbein med plastpose

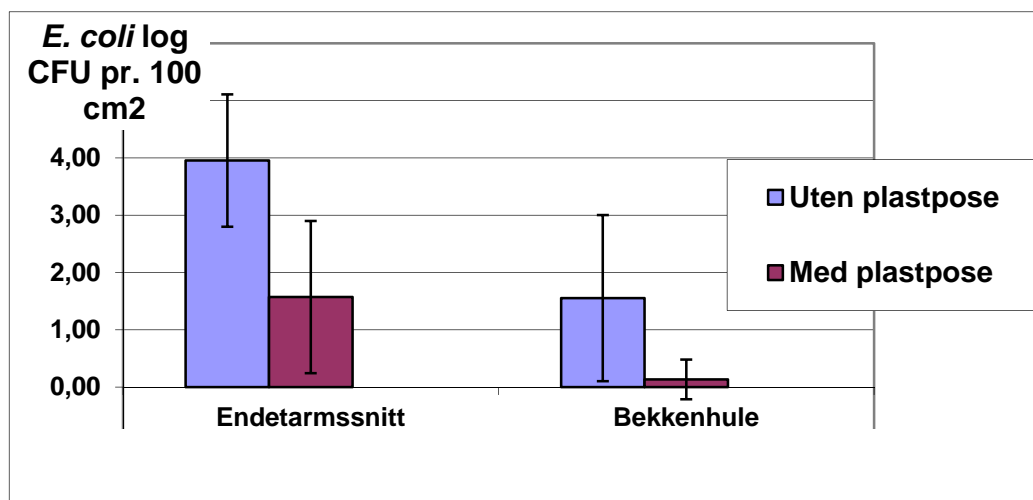
* tarmen kappes slik at en stump blir hengende igjen i bukhulen. Etterpå ringes endetarmen og tarmstumpen dras ut kaudalt.



Figur 2. Undersøkelse av overflater av saueslakt. Gjennomsnitt og standardavvik for *E. coli* log CFU pr. 100 cm² i tre slakterier (Nesbakken & Røtterud 2002)

Bransjen innførte i 2006 retningslinjer for slakting av sau (Animalia 2007). Disse krever at sauene klippes på slakteriet rett før eller etter avliving. Skitne sauer og uklipte sauer sendes i separat varestrøm til varmebehandling. Effekten av dette regimet har imidlertid aldri vært evaluert før undersøkelsen av Hauge *et al.* (2011). Resultatene herfra viser at mangelfull slaktehygiene i tilslutning til tarmuttak synes å være problemet i slakteriet som ble brukt til evaluering av bransjeretningslinjene. Siden dette slakteriet har en helt vanlig Nordøylinje og har en bemanning som ikke skiller seg særlig ut fra andre slakterier, kan nok disse resultatene ekstrapoleres til andre slakterier med Nordøylinjer. Det siteres fra artikkelen: "*At the end of the slaughter-line, the significant differences between the unshorn and shorn groups which were found at the skinning point were impaired due to carcass contamination. Rodding of the oesophagus and bagging of the rectum were not performed in this abattoir, and the absence of these procedures, in addition to suboptimal evisceration which was observed, might have contributed to both direct contamination and also cross contamination between carcasses during direct contact and handling. For this abattoir, the national guidelines for hygienic slaughter, which require shearing of lambs and sheep immediately before slaughter, were not efficient in a cost-benefit context due to these shortcomings*".

I Figur 3 er vist den hygieniske effekten ved bruk av plastpose i tilslutning til ringing av endetarm (Nesbakken *et al.*, upubliserte data). Forsøket er utført i et slakteri med en ombygd Nordøylinje der slaktene ble roddet, og der slaktet ble snudd slik at det henger i bakbeina etter hudavtrekket (Figur 8). Undersøkelsen er foretatt av en slaktelinje som ligner svært på de linjene som Nortura har i Malvik og Bjerka i dag. Figur 8, Figur 9 og Figur 10 viser stegene ved bagging.



Figur 3. Hygienisk effekt ved bagging i tilslutning til ringing av endetarm ved slakting av småfe. Gjennomsnitt og standardavvik for *E. coli* log CFU pr. 100 cm² (Nesbakken *et al.*, upubliserte data)

Selv om antallet slakt er begrenset (30 slakt i hver gruppe), er undersøkelsen basert på en kommersiell drift med ca. 250 slakt pr. time, og relevante prøvetakingssteder (to av prøvetakingsstedene i Figur 11). Konklusjonen synes derfor å være at bruk av plastpose i tilslutning til ringing av endetarm resulterer i to logs reduksjon av *E. coli* målt rundt endetarmssnittet og i én logs reduksjon av *E. coli* i bekkenhulen.

Bakteriologiske undersøkelser for evaluering av slaktehygiene

Bakteriologiske undersøkelser av slakt i følge vedlegg til 852/2004 (EC 2005) er pålagte undersøkelser som slakteriene må gjennomføre én gang pr. uke evt. én gang hver 14. dag avhengig av resultatene over tid. Reglene sier: «*Ved hver prøvetaking skal det tas prøver av fem tilfeldig utvalgte skrotter. Ved valg av prøvetakingssteder bør det tas hensyn til det*

enkelte anleggs slaktemetoder». Denne formen for bakteriologiske undersøkelser vil i utgangspunktet ikke kunne måle at praksis rundt rodding og endetarmsuttak er utført i henhold til GMP og GHP, dersom prøver fra forskjellige prøvetakingssteder slås sammen. Hvis prøveuttaksstedene er valgt korrekt og disse undersøkes hver for seg, vil bakteriologiske undersøkelser av slakt kunne avsløre om praksis rundt rodding og endetarmsuttak er utført i henhold til GMP og GHP. ISO 17604 (ISO 2003), som er veilederen til prøveuttak i følge vedlegg til 852/2004 (FKD, 2012), har en tabell på side 7 som angir aktuelle prøvetakingssteder («Table A.1 – Sites consistently contaminated by high numbers of microorganisms»). I rubrikken "Lamb" i denne tabellen angis imidlertid ingen optimale prøveuttakssteder for påvisning av forurensing fra avføring eller spiserør. Prøveuttakssteder på lammeslakt angitt i «Figure A3 Lamb» angir imidlertid aktuelle prøveuttakssteder. Noen av disse synes å tilsvare enkelte av prøveuttaksstedene i Figur 11.

Ved norske slakterier er det uten unntak svabermetoden som benyttes. I utgangspunktet kreves at kimtall og *Enterobacteriaceae* som skal benyttes på prøver som skal tas ut på slutten av slaktelinja før slaktene blir sendt til nedkjøling. Det skal tas ut prøver fra fire steder på hver skrott, og prøvene samles før de analyseres. Men i Norge har man stort sett valgt å ta ut prøver etter nedkjøling. Siden noen av artene i *Enterobacteriaceae* er i stand til å formere seg også ved lav temperatur, benyttes *E. coli* som indikator i dette tilfellet. Det benyttes omregningstabeller, siden *E. coli* bare er én av flere arter innen *Enterobacteriaceae* og at det er lavere gjenfinning ved svabermetoden enn ved den destruktive metoden (Fødevarerdirektoratet 2004). Siden det skjer et visst drap av *E. coli* under nedkjøling, må det også foretas en tilpasning av kriteriene i forhold til det. Med et opplegg som skissert ovenfor, sier det seg selv at dette regimet gir begrensede opplysninger om og forklaringer på årsak til et evt. forhøyet kimtall eller høyere nivåer av *Enterobacteriaceae* eller *E. coli*. Zweifel og Stephan (2003) evaluerte ti prøvetakingssteder på slakt for påvisning av fekal forurensing og anbefalte nakken og brystet (flanken) som aktuelle prøvetakingssteder. Dersom en vil måle effekt av rodding, bør man måle forurensingen på nakken på slaktet, gjerne med svabermetode og *E. coli* som indikatororganisme og med prøveuttakssted som angitt i Figur 11. Effekten av ringing og bagging av endetarmen kan måles med svabermetode og *E. coli* som indikatororganisme og med prøveuttakssteder som i Figur 11. I dette tilfellet bør området rundt endetarmsåpningen og bekkenhulen undersøkes.

Noen representanter for norsk slakteribransje foretrekker imidlertid å bruke resultater fra kvernet kjøtt som grunnlag for sine vurderinger av kvaliteten av slaktehygiene, selv om dette representerer summen av bakteriebelastningen fra slakting, nedskjæring og kverning. På grunnlag av slike data hevdet Knut Framstad (Nortura) følgende angående sammenhengen mellom slaktemetode og hygienisk gevinst målt som antall *E. coli*: «Når det ligger til rette for rodding og bagging, er dette gode metoder, men vi ser lite sammenheng mellom metodevalg og sluttresultat. Det finnes flere måter å oppnå god hygienisk kvalitet. Målet må være nådd når sluttproduktet tilfredsstillende kraverne i mikrobiologiske kriterier!». Argumentene ble fremført både under Veterinære fagdager i 2011 og under oppstartsseminaret for «Tilsynsprosjekt småfe» på Høyland i Sandnes 9. november 2011. Å foreta bakteriologiske undersøkelser av kvernet kjøtt er heller ikke i tråd med prinsippene i HACCP som krever dokumentasjon som er relevant når det gjelder slaktehygiene, og korrigerende tiltak der og da ved overskridelse av kritisk grense. Den anvendte metoden er ikke egnet til å vurdere effekten av rodding og bagging uavhengig av forurensning tilført slaktet på andre trinn i prosessen.

Avslutningsvis er det viktig å klargjøre at bakteriologiske undersøkelser kun kan brukes til verifisering på stikkprøvebasis. I det daglige skal slaktehygiene styres ved observasjoner av i hvilken grad slakt forurenses og av hvordan operatører utfører sitt arbeid. I HACCP-sammenheng er dette avgjørende slik at systematiske feil kan rettes hurtigst mulig.

Risikokarakterisering – hygienisk gevinst

Rodding

Hygienisk gevinst er oppsummert i Tabell 11. Dagens praksis med bruk av halsstikk og overskjæring av blodårer, spiserør og luftrør medfører at effekten av rodding blir begrenset. Det er likevel mulig å gjennomføre rodding etter at halsen er flådd, men på dette tidspunkt vil både slakt og slakterimiljø være tilsølt av vominnhold. Det vil likevel være en effekt ved at flådde flater forurenses i mindre grad, og at det unngås forurensing til buk og brysthule.

I kapitlet «Rodding (lukking av spiserøret)» er en dansk metode beskrevet (Hardy Christensen, personlig meddelelse). Hardy Christensen hevder at det «*i praksis er mulig å gjennomføre "halsstikk" så tilsøling av halsen med vominnhold undgås*» ved at «*kniven føres ind under kæben ventralt for strubehovedet og huden skæres over ventralt langs med kæben – når huden er overskåret ventralt vendes kniven og med et dorsalt snit afskæres hovedet – herved opnås at luftrør og spiserør hænger sammen i strubehovedet. Efter blotning af spiserør og luftrør kan spiserøret friskæres fra struben og lukkes*». Denne metoden vil trolig ha omtrent samme hygienisk effekt som bryststikk (se Tabell 11).

Dersom bryststikk velges som stikkemetode, vil effekten av rodding bli større. Det vil være mulig å bruke toknivsmetode ved spretting og flåing før rodding av spiserøret. Ved dette opplegget unngås tilsøling av ull, flådde flater, bukhule og brysthule, i tillegg til operatørens hender, utstyr, vegger og golv i stor grad.

Nakkeklipping medfører at vomsøl til en viss grad fjernes fra slaktet, dersom operasjonen blir utført på en hygienisk måte, blant annet ved at utstyret som brukes rengjøres og dekontamineres mellom hvert slakt.

Tabell 11. Vurdering av eventuell hygienisk gevinst ved rodding

Stikke-metode	Rodde-metode	Rodde-posisjon	Nakke-klipping	Hygienisk gevinst - slakt	Hygienisk gevinst - miljø
Hals (overskjæring av spiserør, luftrør og blodkar)	Ingen	-	Ja	Liten. Forurensede nakker fjernes.	Ingen
			Nei	Ingen	Ingen
	Klips eller strikk	Etter flåing av hals	Ja	Middels. Unngår tilsøling av buk og brysthule. Forurensede nakker fjernes.	Liten
			Nei	Liten. Unngår tilsøling av buk og brysthule	Liten
Bryst (bare overskjæring av blodkar) eller dansk metode for halsstikk ¹	Ingen	-	Ja	Liten. Forurensede nakker fjernes.	Liten
			Nei	Liten	Liten
	Klips eller strikk	Første posisjon etter stikking	Ja	Stor. Unngår tilsøling av slaktets ytre deler, buk og brysthule. Forurensede nakker fjernes.	Stor
			Nei	Stor. Unngår tilsøling av slaktets ytre deler, buk og brysthule.	Stor
		Etter flåing av hals	Ja	Middels. Unngår tilsøling av flådde flater i noen grad. Unngår tilsøling av buk og brysthule. Forurensede nakker fjernes.	Middels
			Nei	Middels. Unngår tilsøling av buk og brysthule	Middels

¹ Detaljert forklaring av metoden i teksten i dette kapitlet og i kapitlet «Rodding (lukking av spiserøret)»

Uttak av helt tarmsett

Tabell 12 viser at det er stor hygienisk gevinst ved bagging ved ringing og uttak av helt tarmsett også når det gjelder sau. Dersom man ikke bruker plastpose og endetarmen føres inn i bukhulen, er sjansen stor for forurensing av området rundt endetarmen, bekkenhulen, bukhulen, brysthulen og buksnittet som tarmskiva føres ut gjennom, samt slakteoverflater, plattform, redskaper og hender.

