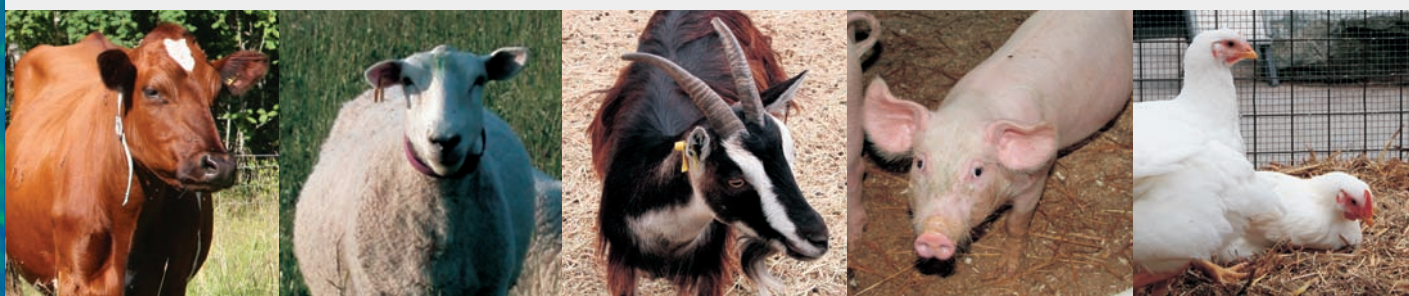


Kunnskapsstatus knyttet til mattrygghet og smittespredning

— Kjøtt og kjøttprodukter fra storfe, småfe, svin og fjørfe

En rapport fra Veterinærinstituttet og Nasjonalt folkehelseinstitutt





Veterinærinstituttets rapportserie · 13 - 2007

Tittel

Kunnskapsstatus knyttet til mattrygghet og smittespredning
— Kjøtt og kjøttprodukter fra storfe, småfe, svin og fjørfe

Publisert av

Veterinærinstituttet · Pb. 8156 Dep. · 0033 Oslo

Form omslag: Graf AS

Forsidefoto: Hanne Mari Jordsmyr, Anne-Mette Kirkemo

Bestilling

kommunikasjon@vetinst.no

Faks: + 47 23 21 60 01

Tel: + 47 23 21 63 66

ISSN 0809-9197

ISSN 1890-3290 elektronisk utgave

Forslag til sitering:

Lium B *et al.* Kunnskapsstatus knyttet til mattrygghet og smittespredning — Kjøtt og kjøttprodukter fra storfe, småfe, svin og fjørfe. Veterinærinstituttets rapportserie 13-2007. Oslo: Veterinærinstituttet; 2007.

© Veterinærinstituttet

Kopiering tillatt når kilde gjengis



Veterinærinstituttets rapportserie

National Veterinary Institute's Report Series

Rapport 13 · 2007

Kunnskapsstatus knyttet til mattrygghet og smittespredning

— Kjøtt og kjøttprodukter fra
storfe, småfe, svin og fjørfe

Forfattere

Bjørn Lium

Magne Kaldhusdal

Ståle Sviland

Hans Petter Kjæstad

Kofitsyo Cudjoe

Berit Djønne

Inger Sofie Hammes

Merete Hofshagen

Anne Margrete Urdahl

Gro Johannessen

Georg Kapperud

Karin Nygård

Petter Elstrøm

Line Vold

Berit Tafjord Heier

Preben Aavitsland

Oppdragsgivere

Norges forskningsråd

Statens landbruksforvaltning

28. november 2007

ISSN 0809-9197

ISSN 1890-3290 elektronisk utgave



Veterinærinstituttet
National Veterinary Institute

 **folkehelseinstituttet**

Forord

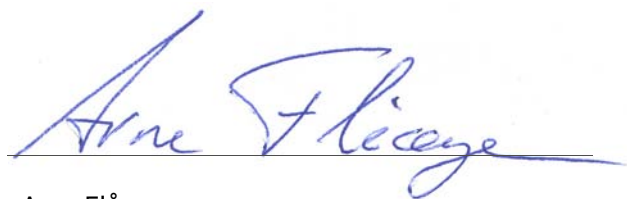
Kunnskapsstatusen er utarbeidet på oppdrag fra Norges forskningsråd og berører temaer innenfor mattrygghet og smittespredning med relevans for kjøttproduksjon på storfe, småfe, svin og fjørfe. I rapporten har man valgt en faglig bred tilnærming av overordnet karakter. Problemstillinger langs hele verdikjeden er tatt med og hovedvekten er lagt på zoonotiske agens.

Kunnskapsstatusen er utarbeidet av Veterinærinstituttet med faglig bistand fra Nasjonalt folkehelsinstitutt som har skrevet avsnittene om forekomst og smittekilder for sykdom hos menneske og bidratt til konklusjoner og listene over kunnskapsmangler.

Norges forskningsråd vil umiddelbart etter at rapporten er avgitt gjennomføre et høringsmøte med berørte parter; bransjeorganisasjoner/ næringsliv, samt relevante forskningsmiljøer. I etterkant av høringsmøtet vil Forskningsrådet ta stilling til om det skal utarbeides en oppfølgende prioriteringsrapport, med formål å ta opp et begrenset utvalg av temaer med tanke på å konkretisere kunnskapsbehov.

Rapporten består av fire delrapporter, en for hver av verdikjedene for produksjon av storfekjøtt, småfekjøtt, svinekjøtt og fjørfekjøtt. Delrapportene for hvert enkelt dyreslag kan leses uavhengig av hverandre. Det vil derfor være en god del gjentakelser i omtalen av agens som berører flere verdikjeder.

Oslo november 2007,



Arne Flåøyen
Avd. dir.
Avdeling for helseovervåkning



Bjørn Lium
Dyreartsansvarlig - svin
Seksjon for produksjonsdyr

Generell introduksjon

Slakting kan ikke gjennomføres uten en viss fare for forurensning av slakteskrotten med mikrober som finnes i dyrenes avføring eller på hud og slimhinner. En del smittestoffer har stor evne til å oppformeres under lagring selv ved kjøletemperatur. Mange av de omtalte organismene tilføres kjøttet under slakting, videreforedling og lagring. For å redusere forekomsten av zoonoser som smitter via kjøtt og kjøttprodukter er det derfor viktig å fokusere på tiltak som kan bidra til å redusere faren for kontaminering av kjøtt langs hele produksjonskjeden frem til maten spises. Slike tiltak er i liten grad behandlet i denne rapporten.