Uttak av tarmskiva ved at tarmen kappes og at resten av tarmen tas ut etter ringing via endetarmssnittet til slutt

Det er stor mulighet for fekal forurensing fra tarmstumpen til buk- og bekkenhulen etter at tykktarmen er kuttet over, selv om operatøren forsøker å «melke» innholdet vekk fra kuttstedet. Lekkasje fra endetarmsstumpen forekommer svært ofte. Det er stor mulighet for forurensing av bekkenhulen, bukhulen og buksnittet som tarmskiva føres ut gjennom, samt slakteoverflater, plattform, redskaper og hender. Denne forurensingsmuligheten kan reduseres noe ved klipping av tarmen, f. eks. med plastklips med passende dimensjon. Det er også stor mulighet for forurensing av området rundt endetarmssnittet under ringing og i buk- og bekkenhulen, når endetarmsstumpen dras ut. Denne forurensingsmuligheten kan reduseres noe dersom endetarmen er klipset som nevnt ovenfor.

Tabell 12. Vurdering av eventuell hygienisk gevinst ved forskjellig uttaksmetode av tarmskiva og bagging

Metode for tamuttak	Tiltak	Hygienisk gevinst
Uttak av helt tarmsett	Bagging ved ringing	Stor
	Ringing uten bagging	Ingen. Stor mulighet for forurensing av området rundt endetarmssnittet, buk- og bekkenhulen, i tillegg også andre deler av slaktet i det tarmskiva tas ut
Uttak av tarm ved at tykktarmen kappes og den gjenværende tarmstumpen dras ut etter ringing via endetarmssnittet til slutt	Lukker med klips etter kutting av tykktarmen	Trolig middels. Mulighet for forurensing av området rundt endetarmssnittet, buk- og bekkenhulen, i tillegg også andre deler av slaktet i det tarmskiva tas ut
	Lukker ikke med klips etter kutting av tykktarmen	Ingen. Stor mulighet for forurensing av området rundt endetarmssnittet, buk- og bekkenhulen, i tillegg også andre deler av slaktet i det tarmskiva tas ut

Kunnskapshull

Det foreligger bare et begrenset antall undersøkelser som omfatter slaktehygiene på sau og som kan fortelle om forurensningen av slaktene skyldes forurensing fra formager/spiserør eller avføring.

Spesielt er det behov for:

- Analytisk-epidemiologiske undersøkelser av risikofaktorer i befolkningen for de utvalgte sykdommene, særlig zoonotiske *E. coli*-infeksjoner og cryptosporidiose, og spesielt med tanke på betydningen av sau og sauekjøttprodukter som smittekilde.
- Kontinuerlig utvikling og av nye, DNA-baserte laboratoriemetoder for å vurdere patogeniteten til smittestoffene, oppdage og oppklare sykdomsutbrudd, følge utviklingstendenser og avdekke reservoarer.
- Basiskunnskaper om den reelle forekomsten av de aktuelle sykdommene og smittestoffene i Norge.
- Oppdaterte kunnskaper om forekomst blant sau av *Campylobacter* spp., og kunnskaper om forekomst av potensielt humanpatogene *E. coli* som tilhører andre serotyper enn O103, O157 og O26.
- Kunnskaper om sykdomsbyrden knyttet til sykdommene: hvilke konsekvenser sykdommen har for hver enkelt pasient og for samfunnet som helhet.
- Mer kunnskap om betydningen under norske forhold av ulike fôringsregimer for forekomst av de utvalgte agens i sau ved slakting.

Konklusjon

Fire zoonotiske agens ble valgt ut for vurdering av mulig hygienisk gevinst ved strengere krav til slakting av småfe: zoonotiske *E. coli* (EHEC, EHEC-LST og aEPEC), *Campylobacter jejuni* og *coli*, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* og *Cryptosporidium* spp. Dette er smittestoffer som forekommer blant sau i Norge, og overflatekontaminasjon av slaktene er en mulig årsak til videre spredning i matkjeden. Gjennomgang av litteraturen (Vedlegg 2) viser at forekomsten både i avføring og rumen (vom) varierer betydelig avhengig av fôringsregime, stress, alder, årstid og egenskaper ved den aktuelle stammen av bakterien eller parasitten.

Hos sau er nedre del av tarmsystemet det foretrukne habitat for disse fire smittestoffene. Overlevelse i rumen er imidlertid en forutsetning for overføring til tarmen og eventuelt kolonisering og formering der. *Campylobacter* og *Cryptosporidium* opptrer kortvarig og midlertidig i rumen under sin passasje videre til tarmsystemet, mens *Salmonella* og *E. coli* også kan overleve der i kortere eller lengre tid og, under gitte forutsetninger, endog oppformerer.

For alle fire smittestoffer er forekomsten i avføring og tarminnhold uansett langt høyere enn i rumen (Tabell 3 og Vedlegg 2), og tilsøling av slakteskrottene med avføring utgjør derfor den største helsefaren for konsumentene, fordi antallet bakterier og parasitter blir høyere enn ved tilsøling med rumeninhold. Kontaminasjon med mageinnhold fra spiserør og formager representerer imidlertid også en helsefare. For zoonotiske *E. coli*, *Cryptosporidium* og *Campylobacter* er den minste infeksjose dosen svært lav, slik at selv en lavgradig tilsøling er et problem (Tabell 5 og Vedlegg 3). *Campylobacter* har riktignok dårligere overlevingssevne både i miljøet og på slakteoverflatene enn de to andre (Tabell 6), men det er likevel registrert ett sykdomsutbrudd der dårlig hygiene ved tilberedning av lammekjøtt, var årsaken (Vedlegg 3). *Salmonella* og *E. coli* kan dessuten formere seg i miljøet, på slaktene og i produktene (Tabell 4 og Vedlegg 3), slik at selv en lav kontaminasjon oppstått ved slakting, kan forøkes senere i matkjeden.

Rodding

Dagens praksis med bruk av halsstikk og overskjæring av blodårer, spiserør og luftrør medfører at rodding bare har begrenset effekt. Det er likevel mulig å gjennomføre rodding etter at halsen er flådd, men på dette tidspunkt vil både slakt og slakterimiljø kunne være tilsølt av vominnhold. Det vil likevel være en effekt ved at flådde flater forurenses i mindre grad, og at det unngås forurensing til buk og brysthule.

Det fins også en «dansk form for halsstikk» som innebærer at «kniven føres ind under kæben ventralt for strubehovedet og huden skæres over ventralt langs med kæben – når huden er overskåret ventralt vendes kniven og med et dorsalt snit afskæres hovedet – herved opnås at luftrør og spiserør hænger sammen i strubehovedet». Den hygieniske effekten av rodding etter denne formen for halsstikk vil trolig langt på vei kunne være på samme nivå som for bryststikk (se nedenfor).

Dersom bryststikk velges som stikkemetode, vil effekten av rodding bli større siden det vil muliggjøre rodding allerede på første posisjon etter avblødning. Det vil være mulig å bruke toknivsmetode ved spretting og flåing før rodding av spiserøret. Ved dette opplegget unngås tilsøling av ull, flådde flater, bukhule og brysthule i tillegg til operatørens hender, utstyr, vegger og golv.

Nakkeklipping medfører at vomsøl til en viss grad fjernes fra slaktet dersom operasjonen blir utført på en hygienisk måte blant annet ved at utstyret som brukes rengjøres og dekontamineres mellom hvert slakt.

Bagging

Ved uttak av helt tarmsett: Det er stor hygienisk gevinst ved bruk av plastpose ved ringing og uttak av helt tarmsett også når det gjelder sau. Dersom man ikke bruker plastpose og endetarmen føres inn i bukhulen, er sjansen stor for forurensing av området rundt endetarmen, bekkenhulen, bukhulen, brysthulen og buksnittet som tarmskiva føres ut gjennom samt slakteoverflater, plattform, redskaper og hender.

Uttak av tarmskiva ved at tarmen kappes: Det er stor mulighet for fekal forurensing fra den gjenværende tarmstumpen til buk- og bekkenhulen etter at tykktarmen er kuttet over, selv om operatøren forsøker å «melke» innholdet vekk fra kuttstedet. Lekkasje fra tarmstumpen forekommer svært ofte, og det er stor mulighet for forurensing av bekkenhulen, bukhulen og buksnittet som tarmskiva føres ut gjennom samt slakteoverflater, plattform, redskaper og hender. Denne forurensingsmuligheten kan reduseres noe ved klipping av tarmen f. eks. med plastklips med passende dimensjon. Det er også stor mulighet for forurensing av området rundt endetarmsnittet under ringing og i buk- og bekkenhulen når endetarmsstumpen dras ut. Denne forurensingsmuligheten kan reduseres noe dersom endetarmen er klipset som nevnt ovenfor.

Den hygieniske effekten av rodding og bagging vil være avhengig av at operatørene utfører arbeidet på disse posisjonene på en hygienisk måte. Også andre posisjoner og arbeidsprosedyrer spiller inn, i tillegg til slaktehastigheten.

Bakteriologiske undersøkelser for evaluering av slaktehygiene

Bakteriologiske undersøkelser av slakt i følge vedlegg til 852/2004 er pålagte undersøkelser som slakteriene må gjennomføre en gang pr. uke evt. en gang hver 14. dag avhengig av resultatene over tid. Denne formen for bakteriologiske undersøkelser vil i utgangspunktet ikke kunne måle at praksis rundt rodding og endetarmsuttak er utført i henhold til GMP og GHP dersom prøver fra forskjellige prøvetakingssteder slås sammen. Hvis prøveuttaksstedene er valgt korrekt og disse undersøkes hver for seg, vil bakteriologiske undersøkelser av slakt kunne avsløre om praksis rundt rodding og endetarmsuttak er utført i henhold til GMP og GHP.

Svar på spørsmål

1. Er det en generell forskjell i farepotensialet for forekomst av zoonotiske agens ved tilsøling av en slakteskrott med mageinnhold fra spiserør og formager i forhold til faeces?

For alle fire utvalgte smittestoffer er forekomsten i tarminnhold og faeces langt høyere enn i rumen (Tabell 3 og Vedlegg 2), og tilsøling av slakteskrottene med faeces utgjør derfor den største helsefaren for konsumentene, fordi antallet bakterier og parasitter blir høyere enn ved tilsøling med rumeninnhold. Kontaminasjon fra spiserør og formager representerer imidlertid også en helsefare, fordi infeksjonsdosen for enkelte agens (zoonotiske *E. coli*, *Cryptosporidium* og *Campylobacter*) er svært lav. Dessuten kan lav forekomst forøkes ved vekst i matkjeden (*E. coli* og *Salmonella*).

2. Vi ønsker at det angis grad av en eventuell hygienisk gevinst ved endring av slakteteknikk for småfe

a. Ved ”rodding” av spiserøret og uttak av helt spiserør i tilslutning til magesekk. Dette sett i forhold til å kappe spiserøret av ved overgang til magesekk.

Ved halsstikk:

Dersom det foretas halsstikking ved at strupen (luftrør og spiserør) overskjæres i ett snitt sammen med alle blodkar i halsregionen, og rodding blir foretatt under den videre flåprosessen, vil den hygieniske gevinsten karakteriseres som middels når det gjelder slaktet og liten når det gjelder miljøet.

Det er også beskrevet en «dansk form for halsstikk» som innebærer at «kniven føres ind under kæben ventralt for strubehovedet og huden skæres over ventralt langs med kæben – når huden er overskåret ventralt vendes kniven og med et dorsalt snit afskæres hovedet – herved opnås at luftrør og spiserør hænger sammen i strubehovedet”. Den hygieniske effekten av rodding etter denne formen for halsstikk vil trolig langt på vei kunne være på samme nivå som for bryststikk (se nedenfor).

Ved bryststikk:

Dersom det foretas bryststikking og rodding som første steg etter stikking vil den hygieniske gevinsten være stor både når det gjelder selve slaktet og miljøet i slakteriet. Dersom roddingen foretas under den videre flåprosessen, vil den hygieniske gevinsten karakteriseres som middels når det gjelder slaktet og liten når det gjelder miljøet.

Nakkeklipping vil fjerne noe av forurensingen forårsaket av vominnhold på halsen/nakken ved begge stikkemetodene.

b. Å utføre ”bagging” av endetarm med uttak av helt tarmsett. Dette sett i forhold til å ikke utføre ”bagging” ved uttak av helt tarmsett.

Bagging i tilslutning til ringing av endetarm med påfølgende uttak av helt tarmsett, medfører en stor hygienisk gevinst i forhold til ikke å utføre «bagging» (Tabell 12).

c. Å ta ut hele tarmsettet i ett, på tradisjonell måte, ved å føre endetarmen inn i slakteskroten etter ”ringing” (uten ”bagging”). Dette sett i forhold til å kappe endetarmen av inne i bukhulen og ta ”resttarmen” ut bak på skroten.

Begge metodene medfører stor mulighet for forurensing av bekkenhule, bukhule, området rundt endetarmen, slaktets flådde flater, hender, redskaper og utstyr og kan i prinsippet ikke

være i henhold til GMP og GHP. Forurensingsmuligheten i forbindelse med kapping av endetarmen i bukhulen og ta ”resttarmen” ut bak på skroten, kan reduseres noe ved å sette klips på gjenværende del av tykktarmen etter uttak av tarmskiva. Det kan f. eks. brukes plastklips med passende dimensjon.

d. Å utføre ”bagging” av endetarmen med uttak av helt tarmsett. Dette sett i forhold til å kappe endetarmen av inne i bukhulen og ta ”resttarmen” ut bak på skroten.

Bagging med påfølgende uttak av helt tarmsett medfører en stor hygienisk gevinst i forhold til å kappe endetarmen av inne i bukhulen og ta ”resttarmen” ut bak på skroten.

Den hygieniske effekten av rodding og bagging vil være avhengig av at operatørene utfører arbeidet på disse posisjonene på en hygienisk måte. Også andre posisjoner og arbeidsprosedyrer spiller inn, i tillegg til slaktehastigheten.

3. Dokumentasjon av effekt:

a. I hvilken grad vil bakteriologiske undersøkelser av slakt i følge vedlegg til 852/2004 kunne avsløre om praksis rundt rodding og endetarmsuttak er utført i henhold til GMP og GHP?

Denne formen for bakteriologiske undersøkelser vil i utgangspunktet ikke kunne måle at praksis rundt rodding og endetarmsuttak er utført i henhold til GMP og GHP, dersom prøver fra forskjellige prøvetakingssteder slås sammen. Hvis prøveuttaksstedene er valgt korrekt og disse undersøkes hver for seg, vil bakteriologiske undersøkelser av slakt kunne avsløre om praksis rundt rodding og endetarmsuttak er utført i henhold til GMP og GHP – se punkt 3b.

b. Hva slags undersøkelser av slakt vil kunne avsløre om rodding og endetarmsuttak er utført i henhold til GMP og GHP?

Effekten av rodding gjenspeiles ved forurensing av nakken på slaktet. Denne kan f. eks. måles ved bruk av svabermetode og *E. coli* som indikatororganisme og med prøveuttakssted som vist i Figur 11.

Effekten av ringing og bruk av plastpose på endetarmen gjenspeiles ved forurensing av området rundt endetarmsåpningen og bekkenhulen. Denne kan f. eks. måles ved bruk av svabermetode og *E. coli* som indikatororganisme og med prøveuttakssteder som vist i Figur 11.

Referanser

- Alvseike O. Epidemiological aspects and control of *Salmonella* IIIb 61:k:1,5,(7) in Norwegian sheep and mutton. Thesis. Norges Veterinærhøgskole; 2001.
- Animalia. National guidelines for securing the hygienic quality of raw materials from cattle and sheep in Norwegian abattoirs (in Norwegian). Animalia; 2007.
- Animalia. Kjøttets tilstand. 2011.
http://www.animalia.no/upload/Kj%c3%b8ttets_tilstand_2011/Kjottets_tilstand_2011.pdf
- Baldursson S, Karanis P. Waterborne transmission of protozoan parasites: Review of worldwide outbreaks - An update 2004-2010. Water Res 2011;45:6603-14.
- Bell RG, Hathaway SC. The hygienic efficiency of conventional and inverted lamb dressing systems. J Appl Bacteriol 1996:225-34.
- Berends B, Dahl J, Fries R, Nesbakken T. Management in red meat production before and after harvest. Microbial control in the meat industry. University of Bristol Press.; 1997.
- Bergsjø B, Sviland S, Urdahl AM. Økt forekomst av *Salmonella* hos husdyr i Norge – grunn til bekymring? Norsk Vettidskr 2011;123:510-3.
- Blystad H. Smittevern boka, 4. utgave. Smittevern 18. Nasjonalt folkehelseinstitutt; 2010.
- Boukhors K, Pradel N, Girardeau JP, Livrelli V, Said AMO, Contrepolis M, et al. Effect of diet on Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) growth and survival in rumen and abomasum fluids. Vet Res 2002;33:405-12.
- Brandal LT, Sekse C, Lindstedt BA, Sunde M, Løbersli I, Urdahl AM, et al. Norwegian sheep is an important reservoir for human pathogenic *Escherichia coli* O26:H11. Appl Environ Microbiol 2012; Published ahead of print 2012, doi:10.1128/AEM.00186-12 .
- Brennhovd O. Thermotolerante *Campylobacter* spp. og *Yersinia* spp. i noen norske vannforekomster. Thesis. Norges Veterinærhøgskole;1991.
- Bukhari Z, Smith HV. *Cryptosporidium parvum*: oocyst excretion and viability patterns in experimentally infected lambs. Epidemiol Infect 1997;119:105-8.
- Castro-Hermida JA, Almeida A, González-Warleta M, Correia da Costa JM, Rumbo-Lorenzo C, Mezo M. Occurrence of *Cryptosporidium parvum* and *Giardia duodenalis* in healthy adult domestic ruminants. Parasitol Res 2007;101:1443-1448.
- Castro-Hermida JA, Garcia-Preedo I, Almeida A, González -Warleta M, Correia da Costa JM, Mezo M. *Cryptosporidium* spp. and *Giardia duodenalis* in two areas of Galicia (NW Spain). Sci Tot Environ 2011;409:2451-2459.

Chaucheyras-Durant F, Madic J, Doudin F, Martin C. Biotic and abiotic factors influencing *in vitro* growth of *Escherichia coli* O157:H7 in ruminant digestive contents. *Appl Environ Microbiol* 2006;72:4136-4142.

Chaucheyras-Durant F, Faqir F, Ameilbonne A, Rozand C, Martin C. Fates of acid-resistant and non-acid-resistant Shiga toxin-producing *Escherichia coli* strains in ruminant digestive contents in the absence and presence of probiotics. *Appl Environ Microbiol* 2010;76:640-647.

Cornick NA, Helgerson AF, Sharma V. Shiga toxin and Shiga toxin-encoding phage do not facilitate *Escherichia coli* O157: H7 colonization in sheep. *Appl Environ Microbiol* 2007;73:344-346.

Davies CM, Kaucner C, Deere D, Ashbolt NJ. Recovery and enumeration of *Cryptosporidium parvum* from animal fecal matrices. *Appl Environ Microbiol* 2003;69:2842-2847.

Duffy LL, Small A, Fegan N. Concentration and prevalence of *Escherichia coli* O157 and *Salmonella* serotypes in sheep during slaughter at two Australian abattoirs. *Aust Vet J* 2010;88:399-404.

EC. Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs. 2005. Report No.: EC No 2073.

ECDC & EFSA. The Community Summary Report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in the European Union in 2009. European Center for Disease Control and Prevention (ECDC) and European Food Safety Authorities (EFSA); 2011.

EFSA. Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Salmonella* in holdings with breeding pigs in the EU, 2008 - Part A: *Salmonella* prevalence estimates. *EFSA Journal* 2009;7:1377.

EFSA. Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Campylobacter* in broiler batches and of *Campylobacter* and *Salmonella* on broiler carcasses in the EU, 2008 - Part A: *Campylobacter* and *Salmonella* prevalence estimates. *EFSA Journal* 2010;8:1503.

Evans J, Knight H, McKendrick IJ, Stevenson H, Barbudo AV, Gunn GJ, *et al.* Prevalence of *Escherichia coli* O157:H7 and serogroups O26, O103, O111 and O145 in sheep presented for slaughter in Scotland. *J Med Microbiol* 2011;60:653-660.

FKD, LMD, HOD. Vedlegg til HI:1623 Næringsmiddelhygieneforskrift. 2012. Report No.: For-2008-12-22-1623.

Fossum K, Grønstøl H, Kapperud G, Schaller G, Skjerve E. Salmonellainfeksjoner hos dyr og mennesker. *Nor Vettidskr* 1996;108:639-645.

Franco A, Lovari S, Cordaro G, di Matteo P., Sorbara L, Iurescia M, *et al.* Prevalence and concentration of Verotoxigenic *Escherichia coli* O157:H7 in adult sheep at slaughter from Italy. *Zoonoses Publ Hlth* 2009;56:215-220.

Fødevederedirektoratet. Mikrobiologisk kontrol av slagtekroppe - EU-kontroll versus *E. coli* proceskontrol i henhold til USA bestemmelser. Ministerie for Fødevarer, landbrug og fiskeri; 2004.

Garcia AB, Steele WB, Taylor DJ. Prevalence and carcass contamination with *Campylobacter* in sheep sent for slaughter in Scotland. J Food Safety 2010;30:237-250.

Geurden T, Thomas P, Casaert S, Vercruyse J, Claerebout E. Prevalence and molecular characterisation of *Cryptosporidium* and *Giardia* in lambs and goat kids in Belgium. Vet Parasitol 2008;155:142-145.

Gjerde B. Parasittære infeksjoner. In: Granum PE, editor. Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner. Høyskoleforlage, Kristiansand; 2007. p. 283-332.

Grau FH, Brownlie LE, Smith MG. Effects of food intake on numbers of salmonellae and *Escherichia coli* in rumen and faeces of sheep. J Appl Bacteriol 1969;32:112-117.

Grauke LJ, Kudva IT, Yoon JW, Hunt CW, Williams CJ, Hovde CJ. Gastrointestinal tract location of *Escherichia coli* O157:H7 in ruminants. Appl Environ Microbiol 2002;68:2269-2277.

Gutta VR, Kannan G, Lee JH, Kouakou B, Getz WR. Influences of short-term pre-slaughter dietary manipulation in sheep and goats on pH and microbial loads of gastrointestinal tract. Small Ruminant Res 2009;81:21-28.

Handeland K, Nesse LL, Lillehaug A, Vikoren T, Djonne B, Bergsjø B. Natural and experimental *Salmonella* Typhimurium infections in foxes (*Vulpes vulpes*). Veterinary Microbiology 2008;132:129-134.

Hauge SJ, Nafstad O, Skjerve E, Røtterud OJ, Nesbakken T. Effects of shearing and fleece cleanliness on microbiological contamination of lamb carcasses. Int J Food Microbiol 2011;150:178-183.

Hetland A, Røtterud OJ. Slakting av sau og lam. Norges Slakterilaboratorium; 1989. Report No.: Intern rapport 06 89.

Hetland A, Lundsvoll A, Nesbakken T, Røtterud OJ. Slakting av småfe. Norsk kjøtt 1993.

Hofshagen M. Zoonoserapportene: Rapporter om sykdommer som kan smitte mellom dyr og mennesker. Norges situasjon. 1999-2009. Veterinærinstituttet, Folkehelseinstituttet og Mattilsynet; 2011.

Hofshagen M. Handlingsplanen mot *Campylobacter* hos slaktekylling. Handlingsplaner og rapporter. 2001-2011. Veterinærinstituttet, Oslo; 2011.

Hunter PR, Thompson RC. The zoonotic transmission of *Giardia* and *Cryptosporidium*. Int J Parasitol 2005;35:1181-1190.

Høgåsen H, Kampen AH, Hopp P, Valheim M, Hektoen L, Melkild I, et al. Risiko- og sårbarhetsanalyse av norsk saueneiering: konsekvenser for dyrehelse og folkehelse. Veterinærinstituttet, Oslo; 2011. Report No.: 10-2011.

ISO. ISO 17604:2003(E): Microbiology of food and animal feeding stuffs - Carcass sampling for microbiological analysis. ISO; 2003.

Johnsen G, Zimmerman K, Lindstedt BA, Vardund T, Herikstad H, Kapperud G. Intestinal carriage of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* among cattle from South-western Norway and comparative genotyping of bovine and human isolates by amplified-fragment length polymorphism. Acta Vet Scand 2006 ; 1:4 doi:10.1186/1751-0147-1-4.

Jore S, Hopp P, Hofshagen M, Bergsjø B, Bruheim T, Falck M, et al. The surveillance and control programme for *Salmonella* in live animals, eggs and meat in Norway. Norwegian Veterinary Institute, Oslo; 2010. Annual Report 2010.

Kapperud G, Stenwig H, Lassen J. Epidemiology of *Salmonella typhimurium* O:4-12 infection in Norway - Evidence of transmission from an avian wildlife reservoir. Am J Epidemiol 1998;147:774-782.

Kapperud G, Espeland G, Wahl E, Walde A, Herikstad H, Gustavsen S, et al. Factors associated with increased and decreased risk of *Campylobacter* infection: A prospective case-control study in Norway. Am J Epidemiol 2003;158:234-242.

Kapperud G. *Campylobacter*. In: Granum PE, ed. Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner. Høyskoleforlaget, Kristiansand; 2007. p. 83-97.