Ny kunnskap og/eller endringer i mikroorganismenes egenskaper kan gjøre at en i fremtiden endrer syn på hvilke agens som har viktig zoonotisk betydning. Eksempel på det er VTEC og forekomst av nye, multiresistente varianter av patogene mikrober som Meticillinresistente *Staphylococcus aureus* (MRSA). Endringer av driftsformer, f.eks. mer utedrift kan også påvirke forekomsten av zoonotiske agens hos de ulike dyreartene.

Rapporten beskriver de mest aktuelle mikroorganismene som ved smitte via kjøtt eller kjøttprodukter kan gi opphav til matbårne infeksjoner hos mennesker. Det omtales forhold av betydning for forekomsten av agens i kjøtt og kjøttprodukter. For hvert smittestoff gis det en vurdering av sannsynligheten for at mennesker eksponeres for agens ved konsum av kjøtt eller kjøttprodukter, og det pekes på områder hvor det mangler kunnskap som kan være viktig grunnlag for bedre diagnostikk, sikrere risikovurderinger eller forebyggende tiltak.

Rapport er for hvert agens og dyreart bygget opp etter følgende disposisjon:

Agens som patogen i matvarer

Her nevnes forhold ved agens som har betydning for forekomst og overlevelse i matvarer mm.

Kunnskap om forekomst i Norge

Her nevnes kunnskap om hvor hyppig agens forekommer hos den aktuelle dyrearten og/eller i kjøttprodukter av vedkommende dyreart, eventuelt også annen forekomst hvis relevant.

Internasjonal kunnskap/erfaring

Her omtales kunnskap om forekomst hos aktuell dyreart og/eller kjøttprodukter av vedkommende dyreart i andre land.

Spesielle risikoforhold

Her nevnes eventuelle spesielle risikoforhold.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Her oppsummeres kunnskap om forekomst av sykdom forårsaket av det omtalte agens i befolkningen.

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Her oppsummeres kunnskap om aktuelle smittekilder og risikofaktorer for sporadiske tilfeller og utbrudd hos menneske.

Konklusjon

Her dras en kort konklusjon om sannsynlighet for at agens skal kunne forekomme i råvare og produkter av aktuell dyreart, og derved i neste omgang kunne representere en risiko for menneskers helse.

Ved vurdering av sannsynlighet er følgende graderinger brukt:

- Stor: skjer med stor sannsynlighet eller sikkert (forventes å finnes i flere enn 20 % av porsjoner eller skrotter).
- Middels: skjer sannsynligvis (forventes å finnes i 1 – 20 % av porsjoner eller skrotter).
- Liten: mulighet er til stede, men sannsynligheten er lav (forventes å finnes i 0,01-1 % av porsjoner eller skrotter).
- Neglisjerbar: ekstremt lav eller neglisjerbar sannsynlighet (forventes å finnes i mindre enn 0,01 % av porsjoner eller skrotter).

Kunnskapsmangler

Her listes kort områder hvor det er behov for mer kunnskap.

Delrapport I · 13/2007



Kunnskapsstatus knyttet til mattrygghet og smittespredning

— Kjøtt og kjøttprodukter fra storfe

Ståle Sviland

Kofitsyo Cudjoe

Berit Djønne

Inger Sofie Hamnes

Merete Hofshagen

Hans Petter Kjæstad

Bjørn Lium

Anne Margrete Urdahl

Georg Kapperud

Karin Nygård

Petter Elstrøm

Line Vold

Berit Tafjord Heier

Preben Aavitsland



Veterinærinstituttet
National Veterinary Institute



folkehelseinstituttet

Innhold

Innhold	10
Sammendrag og konklusjoner	11
Innledning.....	13
De vurderte agens.....	13
<i>Salmonella</i>	13
<i>Campylobacter</i>	16
<i>Listeria</i>	18
Verotoksinproduserende <i>E. coli</i> (VTEC)	20
<i>Yersinia</i>	23
<i>Toxoplasma</i>	25
<i>Giardia</i> og <i>Cryptosporidium</i>	27
Meticillinresistente <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA)	29
Referanser	31

Sammendrag og konklusjoner

Rapporten oppsummerer viktige trekk ved de mest aktuelle mikroorganismene som via storfekjøtt kan gi opphav til matbårne infeksjoner hos mennesker. Det pekes på problemstillinger relatert til bruk av storfe som råvare i matproduksjon og gis en vurdering av risiko for sykdomsutbrudd hos mennesker ved konsum av produkter fra storfe.

Mange av de omtalte mikroorganismene tilføres kjøttet under slakting, videreforedling og/eller lagring. For å redusere forekomsten av zoonoser som smitter via kjøtt og kjøttprodukter, bør det gjennomføres prosjekter og kampanjer som kan bidra til å redusere faren for kontaminering av kjøtt langs hele produksjonskjeden helt frem til maten er spist.

De to viktigste zoonotiske agens som kan overføres fra storfe, er *Salmonella* og VTEC. Norge har hatt et overvåkingsprogram for *Salmonella* bl a for storfe og storfekjøtt siden 1995. Det dokumenteres svært lav forekomst i levende dyr og ingen funn på slakteskrotter. Flere kliniske utbrudd i 2006 og 2007 og kunnskapen om at *Salmonella* i kjøtt har potensiale til å kunne forårsake omfattende sykdomsutbrudd hos mennesker med store samfunnsmessige konsekvenser, understreker at det også i fremtiden må være spesielt fokus på å forebygge spredning av *Salmonella* via storfekjøtt.

Overvåkingsprogrammer dokumenterer liten forekomst av VTEC hos norske storfe og storfekjøtt. Sannsynligheten for at mennesker skal smittes med VTEC ved konsum av storfekjøtt vurderes som liten. Men endringer i besetningsstruktur og driftsforhold kan føre til endringer av forekomst i storfepopulasjonen og dermed større sannsynlighet for overføring av VTEC til mennesker. Dette er et relativt nyoppdaget zoonotisk agens og det er behov for mer kunnskap om disse bakteriene, som kan få alvorlige helsemessige konsekvenser for mange mennesker dersom de forårsaker sykdomsutbrudd.

Meticillinresistente *Staphylococcus aureus* er et økende problem for human helse i Europa. Nylig ble det kjent at ett bestemt klon av MRSA og varianter av det er utbredt i svinebesetninger i Nederland og påvist i Tyskland, Frankrike og Danmark. Ett tilfelle av MRSA er påvist hos hest her i landet. Det er liten sannsynlighet for at norsk storfekjøtt inneholder MRSA.

Både *Giardia* og *Cryptosporidium* er utbredt i norske storfebesetninger. Internasjonale undersøkelser har imidlertid ikke påvist parasittene i kjøtt. Konsum av Storfekjøtt representerer derfor liten sannsynlighet for smitte med *Giardia* eller *Cryptosporidium* til mennesker.

Storfekjøtt representerer liten sannsynlighet for smitte med *Campylobacter*, *Listeria* og *Yersinia* til mennesker. Undersøkelser viser at forekomsten av disse bakteriene på storfeslakt eller i produkter med storfekjøtt er meget lav.

Storfe kvitter seg med en *Toxoplasma gondii* infeksjon etter 8 uker og representerer dermed ikke noe reservoar for parasitten. Sannsynligheten for at kjøtt og kjøttprodukter fra storfe skal inneholde *T. gondii* er neglisjerbar.

Tabell 1. Oversikt over utvalgte agens som kan smitte mennesker via produkter fra storfe i Norge.

Agens	Forekomst hos storfe i Norge	Risiko for human smitte via storfekjøtt	Kommentar
<i>Salmonella</i> spp.	Meget lav	Liten	Har potensiale til alvorlige sykdomsutbrudd. Viktig med fokus på overvåkning for å opprettholde dagens gunstige status.
<i>Campylobacter coli</i> og <i>jejuni</i>	Ganske vanlig, spesielt hos kalver	Liten	Storfekjøtt anses ikke å være viktig årsak til human smitte med <i>Campylobacter</i> .
<i>Listeria monocytogenes</i>	Forekommer	Liten til moderat	Fare for krysskontaminering og oppformering i produksjonsprosessen.
Verotoxinproduserende <i>E. coli</i> (VTEC)	Liten utbredelse	Liten	Smitte til barn kan gi alvorlig sykdom. Storfe småfe kan være et betydelig reservoar for bakteriene.
<i>Mycobacterium bovis</i> <i>Mycobacterium avium</i>	<i>M. bovis</i> påvist siste gang på 1980-tallet. <i>M. avium</i> påvist i noen få tilfeller etter år 2000	Liten/ neglisjerbar	Et overvåkingsprogram er etablert for <i>M. bovis</i> og <i>M. avium</i> subsp. <i>paratuberculosis</i> . Omtales ikke nærmere.
<i>Brucella abortus</i>	Brucellose hos storfe ble påvist siste gang i 1953	Neglisjerbar	Brucellose blir overvåket ved undersøkelse av kyr som aborterer samt aborterte fostere. Omtales ikke nærmere.
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Manglende dokumentasjon om forekomst hos storfe	Liten	Storfe eller storfekjøtt regnes ikke som noe viktig smittekilde for mennesker.
<i>Echinococcus granulosus</i>	Ble påvist på storfe i 1987	Neglisjerbar	Gir alvorlig sykdom hos mennesker. Omtales ikke nærmere.
<i>Toxoplasma gondii</i>	Uviktig reservoar for <i>T. gondii</i>	Liten/ neglisjerbar	Storfe kvitter seg med Toxoplasmaparasittene 8 uker etter infeksjon. Se egen omtale.
BSE	Forekommer ikke i Norge	Neglisjerbar	Ca 125 000 storfe er undersøkt. Alle har vært negative. Omtales ikke nærmere.
<i>Coxiella burnetii</i>	Vi vet lite om forekomst	Ukjent	En viss forekomst registrert i Danmark i 2006/2007. Omtales ikke nærmere.
<i>Giardia</i> og <i>Cryptosporidium</i>	Stor utbredelse blant kalver på melkefôring i Norge	Liten risiko via kjøtt	Immunsvekkede individer spesielt sykdomsutsatt. Parasittene er ikke påvist på storfeslakt.
<i>Leptospira hardjo</i> og <i>Leptospira pomona</i> mfl	<i>Leptospira</i> er ikke påvist hos storfe i Norge	Neglisjerbar	Omtales ikke nærmere.
<i>Clostridium perfringens</i>	Vanlig forekommende tarmbakterie	Ukjent	Manglende dokumentasjon angående patogene stammer. Omtales ikke nærmere.
Meticillinresistente <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA)	MRSA er ikke påvist hos storfe i Norge	Liten	Utviklingen bør overvåkes.

Innledning

Et stort antall agens, både parasitter, bakterier og virus som forekommer hos storfe, kan teoretisk overføres til mennesker, enten ved direkte kontakt med storfe, eller via storfekjøtt og produkter med storfekjøtt. Noen av de mest aktuelle agens er listet i tabell 1. De fleste av disse forekommer i avføring fra storfe eller på slimhinner og hud. For å unngå smittespredning fra storfe til mennesker via matvarer er det derfor viktig at forekomsten av zoonotiske agens holdes så lavt som mulig ute i storfebesetningene og at det praktiseres gode rutiner for hygiene både under selve slakteprosessen og den videre håndteringen av produktene frem til de spises.

En må være åpen for at ny kunnskap og/eller endringer i mikroorgansimenes egenskaper kan gjøre at en i fremtiden endrer syn på hvilke agens som har stor zoonotisk betydning. VTEC er eksempel på relativt nyoppdagede bakterier som kan gi alvorlig sykdom hos menneske. Et annet eksempel er forekomst av nye, multiresistente varianter av patogene mikrober som meticillinresistente *Staphylococcus aureus* (MRSA).