Kapperud G. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner – Forekomst og betydning. In: Granum PE, editor. Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner. Høyskoleforlaget, Kristiansand; 2007. p. 27-47.

Kapperud G. *Salmonella*. In: Granum PE, editor. Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner. Høyskoleforlaget, Kristiansand; 2007. p. 117-135.

Kapperud G, Nygård K, Elstrøm P, Vold L, Heier BT, Lindstedt BA. Blir vi syke av norsk kjøtt? Hvilken betydning har kjøtt og kjøttprodukter som smittekilde: Hva vet vi, og hva har vi behov for å vite? Status – 2008. Nasjonalt folkehelseinstitutt; 2008. Report No.: 2.

Karanis P, Kourenti C, Smith H. Waterborne transmission of protozoan parasites: a worldwide review of outbreaks and lessons learnt. J Water Hlth 2007;5:1-38.

Kudva IT, Hunt CW, Williams CJ, Nance UM, Hovde CJ. Evaluation of dietary influences on *Escherichia coli* O157:H7 shedding by sheep. Appl Environ Microbiol 1997;63:3878-3886.

Kudva IT, Blanch K, Hovde CJ. Analysis of *Escherichia coli* O157:H7 survival in ovine or bovine manure and manure slurry. Appl Environ Microbiol 1998;64:3166-3174.

Lium B, Kapperud G, Kaldhusdal M, Nygård K, Sviland S, Elstrøm P, et al. Kunnskapsstatus knyttet til mattrygghet og smittespredning. Kjøtt og kjøttprodukter fra storfe, småfe, svin og fjørfe. Veterinærinstituttet; 2007. Report No.: 13-2007.

Mellmann A, Bielaszewska M, Karch H. Intrahost Genome Alterations in Enterohemorrhagic *Escherichia coli*. *Gastroenterol* 2009;136:1925-1938.

Mersha G, Asrat D, Zewde BM, Kyule M. Occurrence of *Escherichia coli* O157:H7 in faeces, skin and carcasses from sheep and goats in Ethiopia. *Lett J Microbiol* 2010;50:71-76.

Milnes AS, Stewart I, Clifton-Hadley FA, Davies RH, Newell DG, Sayers AR, et al. Intestinal carriage of verocytotoxigenic *Escherichia coli* O157, *Salmonella*, thermophilic *Campylobacter* and *Yersinia enterocolitica*, in cattle, sheep and pigs at slaughter in Great Britain during 2003. *Epidemiol Infect* 2008;136:739-751.

Nesbakken T, Røtterud OJ. Hygienic investigations of slaughter-lines for sheep and lambs in Norway (in Norwegian). *Kjøttforum. Moderne kjøttkontroll fra bås til bord* 2002.

Nesbakken T, Lassen J, Nygård K, Østerås O. *Salmonella diarizonae* hos dyr i Norge. Konsekvenser for dyr og mennesker. Vitenskapskomiteen for mattrygghet, Oslo; 2008.

Nesbakken T, Eckner K, Rotterud OJ. The effect of blast chilling on occurrence of human pathogenic *Yersinia enterocolitica* compared to *Campylobacter* spp. and numbers of hygienic indicators on pig carcasses. *Int J Food Microbiol* 2008;123:130-133.

Nesbakken T, Christensen H, Skjerve E. Dekontaminering av pattedyrslakt ved bruk av damp eller varmt vann. Vitenskapskomiteen for mattrygghet, Oslo; 2010.

Nygård K, Vold L, Robertson L, Lassen J. Underdiagnostiseres innenlandssmittede *Cryptosporidium*- og *Giardia*-infeksjoner i Norge? *Tidsskr Nor Legeforen* 2003;123:3406-3409.

Ogden ID, Hepburn NF, Macrae M, Strachan NJ, Fenlon DR, Rusbridge SM, et al. Long-term survival of *Escherichia coli* O157 on pasture following an outbreak associated with sheep at a scout camp. *Lett Appl Microbiol* 2002;34:100-104.

Ogden ID, Macrae M, Strachan NJ. Concentration and prevalence of *Escherichia coli* O157 in sheep faeces at pasture in Scotland. *J Appl Microbiol* 2005;98:646-651.

Ogden ID, Dallas JF, Macrae M, Rotariu O, Reay KW, Leitch M, et al. *Campylobacter* excreted into the environment by animal sources: prevalence, concentration shed, and host association. *Foodborne Pathog Dis* 2009;6:1161-1170.

Ortega-Mora LM, Requejo-Fernandez JA, Pilar-Izquierdo M, Pereira-Bueno J. Role of adult sheep in transmission of infection by *Cryptosporidium parvum* to lambs: confirmation of periparturient rise. *Int J Parasitol* 1999;29:1261-1268.

Pierce ES. Ulcerative colitis and Crohn's disease: is *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* the common villain? *Gut Pathog* 2010;2:21.

Pritchard GC, Marshall JA, Giles M, Chalmers RM, Marshall RN. *Cryptosporidium parvum* infection in orphan lambs on a farm open to the public. *Vet Rec* 2007;161:11-14.

- Refsum T. *Salmonella* infections in wild-living birds and hedgehogs in Norway. Thesis. Norges Veterinærhøgskole og Veterinærinstituttet; 2003.
- Robertson L, Fayer R. *Cryptosporidium*. In: Robertson L, Smith HV, eds. Foodborne protozoan parasites. Hauppauge, NY: Nova Science Publishers, Inc.; 2012.
- Robertson LJ, Campbell AT, Smith HV. Survival of *Cryptosporidium-parvum* oocysts under various environmental pressures. *Appl Environ Microbiol* 1992;58:3494-3500.
- Robertson LJ, Gjerde BK. Effects of the Norwegian winter environment on *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts. *Microbial Ecol* 2004;47:359-365.
- Robertson LJ, Hermansen L, Gjerde BK. Occurrence of *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts in sewage in Norway. *Appl Environ Microbiol* 2006;72:5297-5303.
- Robertson LJ, Forberg T, Hermansen L, Gjerde BK, Alvsvåg JO, Langeland N. *Cryptosporidium parvum* infections in Bergen, Norway, during an extensive outbreak of waterborne giardiasis in autumn and winter 2004. *Appl Environ Microbiol* 2006;72:2218-2220.
- Robertson LJ. *Giardia* and *Cryptosporidium* infections in sheep and goats: a review of the potential for transmission to humans via environmental contamination. *Epidemiol Infect* 2009;137:913-921.
- Robertson LJ, Gjerde BK, Hansen EF. The zoonotic potential of *Giardia* and *Cryptosporidium* in Norwegian sheep: A longitudinal investigation of 6 flocks of lambs. *Vet Parasitol* 2010;171:140-145.
- Rosef O, Gondrosen B, Kapperud G, Underdal B. Isolation and characterization of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* from domestic and wild mammals in Norway. *Appl Environ Microbiol* 1983;46:855-859.
- Rotariu O, Dallas JF, Ogden ID, Macrae M, Sheppard SK, Maiden MCJ, et al. Spatiotemporal Homogeneity of *Campylobacter* Subtypes from Cattle and Sheep across Northeastern and Southwestern Scotland. *Appl Environ Microbiol* 2009 ;75:6275-6281.
- Samuel JL, Eccles JA, Francis J. *Salmonella* in the intestinal tract and associated lymph nodes of sheep and cattle. *J Hyg (Camb)* 1981;87:225-232.
- Schimmer B, Nygård K, Eriksen HM, Lassen J, Lindstedt BA, Brandal LT, et al. Outbreak of haemolytic uraemic syndrome in Norway caused by stx(2)-positive *Escherichia coli* O103 : H25 traced to cured mutton sausages. *BMC Infectious Diseases* 2008;8:41-51.
- Sekse C, Solberg A, Petersen A, Rudi K, Wasteson Y. Detection and quantification of Shiga toxin-encoding genes in sheep faeces by real-time PCR. *Mol Cell Probe* 2005;19:363-370.
- Sekse C, Sunde M, Lindstedt BA, Hopp P, Bruheim T, Cudjoe KS, et al. Potentially human-pathogenic *Escherichia coli* O26 in Norwegian sheep flocks. *Appl Environ Microbiol* 2011;77:4949-4958.

- Skjerve E, Blom H, Hasseltvedt V, Lassen J, Nesbakken T, Nygård K, et al. A risk assessment of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) in the Norwegian meat chain with emphasis on dry-cured sausages. Vitenskapskomiteen for mattrygghet, Oslo; 2007.
- Small A, Reid CA, Buncic S. Conditions in lairages at abattoirs for ruminants in southwest England and in vitro survival of *Escherichia coli* O157, *Salmonella* Kedougou, and *Campylobacter jejuni* on lairage-related substrates. J Food Prot 2003;66:1570-1575.
- Solecki O, Macrae M, Strachan N, Lindstedt BA, Ogden I. *E. coli* O157 from sheep in Northeast Scotland: prevalence, concentration, shed, and molecular characterization by multilocus variable tandem repeat analysis. Foodborne Pathog Dis 2009;6:849-854.
- Sproston EL, Ogden ID, Macrae M, Dallas JF, Sheppard SK, Cody AJ, et al. Temporal variation and host association in the *Campylobacter* population in a longitudinal ruminant farm study. Appl Environ Microbiol 2011;77:6579-6586.
- Stanley KN, Wallace JS, Currie JE, Diggle PJ, Jones K. Seasonal variation of thermophilic campylobacters in lambs at slaughter. J Appl Microbiol 1998;84:1111-1116.
- Sturdee AP, Bodley-Tickell AT, Archer A, Chalmers RM. Long-term study of *Cryptosporidium* prevalence on a lowland farm in the United Kingdom. Vet Parasitol 2003;116:97-113.
- Urdahl AM, Alvseike O, Skjerve E, Wasteson Y. Shiga toxin genes (*stx*) in Norwegian sheep herds. Epidemiology and Infection 2001;127:129-134.
- Urdahl AM. Kartlegging av *E. coli* hos sau - resultater fra prøver samlet inn i 2006. Veterinærinstituttet, Oslo; 2007. Report No.: 11-2007.
- Urdahl AM, Bruheim T, Cudjoe KS, Hofshagen M, Hopp P, Johannessen G, et al. Kartlegging av *E. coli* hos sau - sluttrapport. Veterinærinstituttet, Oslo; 2009. Report No.: 05-2009.
- Vold L, Heier BT, Comelli H, Nygård K, Kapperud G. Årsrapport: Matbårne infeksjoner og utbrudd i 2010. Nasjonalt folkehelseinstitutt, Oslo; 2011.
- Wasteson Y. *Escherichia coli*. In: Granum PE, editor. Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner. Høyskoleforlaget, Kristiansand; 2007. p. 99-115.
- Zweifel C, Stephan R. Microbiological monitoring of sheep carcass contamination in three Swiss abattoirs. J Food Protect 2003;66:946-952.

Vedlegg 1 - Bilder



Figur 4. Forsøk på «melking» av tarminnhold før kutting. Foto: Truls Nesbakken



Figur 5. Fjerning av endetarmen på slaktelinje tilsvarende slaktelinja ved slakteri A. Foto: Truls Nesbakken



Figur 6. Mulighet for overføring av tarminnhold fra tarmstumpen til bekken- og bukhule. Foto: Truls Nesbakken



Figur 7. Vellykket bruk av klips på spiserøret der klipset er skjøvet opp til vomma. Foto: Truls Nesbakken



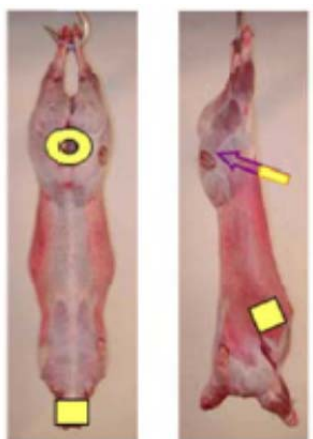
Figur 8. Ringing av endetarm mens sauen henger i bakbeina. Foto: Truls Nesbakken



Figur 9. Påsetting av plastpose rundt endetarmen etter ringing. Foto: Truls Nesbakken



Figur 10. Knytting av plastpose etter påsetting. Foto. Truls Nesbakken



Figur 11. Prøvetakingssteder (knyttet til spesifikke operasjoner): endetarmssnitt (ringing og uttak av endetarm), hals/nakke (vominnhold, rodding), bekkenhule (ringing og uttak av endetarm), bryst (spretting og flåing) (Nesbakken og Røtterud, 2002).



Figur 12. Utkrenging av endetarm i tilslutning til hudavtrekk. Foto: Truls Nesbakken



Figur 13. Hale med deler av slimhinna fra endetarmen. Foto: Truls Nesbakken

Vedlegg 2 - Fareidentifisering

Salmonella

Forekomst i produkter og blant dyr, inkludert sauer:

Forekomsten av *Salmonella enterica* subspecies *enterica* i norskprodusert kjøtt, egg og husdyr er eksepsjonelt lav. Resultatene fra Mattilsynets overvåkings- og kontrollprogrammer viser at under 0,1 % av flere tusen prøver undersøkt hvert år, er positive (Hofshagen 2011). Det finnes bare to kjente reservoarer for *Salmonella* i Norge som er av betydning for smitte til mennesker. Begge reservoarer er i villfaunaen, blant henholdsvis ville fugler (særlig småfugl og måker) og hos piggsvin (Kapperud 2007b; Kapperud *et al.*, 1998; Refsum 2003).