De vurderte agens

Salmonella

Agens som patogen i matvarer

Salmonellose er en sykdom hos dyr og mennesker forårsaket av bakterier innenfor slekten *Salmonella*. Det finnes over to tusen ulike varianter av salmonellabakterier, og de fleste kan gi sykdom hos mange arter inkludert menneske. Både mennesker og dyr kan være friske smittebærere som skiller ut bakteriene med avføringen. Infeksjon med *S. Enteritidis* (fra egg eller fjørfekjøtt) eller *S. Typhimurium* (fra infisert kjøtt fra fjørfe, gris eller storfe) er de vanligste årsaker til salmonellose hos mennesker i Europa (21)

Smitte til mennesker kan skje langs hele næringskjeden enten ved direkte kontakt med infiserte dyr, eller ved at matvarer blir forurenset med avføring fra infiserte dyr eller mennesker. *Salmonella* kan oppformerer i matvarer under lagring og overlever godt frysing. Det skjer lett krysskontaminering av nye matvarer underveis i matvarekjeden inkludert under matlaging på eget kjøkken.

Salmonellabakteriene har stor evne til å etablere seg i miljøet, og det kreves omfattende hygienetiltak hvis de først er introdusert i et miljø, for eksempel en husdyrbesetning eller en kjøttbedrift. Viktige kontrollpunkter for å redusere faren for salmonellasmitte fra husdyrprodukter til mennesker, er fôr og vann til husdyr, dyr til slakt, selve slakteprosessen, rutiner for lagring og håndtering av produktene.

Forekomst hos storfe i Norge

Det norske "Overvåkings- og kontrollprogrammet for *Salmonella* på levende dyr" og "Overvåkings- og kontrollprogrammet for *Salmonella* i ferskt kjøtt og ferskt fjørfekjøtt", har siden 1995/96 dokumentert forekomst av *Salmonella* hos storfe i Norge. Programmene viser at Norge, sett i internasjonal sammenheng, har svært lav forekomst av salmonellabakterier hos levende storfe (prevalens < 0,2 %).

I svaberprøver fra slakteskrotter er det ikke påvist salmonellabakterier siden overvåkingsprogrammet startet (9, 10, 81). Det blir årlig undersøkt ca 5000 prøver fra storfe (lymfeknuter og overflatesvabre). *S. Typhimurium* er den hyppigst påviste varianten, og det er som oftest serotyper man også finner i villfaunaen.

I et kalvehelseprosjekt gjennomført i perioden 2004 til 2006 ble det bl a undersøkt for *Salmonella* spp., både fra friske kalver og kalver med diaré. Det ble ikke påvist *Salmonella* i noen av de 925 undersøkte prøvene (49).

Fra september 2006 og til november 2007 har det vært kjente utbrudd av klinisk salmonellose i fem storfebesetninger. I tre besetninger (to i Sogn og Fjordane og ett i Rogaland) har utbruddet vært forårsaket av en variant av *S. Typhimurium* som relativt vanlig forekommer i villfaunaen. I én besetning

skyldtes utbruddet *S. Dublin*, som også var årsak til et stort utbrudd i Trøndelag i 1970 – 1976. Med unntak av en positiv lymfeknuteprøve i OK-programmet i 1995 har det fra 1976 til 2007 har det ikke vært påvist *S. Dublin* hos norske storfe. Det femte utbruddet var forårsaket av multiresistent *S. Typhimurium* DT104. Denne varianten ble også påvist ved salmonelloseutbrudd i to storfebesetninger i 2001 (136).

Internasjonal kunnskap/erfaring

De skandinaviske land har et stort fokus på *Salmonella* i husdyrproduksjonen, inkludert dokumentasjon av forekomst i storfepopulasjon. Mens Sverige og Finland har en salmonellaprevalens tilsvarende Norges (20), har Danmark et stort salmonellaproblem i sine storfebesetninger. *S. Dublin* er den hyppigst forekommende typen, og man regner med at ca 20 % av melkekubesetningene og 27 % av kjøttfebesetningene har *S. Dublin* (21). Prøver fra kjøtt viser imidlertid at 0,3 % - 0,5 % av dansk storfekjøtt inneholder *Salmonella* (89). *S. Dublin* er spesielt tilpasset storfe og gir ofte alvorligere symptomer og persisterer lenger i storfe enn andre serovarianter (84). *S. Dublin* kan forårsake alvorlige infeksjoner hos mennesker. I Danmark har antall mennesker som blir syke av *S. Dublin* falt fra 44 i 2002 til 27 i 2004 (89). Man regner med at rundt ¼ av personene som blir syke av *S. Dublin*, dør.

I Tyskland er 15 % av alle storfebesetninger og 4 % av individene infisert med *Salmonella*. Tilsvarende tall for Nederland er 5,5 % på individnivå (21). En undersøkelse i Frankrike i 2002 påviste *Salmonella* i 8 % av besetningene. I 2 % av de salmonellainfiserte besetningene var bakteriene multiresistente (69). Undersøkelser blant melkekubesetninger i USA angir en besetningsprevalens for *Salmonella* på 27 % og en individprevalens 17 % (51, 139).

Internasjonalt er det, i tillegg til persistent infiserte dyr, infisert vann og fôr som er det viktigste smittereservoaret for salmonellainfeksjoner hos storfe.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Siden århundreskiftet er det årlig blitt meldt mellom 1500 og 2000 tilfeller av salmonellose til Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS); i 2006 1813 tilfeller (39 per 100 000 innbyggere) (101). Siden mange tilfeller av akutte gastroenteritter ikke får en etiologisk diagnose, er det faktiske antallet rammede personer atskillig høyere (64). Om lag 80-90 % av pasientene har ervervet sykdommen i utlandet slik at det endemiske nivå i Norge er svært lavt sammenlignet med de fleste andre europeiske land (65). Det isoleres hvert år 70-90 ulike serovarianter av *Salmonella* fra norske pasienter; de to vanligste er *S. Enteritidis* (50-60 %) og *S. Typhimurium* (10-20 %). Førstnevnte er nesten alltid ervervet i andre land der bakterien er blitt vanlig i egg- og fjørfeprodukter. *S. Typhimurium* er den eneste serovarianten som har et innenlands reservoar av betydning, nemlig villfugl og piggsvin (34, 57, 60, 105, 106). De aller fleste sykdomstilfellene av salmonellose er sporadiske, men i perioden 2005-2007 ble det registrert 24 utbrudd av salmonellose, hvorav fire skyldtes smitte i utlandet (105).

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Etterforskningen av utbrudd, kasus-kontrollundersøkelser i befolkningen og fortløpende sammenlikning av alle salmonellastammer fra mennesker, dyr, mat, fôr og miljø (39, 76, 77, 122) gir kunnskap om smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker. En rekke matvarer, som oftest importerte, har forårsaket utbrudd av salmonellose; norske storfeprodukter har ikke hatt betydning. *Salmonella*, oftest *S. Typhimurium*, påvises en gang i blant fra norske husdyr og kjøttvarer, men dette fører sjelden til sykdomstilfeller hos mennesker som med sikkerhet kan knyttes til slike funn, med unntak av enkelte tilfeller blant personer som har hatt kontakt med dyrene. Halvparten av tilfellene av *S. Typhimurium*-infeksjon skyldes innenlands smitte fra reservoaret i piggsvin og villfugl (34, 57, 59). En kasus-kontrollundersøkelse fra 1993-94 viste at konsum av fjørfeprodukter kjøpt under handleturer i Danmark eller Sverige var forbundet med økt risiko for salmonellose (57). Det kunne ikke påvises noen risiko knyttet til norskprodusert storfekjøtt.

Spesielle risikoforhold

Villfauna fungerer sannsynligvis som reservoar for de varianter av *S. Typhimurium* som påvises hyppigst hos storfe her i landet. *Salmonella* Dublin har storfe som sitt vesentligste reservoar og er i Europa regnet som den viktigste storfepatogen. Rutiner for hygiene ved slakting av storfe og bearbeiding og lagring av produktene har stor betydning for risikoen for smitteoverføring til mennesker. Svaberprøver fra overvåkningsprogrammet dokumenterer svært liten risiko for overføring av salmonellasmitte via storfeslakt. En tilsynelatende økning av antall salmonelloser i norske besetninger nødvendiggjør et kontinuerlig fokus på sykdommen.

Konklusjon

Det er liten sannsynlighet for at norskprodusert storfekjøtt skal inneholde *Salmonella*. Denne vurderingen er begrunnet i den lave forekomsten av *Salmonella* i prøver fra norske storfe og storfeprodukter i følge overvåkningsprogrammet og i at det aldri er dokumentert at storfekjøtt har vært årsak til innenlands smitte med *Salmonella*.

Salmonellose hos mennesker er i hovedsak enten importert (reise eller importvarer) eller forårsaket av endemiske varianter av *S. Typhimurium*, som smitter via ville småfugl, piggsvin eller drikkevann. Norskproduserte kjøttvarer har sjelden vært identifisert som smittekilde for utbrudd eller sporadiske tilfeller av salmonellose.

Kunnskapsmangler

- Reservoarstudier og epidemiologisk sporing av salmonellasmitte til og fra husdyr; spesielt når mer sjeldne, sterkt uønskede og patogene varianter som *S. Dublin* og *S. Typhimurium* DT104 påvises.
- Det er behov for etablere og videreutvikle verktøy for karakterisering av salmonellaisolater som grunnlag for kostnadseffektiv sporing og overvåking av salmonellasituasjonen i norsk storfehold.
- Reell sykdomsforekomst i befolkningen, inkludert om legers prøvetakingspraksis.
- Risikofaktorer for sykdom hos mennesker.
- Bedre DNA-baserte metoder til å avdekke smitekilder, i og utenfor utbrudd, må utvikles.

Campylobacter

Agens som patogen i matvarer

Infeksjon med *Campylobacter* spp. er den vanligste årsaken til mage-tarminfeksjoner hos mennesker både i EU og i Norge (21, 41, 71). Det er særlig såkalte termofile *Campylobacter* spp., i første rekke *C. jejuni* og i noe mindre grad *C. coli*, som forårsaker sykdom (campylobakteriose) hos mennesker.

Termofile *Campylobacter* spp. er vidt utbredt i naturen. Det viktigste reservoaret er tarmtraktus hos ville og domestiserte fugler og pattedyr, og disse er ofte friske smittebærere. Bakteriene skilles ut med avføring og det kan oppstå kontaminering av slakteskrotter, kjøttvarer, upasteurisert melk og melkeprodukter, grønnsaker og vann. *Campylobacter* spp. oppformerer ikke i matvarer og tåler dårlig frysing/tining og tørking. Det betyr for eksempel at det er lite *Campylobacter* som gjenfinnes etter at slakteskrotter av storfe/gris har hengt på kjøll eller frys (2). Det skal imidlertid få bakterier til for at sykdom utvikles (lav infektiv dose).

De fleste sporadiske tilfeller av campylobakteriose skyldes kontakt med levende fjørfe, konsum av fjørfekjøtt, ubehandlet drikkevann og kontakt med andre dyr. Større utbrudd har vært forårsaket av upasteurisert melk og forurenset drikkevann (21). I Norge er fjørfekjøtt, grillmat, mangelfullt varmebehandlet svinekjøtt, ubehandlet drikkevann og kontakt med dyr identifisert som risikofaktorer (54).

Forekomst hos storfe i Norge

I en undersøkelse av tarminnhold fra storfe på Sør-Vestlandet ble *C. jejuni*, *C. coli* og andre termofile *Campylobacter* spp påvist i henholdsvis 26 %, 3 % og 2 % av prøvene (47). Forekomsten var høyest i prøver fra kalver. Det ble påvist stor grad av genetisk likehet mellom *C. jejuni* isolert fra storfe og isolater fra mennesker i samme geografiske område. Isolatene av *C. jejuni* fra samme besetning viste liten genetisk variasjon over tid.

En annen undersøkelse fra 2003 i sju storfebesetninger i Norge viste at forekomsten av *C. jejuni* hos kalver (0-6 mndr.) var 68 % og signifikant høyere enn for ungdyr og voksne (126). Prevalensen hos kalv i den enkelte besetning varierte fra 10 % til 90 %.

Undersøkelsen indikerer at norske storfe kan være et viktig reservoar for *C. jejuni*, og at det foregår intern smittespredning som kan holde smitten ved like over land tid.