Salmonella påvises sporadisk i norske husdyr og norskproduserte kjøttvarer (Hofshagen 2011). Overvåkingen ved Folkehelseinstituttet viser at det sjelden opptrer sykdomstilfeller hos mennesker som med sikkerhet kan knyttes til slike funn, med unntak av enkelte tilfeller blant personer som har hatt kontakt med dyrene. I 2011 var det imidlertid en økning i antall påvisninger av *Salmonella* hos flere dyrearter, spesielt hos storfe (Bergsjø *et al.*, 2011). Det er blitt stilt spørsmål om vår gunstige smittesituasjon for *Salmonella* er i ferd med å endre seg. Bortsett fra *Salmonella diarizonae* (se nedenfor) var det ingen funn hos sau, men en stor majoritet av funnene ble gjort som ledd i Det norske overvåkings- og kontrollprogrammet for *Salmonella*, der undersøkelse av sau ikke inngår (Jore *et al.*, 2010).

Mens *Salmonella enterica* subspecies I (*enterica*) ikke er etablert i norske husdyrpopulasjoner, påvises en serovariant fra subspecies IIIb (*diarizonae*) med relativt høy prevalens blant sauebesetninger i visse regioner (Alvseike 2001). Folkehelseinstituttets overvåking viser at bakterien svært sjelden forårsaker sykdom hos mennesker, og da hovedsakelig hos personer med nedsatt immunforsvar. Bakterien er en opportunist med tilnærmet neglisjerbar humanmedisinsk betydning (Nesbakken *et al.*, 2008b), og vil følgelig ikke bli behandlet nærmere her. Potensielt humanpatogene *Salmonella*-bakterier må derfor betraktes som svært sjeldne blant norske sauer.

Forekomst og kvantifisering i rumen og avføring hos sau:

Utenlandske studier viser at *Salmonella* kan overleve og formere seg i rumen hos sau, avhengig av fôringsregimet. I en undersøkelse av 100 sauer fra Australia ble *Salmonella* påvist i rumen hos 21 og i rectum hos 35 (Samuel *et al.*, 1981). Grau *et al.* (1969) fant at fôrdeprivasjon (sulting) førte til at *S. Typhimurium* og *S. Anatum* vokste i rumen hos kunstig infiserte sauer, og nådde et nivå på 5-35 CFU/g etter 12 timer. Deretter falt antallet, og etter tre dager kunne bakterien ikke lenger påvises. Også i avføring økte forekomsten av *Salmonella* ved fôrdeprivasjon; antallet varierte betydelig, med høyeste nivå på fra 5×10^5 CFU/g avføring og persisterte deretter i opptil fem uker. Ved jevn fôring med grønnfôr (lucerne chaff) ble imidlertid *Salmonella* eliminert fra rumen etter to dager, og etter ca. 1 uke kunne bakterien ikke lenger påvises i avføring. I en annen undersøkelse fra Australia, der 64 sauer ved to slakterier inngikk, ble *Salmonella* påvist i avføring hos 20 %, på skinnen hos 13 % og på 1,3 % av slakteskrottene før kjøling (Duffy *et al.*, 2010). Antallet i avføring varierte fra \log_{10} 0,56 til 3,38 MPN/g, med et gjennomsnitt på \log_{10} 1,43 MPN/g.

Campylobacter

Forekomst i produkter og blant dyr, inkludert sauer:

Campylobacter jejuni/coli er vanlig i tarmen hos en lang rekke pattedyr og fugler, både viltlevende og domestiserte, som alle er friske bærere av bakterien (Kapperud 2007a). Det

største reservoaret i naturen er blant ville fugler. I Norge er det også påvist en betydelig prevalens hos storfe, sau, gris, fjørfe, hund, katt og fluer (Johnsen *et al.*, 2006; Kapperud *et al.*, 2008). Under 10 % av norske slaktekyllingbesetninger er bærere av bakterien, hvilket er svært lavt sammenlignet med andre land i EU/EØS-området (EFSA 2010; Hofshagen 2011). Bakterien er vanlig i overflatevannkilder, også slike som brukes til drikkevann (Brennhovd 1991), der den kan formere seg inne i ferskvannsamøber. I et arbeid fra 1983 ble 197 sauer fra 5 besetninger i Aust-Agder undersøkt; *Campylobacter jejuni* ble påvist i 8 % sauene og i to av de fem besetningene (Rosef *et al.*, 1983). I de to positive besetningene var prevalensen hhv 30 % (15/50) og 2 % (1/50).

Under slakteprosessen blir slaktene forurenset med *Campylobacter* fra tarm og ull, men det skjer en betydelig reduksjon under nedkjøling både på grunn av lav temperatur og en viss uttørring, selv om den sistnevnte effekten kan være mindre på lammeslakt som henger flere sammen og inn mot hverandre på såkalte «stjerneheng» eller «juletrær». Nesbakken og Røtterud (upubliserte data) svabret området rundt endetarmssnittet på 60 saueslakt. Før nedkjøling ble *Campylobacter* funnet på 8 (13,3 %) av slaktene. Etter en relativt langsom kjøleprosess der temperaturen i luft aldri var under 0 °C, ble *Campylobacter* bare gjenfunnet på ett slakt (1,7 %).

Forekomst og kvantifisering i rumen og avføring hos sau:

Det ble funnet få publikasjoner der forekomst av *Campylobacter* i rumen hos sau er undersøkt; ingen av disse er fra Norge. I en studie av lam i Storbritannia ble *Campylobacter* påvist i 92 % av prøvene fra tynntarmen hos 360 dyr, i et gjennomsnittlig antall på 4,0 log₁₀ MPN/g (Stanley *et al.*, 1998). Hos ti lam ble forekomst av *Campylobacter* i mage-tarmkanalen undersøkt: bakterien ble påvist i rumen hos tre av dyrene og i tynntarmen hos åtte, men bakterien ikke ble påvist fra tykktarmen eller caecum hos noen av dem. Antallet i rumen var ikke høyt nok til at det kunne foretas kvantifisering med den anvendte metoden. Sproston *et al.* (2011) fant at antallet i fersk avføring fra sau på en gård i Skottland, var i gjennomsnitt 820 CFU/g. Det ble påvist en betydelig sesongvariasjon både i prevalens og antallet utskilte *Campylobacter*-bakterier: antallet sank fra gjennomsnittlig 1800 CFU/g avføring i uke 20-26 til 100 CFU/g i uke 33-38. I en tidligere studie fra Skottland (Ogden *et al.*, 2009) ble *Campylobacter* funnet i avføring fra 97 av 292 sauer i perioden august 2005 til september 2006; antallet varierte betydelig, med et gjennomsnitt på 2x10⁵ CFU/g. Rotariu *et al.* (2009) undersøkte avføring fra sau ved 134 tilfeldig valgte gårder i Skottland med månedlig prøvetaking gjennom ett år. I gjennomsnitt skilte sauene ut 2,0x10⁵ CFU/g avføring, men bare 11 % av prøvene inneholdt >100 CFU/g. Sesongvariasjoner ble ikke undersøkt. Milnes *et al.* (2008) undersøkte forekomst av *Campylobacter* i avføring fra 2820 sauer ved 93 slakterier i Storbritannia gjennom ett år. Prevalensen varierte fra 39 % om sommeren (juni – august) til 52,8 % om vinteren (desember – februar) (p = 0,046).

STEC og EPEC

Prevalens blant norske sauer:

Mattilsynet har kartlagt forekomsten av tarmpatogene *E. coli* i norske sauebesetninger slaktet høsten 2007, etter en pilotstudie i 2006. Tre serovarianter som oftere enn andre knyttes til alvorlig sykdom (O157, O103 og O26), ble undersøkt i avføringprøver fra 491 tilfeldig valgte besetninger (Urdahl 2007; Urdahl *et al.*, 2009). Alt i alt ble potensielt humanpatogene *E. coli* som tilhørte disse serotypene, funnet i 131 besetninger fra 15 fylker. Dette viser at forekomsten er betydelig og vidt utbredt geografisk (Brandal *et al.*, 2012; Sekse *et al.*, 2011). Det kan ikke utelukkes at også andre serotyper som knyttes til sykdom, kan finnes hos norske sauer. Veterinærinstituttet er i ferd med å undersøke enkelte andre serotyper i det samme

materialet, blant annet O145. I en annen risikovurdering fra VKM er det presentert en oversikt over tidligere undersøkelser av potensielt humanpatogene *E. coli* blant norske storfe, sau og gris (Skjerve *et al.*, 2007), inkludert forekomst av toksingener (*stx*) i avføring fra sau (Sekse *et al.*, 2005). Patogenitetspotensialet til *E. coli*-isolatene fra norske sauer er diskutert under farekarakteriseringen, Vedlegg 3.

Forekomst og kvantifisering i rumen og avføring hos sau:

Det er publisert en rekke artikler fra andre land der forekomst i rumen hos sau er undersøkt *in vivo* og *in vitro*. Resultatene viser at både humanpatogene og andre STEC kan overleve og, under gitte betingelser, også formere seg i rumen. Graden av overlevelse og vekst er avhengig av forholdene i rumen, som på sin side påvirkes av fôrtype og fôrdeprivasjon før slakting (Boukhors *et al.*, 2002; Chaucheyras-Durant *et al.*, 2010; Chaucheyras-Durant *et al.*, 2006; Gutta *et al.*, 2009; Kudva *et al.*, 1997; Solecki *et al.*, 2009). I én undersøkelse ble overlevelse og vekst av kliniske og bovine STEC, inkludert non-O157-serotyper, undersøkt *in vitro* i sterilt rumeninhold fra sau (Boukhors *et al.*, 2002). Resultatene viste at bakteriene kunne formere seg under aerobe forhold og overleve under anaerobe forhold uten å tape levedyktighet. En fôrsammensetning med mye korn (i motsetning til høy) førte til lavere pH i rumen, noe som ikke understøttet vekst av STEC, selv ikke ved aerobe forhold, men induserte syretoleranse, hvilket forfatterne mente ville øke overlevelse ved passasje gjennom abomasum. I en annen *in vitro*-undersøkelse ble det funnet at syreressistente STEC overlevde i større grad enn syrefølsomme stammer ved langtidslagring i rumen-væske, og at de motsto det sure miljøet i abomasum-væske, mens syrefølsomme STEC ble drept (Chaucheyras-Durant *et al.*, 2010). Syretoleranse hadde derimot liten innflytelse på vekst i jejunum og caecum. Det ble ikke funnet noen studier som kvantifiserer STEC i rumen hos naturlig infiserte sauer, derimot er nivået av *E. coli* (generisk) undersøkt (Gutta *et al.*, 2009). Antallet *E. coli* i rumen varierte fra 2,0 til 4,8 log₁₀ CFU/g, avhengig av fôrsammensetning og -deprivasjon. Undersøkelsene til Grau *et al.* (1969) viste at *E. coli* (generisk), i likhet med *Salmonella*, økte ved fôrdeprivasjon, og antallet både i rumen og avføring nådde langt høyere nivåer enn *Salmonella*, hhv 10⁵ og 10⁹ CFU/g.

STEC O157:H7 ble i én undersøkelse påvist langt hyppigere i caecum, colon og avføring, enn i rumen og duodenum hos kunstig infiserte sauer (Grauke *et al.*, 2002). I en studie fra Australia, der 64 sauer ved to slakterier inngikk, ble STEC O157 isolert fra avføring hos 5 %, fra skinnen (fleece) hos 3 % og fra 0,6 % av slakteskrotenne før kjøling (Duffy *et al.*, 2010). STEC O157 ble kvantifisert i syv avføringsprøver, og antallet varierte fra log₁₀ 0,96 til 3,38 MPN/g, med et gjennomsnitt på log₁₀ 2,32 MPN/g. I en italiensk studie (Franco *et al.*, 2009) ble avføring fra 533 sauer undersøkt for STEC O157:H7 ved slakting. Prøvene var fordelt jevnt over alle fire årstider. Majoriteten (89 %, 34/38) av de positive sauene ble funnet om sommeren (juli-september). Antallet i avføring varierte fra <100 til 6x10⁵ CFU/g; 29 % (11/38) av de positive prøvene inneholdt > 1x10³ CFU/g, og 8 % (3/38) av dyrene skilte ut mer enn 1x10⁴ CFU/g. Ogden *et al.* (2005) undersøkte sauer på beite ved 15 tilfeldig valgte gårder nær Aberdeen, Skottland, mellom juni og november 2003. Flokkprevalensen av STEC O157 var 40 %. I avføring fra 44 O157-positive sauer varierte antallet fra <10 CFU/g til >10⁶ CFU/g; 20 sauer skilte ut >1x10³ CFU/g. Evans *et al.* (2011) undersøkte O157:H7, O26, O103, O111 og O145 i avføring hos 1082 sauer ved fire skotske slakterier, og fant en statistisk signifikant økning i utskillelse i tredje kvartal, og en betydelig nedgang mellom januar og mars. O157 ble kvantifisert i avføring fra 7 av dyrene; antallet ble estimert til >1x10³ CFU/g i gjennomsnitt, og én prøve inneholdt 1,15x10⁷ CFU/g. STEC O26:H11 ble forsøkt kvantifisert hos 8 dyr; i prøver fra 7 av disse kunne antallet ikke bestemmes med direkte utsæd, noe som indikerte et lavt nivå, men prøver fra ett dyr inneholdt gjennomsnittlig 7,54x10⁴ CFU/g. I en undersøkelse av Cornick *et al.* (2007) ble det ikke funnet noen forskjell

mellom O157:H7 som var *stx*-positive og *stx*-negative (inkludert varianter der hele bakteriofagen manglet), når det gjaldt størrelsen eller varigheten av utskillelse i avføring hos sau.