Internasjonal kunnskap/erfaring

Det er lite dokumentasjon vedrørende forekomst av *Campylobacter* spp. i ferskt fjørfekjøtt i EU, og de få undersøkelsene som er gjennomført, indikerer meget lav forekomst på slakteskrotter og ennå lavere forekomst i lagrede og bearbejdede produkter (21).

Termofile *Campylobacter* spp. påvises svært hyppig i avføring fra friske storfe, og det er *C. jejuni* som dominerer (82, 96, 102). En omfattende belgisk undersøkelse over forekomsten av termofile *Campylobacter* spp. i ulike stadier av slakteprosessen og ulike produkter fra fjørfe, svin og storfe konkluderte med at fjørfekjøtt og produkter med fjørfekjøtt sjelden er forurenset med *Campylobacter* (27).

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) registrerer årlig 2500-3000 tilfeller av campylobakteriose; i 2006 2593 tilfeller (55 per 100 000 innbyggere) (37). Siden mange tilfeller av akutte gastroenteritter ikke får en etiologisk diagnose, er det faktiske antallet rammede personer atskillig høyere (64). Om lag 50-60 % av de norske pasientene er smittet i utlandet (63). Antallet tilfeller av både innenlands- og utenlandssmitte har økt betydelig i Norge og flere andre land siden tidlig på 1990-tallet; årsaken er ukjent. *C. jejuni* er ansvarlig for ca. 90 % av tilfellene, mens bare ca. 10 % skyldes *C. coli*. De aller fleste sykdomstilfellene av campylobakteriose er sporadiske, men i perioden 2005-2007 ble det registrert 12 utbrudd av campylobakteriose, alle med smitte i Norge (87).

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Etterforskningen av utbrudd og kasus-kontrollundersøkelser i befolkningen og gir kunnskap om smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker. Drikkevann og enkelte matvarer, som regel norskproduserte, har forårsaket utbrudd av campylobacteriose. Utbrydd forårsaket av upasteurisert melk skjedde i 1997 (33 pasienter) og 1998 (7 pasienter). Det antas at flere små utbrudd overses, mens store utbrudd forårsaket av drikkevann lett oppdages. Fire kasus-kontroll-undersøkelser av campylobacteriosesmitte viser at ikke-desinfisert drikkevann er den viktigste årsaken til sykdommen i Norge (36, 54, 61). Konsum av storfekjøtt var ikke en risikofaktor for sykdom (55). Det var økt risiko for campylobacteriose etter kontakt med husdyr (storfe, fjørfe, sau, hund og katt) eller deres avføring, særlig blant personer med yrkeseksponering, som bønder og veterinærer. Sammenlikning av campylobacterstammer fra mennesker og dyr har vist at de genotypene som isoleres fra pasienter også finnes hos ulike dyrearter, men i varierende grad (47, 58, 74, 114). Det har ikke vært mulig å bestemme den relative betydningen av dyrene som smittekilde for mennesker, bare at slik smitte kan skje.

Spesielle risikoforhold

Storfe synes å være et viktig reservoar for *C. jejuni* også her i landet. Det er viktig med fokus på faren for krysskontaminering under slakte- og produksjonsprosessen helt frem til forbruker.

Konklusjon

Det er liten sannsynlighet for at norskprodusert storfekjøtt skal inneholde *Campylobacter* spp. og derved kunne føre til campylobacteriose hos mennesker. Denne vurderingen er begrunnet i internasjonale erfaringer som viser at termofile *Campylobacter* spp. har liten evne til å overleve på storfeslakt og produkter av disse.

De fleste og største utbruddene av campylobacteriose samt de fleste sporadiske tilfellene er forårsaket av kontaminert drikkevann. Det er ikke registrert utbrudd der storfekjøtt var smittekilden. Konsum av storfekjøtt er ikke vist å øke risikoen for campylobacteriose.

Kunnskapsmangler

- Det mangler kunnskap om ulike drifts- og oppstallingsformers betydning for forekomst av *Campylobacter* spp. hos storfe, for eksempel effekten av løsdrift.
- Kunnskap om reell sykdomsforekomst i befolkningen, inkludert om legers prøvetakingspraksis.
- Oppdatert kunnskaper om risikofaktorer for sykdom hos mennesker.
- Bedre DNA-baserte metoder til å avdekke smittekilder, i og utenfor utbrudd, må utvikles.

Listeria

Agens som patogen i matvarer

Listeria monocytogenes er en bakterie som er vidt utbredt i miljøet og som kan påvises i jord, på planter, i silo, i avføringsrester og i vann. Bakterien kan forårsake alvorlig sykdom hos dyr og mennesker, av og til med dødsfall. Hos mennesker opptrer sykdom oftest hos gravide og hos personer med svekket immunforsvar (gamle, syke). Hos dyr er symptomer fra sentralnervesystemet samt abort det vanligste. Både dyr og mennesker kan være friske smittebærere og skille ut bakterien med avføring.

L. monocytogenes påvises langs hele varekjeden, med økende forekomst fra slaktebåndet til nedskjæring og produksjon (94, 120). Bakterien er påvist i en lang rekke forskjellige matvarer inkludert kjøttpålegg. Den kan formere seg ved kjøleskapstemperatur, og den vanligste smitteveien for mennesker er inntak av forurenset, spiseklar mat (mat som ikke stekes eller kokes av forbruker før den spises) med så lang holdbarhet at bakterien har tid til å formere seg til et stort antall. Epidemiologiske undersøkelser viser at matvarer som forårsaker utbrudd av listeriose hos mennesker vanligvis inneholder relativt store mengder *L. monocytogenes* (>100 CFU per gram).

L. monocytogenes vokser ved temperaturer fra 0,4 – 45 °C, tåler pH fra 4,6 – 9,6 og tåler relativt høy saltkonsentrasjoner (120). Bakterien danner biofilm og kan holde seg flere måneder i produksjonslokaler (27, 94).

Forekomst hos storfe i Norge

I en norsk undersøkelse fra 1991 ble *L. monocytogenes* ikke påvist på slakteskrotter og det var lav forekomst i bearbejdede kjøttprodukter (113). Senere undersøkelser underbygger at slakteskrotter og ferskt kjøtt ikke er den viktigste kilden til *L. monocytogenes* i ferdige kjøttprodukter (40, 94).

Internasjonal kunnskap/erfaring

Forekomsten av *L. monocytogenes* hos storfe og i produkter av storfe angis å være lav i EU (22). *L. monocytogenes* forekommer på hud og i avføring hos storfe og kan forurense slakteskrotter og slakte- og produksjonslinjer (82, 107). Produksjonsutstyr som kjøttskjæremaskiner kan forurense og fungere som kilde til spredning av *L. monocytogenes* til kjøttprodukter (72). I en dansk undersøkelse var 12,3 % av prøvene fra rått kjøtt forurenset med *L. monocytogenes*, og mengden bakterier var høyest i kjøttdeig (98). I den samme undersøkelsen ble det funnet *L. monocytogenes* i 23,5 % av kjøttproduktene. De fleste av disse hadde imidlertid lave nivåer. Høyeste nivåer ble funnet i produkter som var varmebehandlet, skåret og vakumpakket med lang lagringstid.

Mange undersøkelser viser at det kan være stor fare for forurensing, krysskontaminering og oppformering av bakterien under slakting, nedskjæring, bearbeiding, pakking og kjølelagring av produkter (28, 94, 107).

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Inntak av *Listeria* gir hos de fleste ingen eller milde symptomer. Personer med nedsatt immunforsvar kan få listeriose med meningitt eller sepsis. Bakterien kan også overføres fra mor til foster under graviditeten og føre til abort eller dødfødsel. Siden århundreskiftet har antallet tilfeller av listeriose som årlig meldes til Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) variert fra 12 til 28; nesten alle har vært smittet i Norge (132). 2007 blir et rekordår med over 50 tilfeller på grunn av et landsomfattende utbrudd. Av de 179 pasientene registrert siden 2000, var 169 innlagt i sykehus og 21 døde. Det antas at det forekommer om lag tre tilfeller per 100 000 svangerskap i Norge (5). Tre utbrudd er registrert i Norge siden 1992 med seks, tre og minst tolv tilfeller.

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Etterforskningen av utbrudd, kasus-kontrollundersøkelser i befolkningen og fortløpende sammenlikning av alle listeriastammer fra mennesker, dyr, mat, fôr og miljø (75) gir kunnskap om smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker. En rekke av genotypene isolert fra påleggsbedrifter, er også funnet hos norske pasienter (40, 94). Stammer fra fjørfekjøtt ser ut til å atskille seg fra humane isolater, men

antallet pasientisolater var begrenset i de aktuelle studiene (83, 111). Resultatene gir ikke grunnlag for å trekke konklusjoner angående betydningen av kjøttprodukter som smittekilde sammenlignet med andre mulige kilder. *Listeria monocytogenes* er en meget vanlig bakterie som også finnes i andre næringsmidler, blant annet i mykoster og i fiskeprodukter som røkelaks, gravlaks og rakefisk. De samme genotypene ble funnet i sjømat, inkludert røkelaks og gravlaks, som hos pasienter (112). Tre utbrudd av vært forårsaket av kjøttpålegg, trolig kjøttpålegg og økologisk camembertost. En mindre kasus-kontroll-undersøkelse i Norge og Sverige i 1994-97 fant at pasienter oppbevarte middagsrester i kjøleskapet i lengre tid enn kontroll-personene (53). Undersøkelsen gir ikke grunnlag for noen videre konklusjoner om smitteforholdene.

Spesielle risikoforhold

Næringsmiddelbedrifter kan ha sin egen *L. monocytogenes*-flora som er vanskelig å bekjempe. Bakterien kan oppformerer under langvarig kjølelagring hos forbrukeren.

Personer med svekket immunstatus og gravide kvinner og deres fostre utgjør spesielle risikogrupper. Hos gravide kan infeksjon gi alvorlige konsekvenser i form av abort, for tidlig fødsel eller dødfødsel.

Konklusjon

Det er liten til moderat sannsynlighet for at norskprodusert storfekjøtt skal inneholde *L. monocytogenes* og derved kunne føre til listeriose hos mennesker. Denne vurderingen er begrunnet i norske undersøkelser over forekomsten av *L. monocytogenes* i norske kjøttprodukter, og erfaringer med at utbrudd av listeriose hos mennesker her i landet sporadisk blir knyttet til konsum av kjøttprodukter (41).

Listeriose er en sjelden, men alvorlig bakterieinfeksjon, som hovedsakelig rammer personer med nedsatt immunforsvar, fostre og nyfødte. En rekke av genotypene isolert fra virksomheter som arbeider med henholdsvis kjøttpålegg eller med fiskeprodukter, er også funnet hos norske pasienter. Stammer fra fjørfer ser ut til å være forskjellige fra humane isolater. *Listeria* er i hovedsak et produksjonshygienisk problem i virksomhetene.

Kunnskapsmangler

- Det mangler oppdatert kunnskap om forekomsten av *L. monocytogenes* hos storfe, i produksjonsskjeden og produkter av storfe i Norge.
- Det mangler kunnskap om overlevelse av *L. monocytogenes* i produksjonsmiljø, og om effekt av vask og desinfeksjon på bakterier i biofilm.
- Epidemiologiske undersøkelser i befolkningen for å identifisere risikofaktorer og bestemme deres innbyrdes betydning.
- Fortsatt videreutvikling av effektive, DNA-baserte typemetoder til overvåking, utbruddsoppløsing og molekylærepidemiologiske undersøkelser.
- Sammenligning av isolater fra mennesker og fra matkjeden ved hjelp DNA-basert typing, for å kunne vurdere en smittesammenheng.

Verotoksinproduserende *E. coli* (VTEC)

– også kalt Shigatoksinproduserende *E. coli* (STEC)

Agens som patogen i matvarer

Escherichia coli er en bakterie som normalt finnes i tarmen hos varmblodige dyr og mennesker. Noen har evnen til å danne verotoksin, de kalles VTEC eller STEC, og kan gi alvorlig sykdom hos mennesker i form av blodig diaré og nyresvikt. Mange forskjellige O-grupper av VTEC har vært påvist i forbindelse med sykdom. De vanligste er O26, O103, O111, O145 og O157, men andre VTEC O-grupper kan i framtiden bli vel så viktige. *E. coli* med disse O-gruppene kan også være tilstede uten de egenskapene som gir alvorlig sykdom hos menneske, dvs. shigatoksiner (kodet av genene *stx*₁ og/eller *stx*₂), eller intimin (*eae*) som er tilheftningsegenskap i tarmen. De kan også kun ha *eae*, men likevel binde seg til slimhinnen i tarmen hos menneske og forårsake diaré.