I langt de fleste undersøkelsene er det kun STEC O157:H7 som er studert. Det kan ikke utelukkes at andre serotyper vil kunne oppføre seg annerledes, men vi anser det likevel sannsynlig at forekomsten også av andre serotyper enn O157:H7 vil variere med fôringsregime og årstid, og at antallet er høyere i avføring enn i rumen.

Cryptosporidium

Prevalens blant norske sauer:

Robertson *et al.* (2010) undersøkte avføringsprøver fra lam på seks gårder i Rogaland, Oppland og Hedmark ved to tidspunkt i 2008: 567 lam i 5-6 ukers alder ble prøvetatt i mai/juni, mens 528 lam ble undersøkt 1-3 uker senere. Individprevalensen var henholdsvis 15 % og 24 % ved de to tidspunktene. Innen den enkelte besetning varierte prevalensen fra 3-34 %. Blant 42 utvalgte *Cryptosporidium*-isolater tilhørte 35 en zoonotisk genotype, som nå har fått artsnavnet *C. ubiquitum* (tidl. kalt den cervine genotype), mens 7 ble klassifisert som *C. xiaoi* (ikke zoonotisk). Det ser derfor ut til at norske sauer er et betydelig reservoar for kryptosporidier som kan gi sykdom hos mennesker.

Forekomst og kvantifisering i rumen og avføring hos sau:

Det ble ikke funnet noen publikasjoner som beskriver forekomst av *Cryptosporidium* spp. i rumen hos sau, men en rekke undersøkelser har kvantifisert oocyster i avføring fra naturlig og kunstig infiserte sauer og lam. Det er rapportert betydelig variasjon i antallet oocyster som skilles ut, tilsynelatende avhengig av blant annet dyrenes alder, sykdomsstatus, årstid, produksjonssystem og hvilken *Cryptosporidium*-genotype som er undersøkt. Antallet *C. parvum*-oocyster per gram avføring (OPG) varierte fra 8 til 515 i en studie av 416 friske, voksne sauer fra Spania (Castro-Hermida *et al.*, 2007). En senere undersøkelse fra Spania (Castro-Hermida *et al.*, 2011) sammenlignet friske, voksne sauer fra en innlandsregion (n=196) og en kystregion (n=11) gjennom to år. Antall OPG var i gjennomsnitt 38,6 (16-59) i kystområdet og 191,4 (16-1484) i innlandet. *C. parvum* var den eneste påviste arten. I en annen undersøkelse fra samme land, der 14 friske, drektige søyer inngikk, ble det påvist 20-440 OPG av *C. parvum* (Ortega-Mora *et al.*, 1999). I Australia fant Davies *et al.* (2003) store variasjoner i avføring samlet fra nedslagsfeltet til en vannkilde, med medianverdier på 148 og 275 OPG *C. parvum* hos henholdsvis voksne sauer og lam. Enkelte prøver inneholdt over 10^5 OPG. Etter eksperimentell infeksjon av lam med *C. parvum*, ble det påvist medianverdier på $1,4 \times 10^6$ (etter 4-5 dager) og $1,1 \times 10^7$ (etter 8 dager), mens antallet gradvis ble redusert etter 10 dager (Bukhari & Smith 1997). På fire sauegårder i Belgia med intens produksjon varierte utskillelsen hos lam yngre enn 10 uker fra 0 til 3×10^5 OPG, med et gjennomsnitt på 6832; den cervine genotypen (*C. ubiquitum*) dominerte (Geurden *et al.*, 2008). I kopplam på en besøksgård i Storbritannia ble det påvist fra 1×10^3 til 2×10^6 *C. parvum* OPG opp til 12 ukers alder, med et toppnivå ved seks uker Pritchard *et al.*, (2007). En longitudinal undersøkelse av husdyr og ville pattedyr på en lavlandsgård i England, påviste *C. parvum* med gjennomsnittlig 2800 og 17976 OPG hos henholdsvis søyer og lam; parasitten persisterte i alle undersøkte pattedyr gjennom seks år, med høyest prevalens om høsten (Sturdee *et al.*, 2003).

Vedlegg 3 - Farekarakterisering

Detaljert karakterisering av utvalgte agens

Salmonella

Vert: *Salmonella enterica* subspecies *enterica* er som gruppe en zoonotisk bakterie som kan forekomme i tarmen og tilstøtende organer hos de fleste ville og domestiserte dyr, inkludert pattedyr, fugler, reptiler, amfibier og virvelløse dyr (Kapperud 2007b). Enkelte serovarianter har en viss vertpreferanse, og noen få er vertsspesifikke. Vertsspesifikke serovarianter er per definisjon ikke zoonotiske, og blir ikke omtalt her. Forekomsten blant norske dyr, inkludert sau, er beskrevet i Vedlegg 2.

Forekomst av sykdom i befolkningen: *Salmonella* er nummer to blant årsakene til de registrerte tilfellene av bakteriell diaré sykdom blant mennesker i Norge, etter at *Campylobacter* passerte *Salmonella* i 1998. I de siste ti årene er det årlig meldt mellom 1200 og 1900 tilfeller til Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) (www.msis.no). Det faktiske antallet personer som rammes, er imidlertid atskillig høyere, på grunn av en generell underdiagnostisering av akutte gastroenteritter. Antall meldte tilfeller gikk ned i 2009 og 2010; nedgangen skyldtes redusert utenlandssmitte (Vold *et al.*, 2011).

I motsetning til situasjonen i de fleste andre land, har en høy andel (70-80 %) av de norske pasientene ervervet sykdommen utenlands (ECDC & EFSA 2011; Vold *et al.*, 2011). Det endemiske nivå er fortsatt svært lavt sammenlignet med de fleste andre europeiske land. Bare Sverige, Finland og Island har samme gunstige situasjon (ECDC & EFSA 2011). Siden 1995, da rutinene for å melde antatt smittested ble innskjerpet, slik at vi fikk sammenlignbare data, har antall meldte tilfeller av salmonellose ervervet innenlands økt betydelig, fra ca. 100 tilfeller i 1995 til ca. 400 i 2007. I 2008-2010 registrerte vi en nedgang. Nivået var i 2010 likevel dobbelt så høyt som i 1995 (Vold *et al.*, 2011).

Utbrudd: Det beskrevet flere til dels omfattende utbrudd av salmonellose i løpet av de siste 30 årene. En lang rekke forskjellige smitekilder har vært involvert; i de fleste utbruddene har importerte næringsmidler vært årsaken (se www.utbrudd.no under menyvalget Utbrudd a-å). Næringsmidler importert fra tredjeland, både animalske og vegetabiliske, har flere ganger ført til sykdomsutbrudd i befolkningen, men varer importert fra EU har også vært smitekilden i mange utbrudd. Vegetabler fra blant annet Italia og Spania, har ført til flere utbrudd i Europa, inkludert Norge. Kjøtt kjøpt ved grensehandel har også gitt sykdomsutbrudd i vårt land. Det er ikke registrert utbrudd der sau eller sauekjøtt var kilden.

Smittemåte, overlevelse og vekst: *Salmonella* smitter fekalt-oralt, som regel via vehikler som kontaminerte næringsmidler inkludert ikke-desinfisert drikkevann, eller ved kontakt med smittebærende dyr og mennesker (Blystad 2010). Bakterien kan formere seg i matvarer. Smittedosen er vanligvis høy, men den kan unntaksvis være svært lav, særlig hvis bakterien finnes i produkter med høyt fettinnhold (Kapperud 2007b). *Salmonella* er en hardfør bakterie som overlever lenge i miljøet, blant annet i lokaler og produksjonsutstyr i virksomhetene, på alle trinn i produksjons- og distribusjonskjeden, også i fôrindustrien. Bakterien kan etableres som "husflora" i slakterier, produksjonsvirksomheter og kjøkkenmiljøer, og slik bli en varig kilde til forurensning av næringsmidlene.

Salmonella kan overleve i flere år i tørr avføring, samt i flere måneder på beite og i blautgjødsel (Fossum *et al.*, 1996). Kontakt med reservoardyr eller deres avføring er en viktig risikofaktor for smitte til mennesker (Kapperud *et al.*, 1998). Direkte smitte fra smittebærende personer kan forekomme, og slike personer kan også spre bakterien til husdyr,

produksjonslokaler, slakterier og kjøkkenmiljøer, dersom de arbeider med produksjon, tilberedning eller servering av mat. Ved et utbrudd på sykehuset i Kristiansand ble over 70 personer smittet på denne måten (www.utbrudd.no). Vertikal smitteoverføring kan forekomme innen dyrepopulasjoner. Ett eksempel er transovarial overføring av *S. Enteritidis* hos høns, noe som kan føre til at både konsumegg og kyllinger infiseres.

Risikofaktorer: Listen nedenfor oppsummerer de vanligste kjente risikofaktorene for salmonellose i Norge (Kapperud *et al.*, 2008):

- Utenlandsreise
- Bruke ikke-desinfisert drikkevann
- Direkte eller indirekte kontakt med småfugler eller deres ekskrementer
- Direkte eller indirekte kontakt med piggsvin eller deres ekskrementer
- Spise næringsmidler kjøpt eller produsert i utlandet, inkludert ulovlig importerte varer

Kliniske konsekvenser: Hos mennesker arter infeksjonen seg vanligvis som et ubehagelig angrep av akutt diaré sykdom av én til to ukers varighet, ofte med feber og magesmerter (Blystad 2010). Hos ellers friske mennesker er sykdommen selvbegrensende. De mer alvorlige tilfellene ser man særlig innen utsatte grupper som småbarn, eldre og immunosupprimerte. Alvorlig hemoragisk enteritt, sepsis og en sjelden gang død, er vanligere blant slike personer (Kapperud 2007b). Senkomplikasjoner er sjeldne og omfatter blant annet reaktiv artritt samt nevrolgiske og nevrologiske lidelser.

Campylobacter

Vert: Reservoaret for *Campylobacter jejuni* og *coli* er pattedyr og fugler, både ville og domestiserte. Bare mennesker utvikler sykdom, andre dyr er friske bærere (Kapperud 2007a). Forekomsten blant husdyr i Norge, inkludert sau, er beskrevet i Vedlegg 2.

Forekomst av sykdom i befolkningen: I likhet med situasjonen i de fleste andre europeiske land, er *Campylobacter* også i Norge den vanligste årsaken til de registrerte tilfellene av bakteriell diaré sykdom hos mennesker, foran *Salmonella*. I de siste ti årene har Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) årlig registrert 2300-2900 tilfeller av campylobacteriose (www.msis.no). Det faktiske antallet personer som rammes, er imidlertid atskillig høyere på grunn av generell underdiagnostisering. Om lag 50-55 % av de norske pasientene blir smittet i utlandet (ECDC & EFSA 2011; Vold *et al.*, 2011).

Smittemåte, overlevelse og vekst: Bakterien smitter fekalt-oralt, som regel via vehikler som kontaminerte næringsmidler inkludert ikke-desinfisert drikkevann, eller ved kontakt med smittebærende dyr og mennesker (Blystad 2010; Kapperud 2007a). *Campylobacter* formerer seg ikke i næringsmidlene, men den kan likevel forårsake sykdom fordi smittedosen er svært lav. På den annen side er bakterien følsom for miljøpåvirkninger, og overlever bare kort tid etter uttørring, og bare noen få uker ved fryselagring. Graden av kontaminasjon under slaktning av sau, storfe og svin er vanligvis lavere enn ved den automatiserte fjørfeslaktingen. Dessuten desimeres bakterien på overflaten av store slakt, fordi overflaten tørker under kjølelagring av skrottene, og spesielt dersom det brukes sjokkjøl (*Campylobacter* er følsom for tørke og frysing) (Nesbakken *et al.*, 2008a).

Risikofaktorer: Siden tidlig på 1990-tallet er det utført fire kasus-kontroll-undersøkelser i Norge for å kartlegge risikofaktorer for campylobacteriose blant pasienter smittet innenlands (referert og diskutert av (Kapperud *et al.*, 2008). Undersøkelsene viser at bruk av ikke-desinfisert drikkevann er den vanligste årsaken til campylobacteriose i Norge. Smitte, direkte eller indirekte, fra fjørfeprodukter under tilberedning på kjøkkenet er også identifisert som en vesentlig risikofaktor. Ingen av undersøkelsene har kunnet påvise en sammenheng med

konsum av kjøtt fra storfe eller sau, til tross for en betydelig forekomst av *Campylobacter* hos disse husdyrene (Vedlegg 2). Ikke desto mindre ble det i den siste undersøkelsen funnet økt risiko ved konsum av ufullstendig varmebehandlet svinekjøtt (Kapperud *et al.*, 2003), og i ett utbrudd var sauekjøtt smittekilden (se nedenfor). Å delta på grillmåltider var også en vesentlig risiko; her er det mange muligheter for ufullstendig varmebehandling og krysskontaminasjon. Kontakt med husdyr (storfe, sau, fjørfe, hund og katt) eller deres avføring, ble identifisert som en av de viktigste risikofaktorene, spesielt blant folk som har mye kontakt med dyrene i forbindelse med yrke. Det er grunnlag for å mene at smitte med *Campylobacter* fra landdyr i betydelig grad skjer indirekte via ikke-desinfisert drikkevann.

Utbrudd: De fleste og største utbruddene av campylobacteriose er forårsaket av kontaminert drikkevann; i enkelte slike utbrudd er flere enn tusen personer blitt syke (se www.utbrudd.no under menyvalget Utbrudd a-å). Det er registrert to utbrudd der fjørfeprodukter indirekte var smittekilden, og ett utbrudd med sauekjøtt som smittekilde. Krysskontaminasjon til andre matvarer under tilberedning var den sannsynlige årsaken i disse tre utbruddene. Upasteurisert melk var smittekilden i to utbrudd, og i ett tilfelle ble barn fra en barnehage syke med campylobacteriose etter kontakt med sau på en besøksgård. Det har også vært utbrudd blant ansatte ved fjørfeslakterier, og slike utbrudd er antagelig underrapportert.

Kliniske konsekvenser: Hos mennesker arter infeksjonen seg vanligvis som et ubehagelig angrep av akutt diaré sykdom av to til tre ukers varighet, ofte med høy feber og friskt blod i avføringen (Blystad 2010; Kapperud 2007a). Komplikasjoner er relativt sjeldne, men *Campylobacter* kan blant annet forårsake reaktiv artritt (1-2 % av pasientene i Skandinavia). To andre senkomplikasjoner, som begge er svært sjeldne, er postinfeksiøs polyneuropati (Mb. Guillain-Barré) med alvorlige, lokale lammelser som kan vare i flere år, og hemolytisk-uremisk syndrom (HUS) som kan gi kronisk nyresvikt, av og til dødsfall.

STEC og EPEC

Vert: Tarmpatogene *E. coli* omfatter både zoonotiske og ikke-zoonotiske undergrupper. Her omtales bare de zoonotiske variantene. Disse finnes innen STEC (Shigatoksin-produserende *E. coli*) og aEPEC (enteropatogene *E. coli*), men en undergruppe innen EPEC er spesifikt knyttet til mennesket som eneste reservoar (tEPEC). For zoonotiske STEC og aEPEC er dyr, særlig drøvtyggere, reservoar. Dyrene er friske bærere (Høgåsen *et al.*, 2011; Wasteson 2007). Forekomst hos sau i Norge er beskrevet i Vedlegg 2.

Virulensfaktorer: Zoonotiske STEC og aEPEC omfatter til sammen et bredt spektrum av varianter med forskjellig grad av patogenitet bestemt av en lang rekke virulensgener og subtyper av disse genene, som sammen med vertsfaktorer bidrar til alvorlighetsgraden av sykdommen. Virulensgenene forekommer på tvers av undergruppene og finnes også hos andre bakterier enn *E. coli*. Det er ingen skarp, fenotypisk eller genotypisk grense mellom STEC og aEPEC (Blystad 2010; Mellmann *et al.*, 2009; Vold *et al.*, 2011). Ikke alle STEC forårsaker sykdom; de variantene som er i stand til det, kalles EHEC (enterohemoragiske *E. coli*). Heller ikke alle bakterier som definisjonsmessig tilhører aEPEC, er patogene.

aEPEC er en meget heterogen gruppe som danner en patogenitetsgradient: EHEC/STEC som har tapt bakteriofagmedierte toksingener (*stx1* og *stx2*) (og som per definisjon klassifiseres som aEPEC), varianter som kan forårsake gastroenteritt, og varianter som antagelig er opportuniste eller apatogene (Blystad 2010; Vold *et al.*, 2011). Toksingenene kan både tapes og erverves: En del aEPEC-stammer kan få økt patogenitet etter å ha tatt opp bakteriofager med disse genene. EHEC/STEC kan på sin side tape toksingenene både *in vivo* (i tarmen, blant annet under sykdomsforløpet) og *in vitro* (underveis til, eller i, laboratoriet). EHEC som har tapt toksingenene, kalles EHEC-LST (Lost Shiga Toxin). Bakterier med og uten genene

lever i en dynamisk likevekt i tarmen, og blir definisjonsmessig klassifisert som henholdsvis EHEC/STEC og aEPEC, til tross for at bakteriene forøvrigt er identiske (Mellmann *et al.*, 2009). Bakteriofagene utgjør på sin side også en heterogen gruppe. Bakteriofager med *stx*-gener er påvist i mat, i tarmen hos dyr og i vann.

Forekomst av sykdom i befolkningen: Sykdom forårsaket av EHEC og aEPEC er betydelig underdiagnostisert i Norge så vel som i andre land, og den reelle forekomsten er derfor høyst usikker. Bakteriene er vanskelige å påvise, og avføringsprøver fra pasienter med gastroenteritt undersøkes ikke rutinemessig for tarmpatogene *E. coli*; analysen utføres ved spesielle indikasjoner som kan variere mellom laboratoriene. Siden meldingsplikten til MSIS ble innført i 1994 og frem til 2006, ble det årlig rapportert 0-20 tilfeller av EHEC-infeksjon, hvorav ca. 65 % var smittet i Norge (Vold *et al.*, 2011). I 2006 økte antall meldte tilfeller betydelig sammenlignet med tidligere år. Denne økningen skyldtes hovedsakelig et nasjonalt utbrudd der 17 ble syke, hvorav 10 utviklet hemolytisk uremisk syndrom (HUS) og én døde (Schimmer *et al.*, 2008). Smittekilden var morrpølse som inneholdt kontaminert sauekjøtt.

I 2009 ble det meldt 108 tilfeller av infeksjon med EHEC til MSIS. Det er det høyeste antallet registrert i Norge noensinne - over dobbelt så mange som i utbruddsåret 2006. Økningen skyldtes vesentlig syv sykdomsutbrudd og den omfattende smitteoppsporingen blant kontaktpersoner som ble foretatt under utbruddene (Vold *et al.*, 2011). Det alvorligste utbruddet var forårsaket av sorbitolfermenterende *E. coli* O157, som er en spesielt farlig variant. Tretten barn under 15 år var syke i det nasjonale utbruddet med denne bakterien. Ni av barna utviklet HUS, og én døde (se www.utbrudd.no under Utbrudd a-å). Smittekilden ble ikke funnet. Den samme bakterievarianten ga opphav til tre tilfeller av HUS på førjulsvinteren i 2010 og ett i 2011; heller ikke da ble smittekilden identifisert (www.utbrudd.no).

Fra 2001 til og med november 2011 ble det registrert 1057 tilfeller av EPEC-infeksjon i MSIS, bare 13 av disse tilhørte den ikke-zoonotiske undergruppen (tEPEC). Antallet meldte tilfeller økte betydelig fra 2006, sannsynligvis som følge av økt prøvetaking i forbindelse med utbruddene, og ikke minst bedre diagnostiske metoder.

Patogenitetspotensialet til *E. coli* fra sau: Resultatene fra Mattilsynets kartlegging blant norske sauer er beskrevet summarisk i Vedlegg 2. Folkehelseinstituttet og Veterinærinstituttet er i ferd med å vurdere patogeniteten til isolatene. Ved Folkehelseinstituttet er det foreløpig undersøkt 13 gener som koder for virulensfaktorer. Resultatene viser at bakteriene fra sau hadde en lang rekke virulensgener, selv om toksingene *stx1* og *stx2* ikke lot seg påvise *in vitro* hos de fleste av dem. De samme kombinasjonene av egenskaper karakteriserer kliniske isolater fra norske pasienter, bortsett fra *stx*-genene som er vanligere, men langt fra obligatoriske, blant pasientisolater. Selv blant bakterier fra pasienter med alvorlig sykdom (HUS, blodig diaré) er fravær av *stx* ikke uvanlig. Ett eksempel er utbruddet i 2006: 14 pasienter utviklet HUS eller blodig diaré, men *stx*-positive bakterier (O103:H25) ble bare isolert fra to av dem. I de øvrige isolatene kunne slike gener ikke påvises, selv om de forøvrigt ikke lot seg skille fra de to *stx*-positive. Bakterier med de samme egenskapene, inkludert identisk DNA-profil, ble funnet i fem spekepølseprodukter og i sauekjøtt brukt som råvare i pølseproduksjonen (Schimmer *et al.*, 2008).

E. coli med samme virulensgener, serotyper, biokjemiske egenskaper og DNA-profiler som hos pasienter, ble påvist hos 18 % av de 491 undersøkte besetningene. I tillegg var 9 % av besetningene bærere av *E. coli* med kombinasjoner av virulensgener som er karakteristisk for kliniske isolater, men med DNA-profiler som hittil ikke er funnet blant norske pasienter. På grunn av virulensgenprofilen blir også disse bakteriene betraktet som patogener.

Hittil er patogenitetspotensialet spesielt grundig undersøkt hos serotype O26, den vanligst påviste varianten i kartleggingen blant norske sauer (Brandal *et al.*, 2012; Sekse *et al.*, 2011). I alt 17 egenskaper knyttet til virulens er undersøkt (Brandal *et al.*, 2012). Denne serotypen ble funnet i 80 (17 %) av besetningene (Urdahl *et al.*, 2009). To tredjedeler av disse besetningene var bærere av *E. coli* som ble klassifisert som enten EHEC eller EHEC-like i henhold til internasjonalt aksepterte kriterier (Brandal *et al.*, 2012). Bakteriene klassifisert som EHEC-LST er i stand til å oppta bakteriofager med toksingene, og dermed få økt virulens; det eneste som skiller dem fra EHEC er fravær av toksingenene (Mellmann *et al.*, 2009). Fra den siste tredjedelen av besetningene med O26, ble det funnet EPEC som på bakgrunn av virulensprofilen vurderes som humanpatogene.

Smittemåte, overlevelse og vekst: EHEC og EPEC smitter fekal-oralt, som regel via vehikler som kontaminerte næringsmidler inkludert ikke-desinfisert drikkevann, eller ved kontakt med smittebærende dyr og mennesker (Blystad 2010). Bakteriene kan formere seg i matvarer, og de overlever godt i miljøet (Wasteson 2007). I slakteriet overlevde STEC O157 i over én uke (Small *et al.*, 2003), i 15 uker på beite (Ogden *et al.*, 2002) og i 21 måneder i gjødsel (Kudva *et al.*, 1998). Smittedosen er svært lav, og kontakt med smittebærende dyr eller deres avføring har ført til sykdom blant barn på gårdsbesøk.

Utbrudd: I tillegg til utbruddet i 2006, som skyldtes morrpølse laget av kontaminert sauekjøtt, er det i Norge rapportert ett utbrudd der økologisk salat var smitekilden, tre utbrudd blant barn etter kontakt med lam eller kalver, ett utbrudd der upasteurisert melk var den mest sannsynlige kilden, og flere utbrudd der årsaken ikke ble funnet, inkludert det alvorlige utbruddet i 2009 (se www.utbrudd.no under menyvalget Utbrudd a-å).

Kliniske konsekvenser: EHEC-infeksjon er et økende problem i industrilandene, og utgjør en betydelig utfordring for smittevernet, til tross for det forholdsvis beskjedne (men betydelig underdiagnostiserte) antall tilfeller som rapporteres. Dette skyldes de alvorlige komplikasjonene infeksjonen kan forårsake, hovedsakelig hos barn, eldre og immunsupprimerte (Blystad 2010). Den alvorligste komplikasjonen er hemolytisk-uremisk syndrom (HUS) med nyresvikt og trombotisk trombocytopenisk purpura (TTP), av og til også sentralnervøse manifestasjoner. Dødeligheten hos barn med HUS er 3-5 %, og ca. 10 % av dem utvikler kronisk nyresvikt med langvarig behandlingsbehov, og eventuelt nyretransplantasjon. Antibiotikabehandling er kontraindisert. Tarmpatogene aEPEC forårsaker diaré av ca. én ukes varighet, ikke sjelden med feber (Blystad 2010).

Cryptosporidium

Vert: *Cryptosporidium* er en encellet parasitt som angriper slimhinnen i tarmen hos mennesker og en rekke andre dyr (Blystad 2010; Gjerde 2007). Innen genus *Cryptosporidium* er det nå beskrevet 25 arter, med forskjellig grad av vertsspesifisitet og preferanse (Robertson & Fayer 2012). De artene som hyppigst påvises ved infeksjoner hos mennesker, er *C. hominis* og *C. parvum*, men flere andre arter er også påvist, spesielt *C. ubiquitum* og *C. meleagridis*, ikke minst hos immunsupprimerte (Robertson & Fayer 2012). Forekomst av zoonotiske varianter hos sau i Norge er omtalt i Vedlegg 2.

Forekomst av sykdom i befolkningen: Cryptosporidiose er bare meldingspliktig til MSIS som initialt aids-definerende diagnose. Lite er kjent om hvor vanlig denne parasitten er som årsak til gastroenteritt i Norge, men det er likevel ikke tvil om at cryptosporidiose underdiagnostiseres betydelig (Nygård *et al.*, 2003). Undersøkelse av avføringsprøver med hensyn til parasitter utføres ikke rutinemessig ved medisinske laboratorier, men må rekvireres spesielt, og parasittdiagnostikk rekvireres sjelden for andre enn pasienter som har vært utenlands. Resultatene fra en kartleggingsstudie av forekomsten av *Giardia* og

Cryptosporidium i kloakk fra rensesanlegg i blant annet Oslo og Trøndelag, indikerer at infeksjon med disse parasittene er ganske utbredt (Robertson *et al.*, 2006b).

Utbrudd: Det er rapportert tre utbrudd av cryptosporidiose i Norge (se www.utbrudd.no under menyvalget Utbrudd a-å). Kontaminert vann og kontakt med smittebærende dyr var den sannsynlige årsaken ved disse utbruddene. I tillegg ble *Cryptosporidium* påvist sammen med andre agens ved to utbrudd: I 2009 ble mange deltagere i Birkebeinerrittet rammet av gastroenteritt; både *Cryptosporidium* og *Campylobacter* ble påvist. Rittet gikk gjennom beiteområder, og sprut fra sykkelhjulene var årsaken (www.utbrudd.no). Under det vannbårne utbruddet av giardiasis i Bergen i 2004, ble *C. parvum* påvist hos mange pasienter med diaré, men det kan ikke utelukkes at disse tilfellene gjenspeiler bakgrunnsnivået av infeksjonen, og ikke nødvendigvis smitte fra vannkilden som ga opphav til giardiasis-utbruddet (Robertson *et al.*, 2006a).

Smitemåte, overlevelse og vekst: *Cryptosporidium* smitter fekalt-oralt, som regel via vehikler som kontaminerte næringsmidler, særlig ikke-desinfisert drikkevann, eller ved kontakt med smittebærende dyr eller mennesker (Blystad 2010). Parasittene skiller ut i avføring fra vertsdyr i form av oocyster. Parasittene kan ikke formere seg utenfor tarmen. Oocystene er hardføre og kan overleve i flere måneder i miljøet, blant annet i ferskvann og sjøvann. *Cryptosporidium*-oocyster tåler klorbehandling, og de overlever derfor vannbehandling med klor, men drepes ved koking, UV- og ozonbehandling. Oocystene er følsomme for uttørking, men en liten andel overlever temperaturer helt ned mot – 22 °C (Robertson *et al.*, 1992). Gjentatt perioder med frysing og tining fører imidlertid til tap av levedyktighet, noe som tyder på at oocystene neppe overlever i miljøet under en norsk vinter (Robertson & Gjerde 2004). Inntak av selv et svært lite antall levedyktige oocyster kan gi infeksjon, teoretisk er én enkelt oocyste tilstrekkelig, men den infektive dosen varierer betydelig mellom parasitt-isolater, og er i tillegg avhengig av vertens mottagelighet (Robertson & Fayer 2012).

Risikofaktorer: Mennesker kan bli smittet ved direkte kontakt med avføring fra smittebærende personer eller dyr, eller ved konsum av drikkevann eller matvarer, særlig grønnsaker, frukt, bær og kjøttvarer, som er forurenset med avføring fra smittebærende personer eller dyr. Den viktigste smitekilden for mennesker ser ut til å være drikkevann, og det er beskrevet over 250 til dels omfattende vannbårne utbrudd i industriland (Baldursson & Karanis 2011; Karanis *et al.*, 2007), enkelte også i Norge (se ovenfor). Kasus-kontrollundersøkelser av risikofaktorer for cryptosporidiose, har ikke kunnet påvise noen sammenheng med konsum av kjøtt eller kjøttprodukter (Hunter & Thompson 2005); derimot er det dokumentert at håndtering av infiserte ungdyr som har hatt diaré, utgjør en risiko. Slike undersøkelser utelukker imidlertid ikke at konsum av kjøttvarer er en risikofaktor ("absence of evidence is not evidence of absence"). Forklaringen kan snarere være at risikoen ikke er særlig høy, at eksponeringen er sjelden, eller begge deler. Kasus-kontrollundersøkelser har ikke alltid tilstrekkelig statistisk styrke til å identifisere andre faktorer enn dem som bidrar mest, og det kan være nødvendig å gjenta undersøkelsene med et større pasientmateriale for å avsløre flere faktorer (Kapperud *et al.*, 2008).

Kliniske konsekvenser: Parasitten angriper slimhinner i tarmen og gir diaré, magesmerter, vekttap og brekninger. Det finnes ingen effektiv behandling, men ellers friske personer vil normalt kvitte seg med infeksjonen i løpet av 3-4 uker (Blystad 2010), selv om langvarig gastroenteritt kan forekomme. Aids-syke og andre med svært redusert immunforsvar vil kunne utvikle alvorlig diaré med stort væsketap. Før effektiv aids-terapi ble gjort tilgjengelig, ble det registrert en lang rekke dødsfall som følge av infeksjonen.

Reservoarer og risikofaktorer for utvalgte zoonotiske agens

Tabellen nedenfor viser en oversikt over de viktigste reservoarene og risikofaktorene for utvalgte zoonotiske agens som under norske forhold kan smitte fra sau til mennesker ved overflatekontaminasjon av slaktene under slakteprosessen.

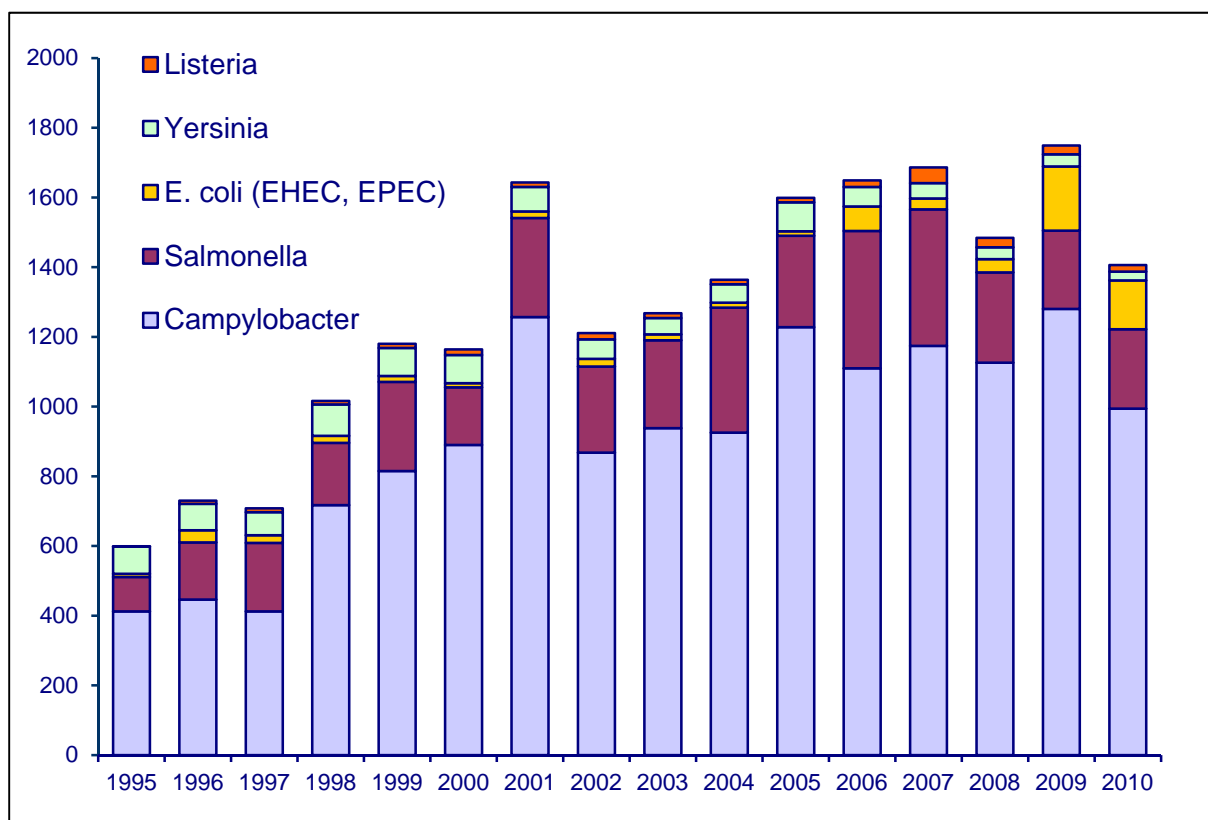
Tabell 13. Reservoarer og risikofaktorer for utvalgte zoonotiske agens

Smittestoff	Reservoar i Norge	Risikofaktorer i Norge
<i>Campylobacter</i> *	Ville fugler Sau, storfe og gris Hund og katt Fjørfe	<ul style="list-style-type: none"> • Bruk av ikke-desinfisert drikkevann • Dårlig hygiene ved tilberedning av rått fjørfekjøtt • Dårlig hygiene under grillmåltider • Konsum av ufullstendig varmebehandlede fjørfeprodukter • Kontakt med smittebærende dyr og personer, eller deres ekskrementer, særlig kontakt med hund, katt, fjørfe, storfe eller sau • Konsum av upasteurisert melk og produkter laget av slik melk • Spise andre næringsmidler kontaminert fra smittebærende dyr eller personer, inkludert grønnsaker • Utenlandsreise (50-60 % av pasientene)
<i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>enterica</i> *	Ville fugler Piggsvin Husdyr (svært sjelden) Importerte reptiler	<ul style="list-style-type: none"> • Bruk av ikke-desinfisert drikkevann • Konsum av importerte kjøttvarer, også ulovlig importert kjøtt • Kontakt med smittebærende dyr og personer, eller deres ekskrementer, særlig kontakt med ville fugler og piggsvin Utenlandsreise (>70 % av pasientene)
EHEC, EHEC-like og aEPEC	Småfe Storfe	<ul style="list-style-type: none"> • Konsum av ufullstendig varmebehandlet kjøtt og kjøttprodukter fra småfe eller storfe • Dårlig hygiene ved tilberedning av rått kjøtt fra småfe eller storfe • Konsum av upasteurisert melk og produkter laget av slik melk • Spise andre næringsmidler kontaminert fra smittebærende dyr eller personer, inkludert uvaskete grønnsaker • Bruk av ikke-desinfisert drikkevann • Bading i kontaminert vann • Kontakt med smittebærende husdyr og personer, eller deres ekskrementer, særlig kontakt med småfe og storfe • Utenlandsreise (10-60 % av pasientene)
<i>Cryptosporidium</i> spp.	Storfe, særlig spekalv Småfe Mennesker	<ul style="list-style-type: none"> • Bruk av ikke-desinfisert drikkevann • Kontakt med smittebærende dyr og personer, eller deres avføring • Konsum av matvarer (særlig kjøttvarer, grønnsaker, frukt og bær) forurenset med avføring fra smittebærende personer eller dyr

* For disse smittestoffene er risikofaktorene for sykdom, og den relative betydning av faktorene, godt dokumentert gjennom en serie kasus-kontroll-undersøkelser utført i regi av Folkehelseinstituttet (diskutert og referert av (Kapperud *et al.*, 2003; Kapperud *et al.*, 2008; Kapperud *et al.*, 1998)). For de øvrige smittestoffene og sykdommene bygger kunnskap om risikofaktorer på opplysninger om smitekilder i utbrudd, data om forekomst blant dyr, i næringsmidler og i miljøet, samt opplysninger fra nasjonal og internasjonal litteratur (se også Vedlegg 2 og 3).

Smittevernbooka utgitt av Folkehelseinstituttet (Blystad 2010) inneholder blant annet detaljerte beskrivelser av infektiv dose, inkubasjonstid, symptomer, varighet, aktuelle smitekilder og epidemiologiske forhold ved smittsomme sykdommer, inkludert næringsmiddelbårne sykdommer og zoonoser. Opplysningene er tilpasset norske forhold. Smittevernbooka foreligger som e-bok, og kan bestilles eller lastes ned fra Folkehelseinstituttets nettsider (www.fhi.no).

Meldte sykdomstilfeller smittet i Norge forårsaket av næringsmiddelbårne, zoonotiske agens



Figur 14. Meldte sykdomstilfeller forårsaket av næringsmiddelbårne, zoonotiske agens, smittested Norge, MSIS 1995-2010

Kilde: (Vold *et al.*, 2011)

(*Cryptosporidiose er bare meldingspliktig til MSIS som initialt aids-definerende diagnose.*)