Drøvtyggere, spesielt storfe og sau, er regnet som viktigste reservoar for VTEC smitte til menneske. Dyrene er friske smittebærere, og vanligste smittevei er forurensset mat og vann, samt direkte kontakt med smittebærende dyr og deres avføring. Smitte til kjøtt skjer som oftest ved fekal forurensning av slakteskroten under slakteprosessen, men kan også skje via forurensset badevann og ved personkontakt. Det skal få bakterier til for å frembringe sykdom hos menneske (lav infektiv dose).

Det eksisterer mest kunnskap om VTEC O157 og det er denne kunnskapen man baserer seg på ved vurderinger angående også andre VTEC serotyper. Det er viktig å være klar over at det kan være stammevariasjoner mellom forskjellige O-grupper av VTEC, og også innad i samme O-gruppe.

VTEC overlever frysing, og noen stammer har vist seg å være svært syretolerante. Dette medfører at de kan overleve fermentering, tørking og lagring bl.a. i spekeprodukter. VTEC inaktiveres ved temperaturer over 70 °C.

Forekomst hos storfe i Norge

Fra 1995 til 2002 har det vært foretatt ulike undersøkelser for forekomsten av VTEC O157 hos storfe i Norge. Noen av disse undersøkelsene er foretatt med ulik metodikk og design, og er derfor ikke direkte sammenlignbare, men de viser likevel at forekomsten av VTEC O157 blant storfe i Norge ligger på mindre enn 1 % på besetningsnivå og mindre enn 0,3 % på individnivå (9, 42, 46, 134).

Kun to studier har undersøkt for VTEC O26, O103, O111 og O145 i tillegg til VTEC O157. I 2000 ble 453 samleprøver fra 155 kjøttfebesetninger undersøkt. Det ble ikke påvist VTEC O157, men 5 prøver fra 5 besetninger var positive for VTEC O103 (3,2 %). I 2003 ble 409 samleprøver fra 137 melkekubesetninger undersøkt. Det ble kun påvist VTEC av serotype O157:H7 (134). Begge disse studiene rapporterte imidlertid funn av *stx*-negative *E. coli* av de forskjellige O-gruppene; O26 fra hhv 6,5 and 20 %, O145 fra hhv 2,6 og 10,9 %, og O111 fra 1,5 % av besetningene. Av disse var det kun noen få isolater av *E. coli* O26 og O103 som var *eae*-positive (10, 42).

VTEC generelt er vanlig tarmbakterie hos storfe i Norge. Dette er derimot andre serotyper enn de som vanligvis påvises i forbindelse med sykdom hos mennesker og de har heller ikke *eae* (125).

Fra 1998 og fram til sommeren 2004 var det et nasjonalt overvåkningsprogram for VTEC O157 på slakteskrotter av storfe (og småfe) der hver 150 slakteskrott ble undersøkt. Av de totalt undersøkte 15280 storfeslaktene var 0,06 % positive for VTEC O157 (3).

Internasjonal kunnskap/erfaring

Forekomsten av VTEC O157 i storfepopulasjonen i Norge er liten sammenlignet med funn i andre land, men rapporterte forekomster varierer veldig mellom de forskjellige land. Delvis er dette pga forskjeller i deteksjonsmetoder, men også pga regionale og geografiske variasjoner i forekomst av VTEC O157. Rapporterte forekomster rundt om kring i verden varierer fra under 0,5 % til over 90 % positive besetninger, med mindre enn 0,5 % til over 20 % av dyrene innad i besetningene som positive (7, 12).

Undersøkelser i Sverige i årene 1996 – 2002 viste at ca. 1 % av storfe var bærere av VTEC O157 (130), mens en nyere studie fra 2005 – 2006 rapporterte forekomsten av VTEC O157 3,4 % hos svensk storfe. I Halland i Sverige er forekomsten av VTEC O157 rapportert å være spesielt høy med 23 % positive besetninger. Dette er en spesiell "Hallandsklon" og skiller seg fra de VTEC O157 man påviser i resten av landet der en mye lavere forekomst rapporteres. Resultater de siste årene antyder derimot at den spesielle "Hallandsklonen" sprer seg. Undersøkelser fra Danmark i 2001 angir en forekomst av VTEC O157 på 3,2 - 4,3 % (4).

Forekomst og utskillelse av VTEC O157 er større hos yngre dyr (2-4 mnd, men også dyr opp til 2 års alder) enn hos eldre, særlig i perioden rett etter avvenning. Enkeltindivider kan skille ut store mengder VTEC O157 i kortere perioder ($>10^7$ bakterier/g avføring). Dyrene kan skille ut VTEC O157 i noen uker, deretter kan utskillelsen opphøre for så å begynne igjen. Det er store individuelle forskjeller og man er usikker på om periodevis utskillelse skyldes at dyrene kvitter seg med infeksjonen for så å bli reinfisert eller om de er infisert hele tiden og periodevis skiller ut så små doser at det ikke kan påvises. Ca 2 mnd utskillelse regnes som typisk for drøvtyggere, men de siste årene har det blitt fokus på såkalte "supershedders" som er dyr som skiller ut store mengder over en lengre tidsperiode og dermed vil utgjøre en større risiko for overføring av bakterien til andre dyr, miljø og ev. til slakteskrott. Det er også en sesongvariasjon i utskillelse av VTEC med en topp på slutten av sommeren – tidlig på høsten.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Siden VTEC-infeksjon ble meldingspliktig til meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) i 1995, er det blitt meldt 5-20 tilfeller i året i Norge, hvorav 2/3 er smittet i Norge (133). I 2006 ble det meldt hele 51 tilfeller, som følge av et større utbrudd (117,118). I tiårsperioden 1997-2006 registrerte MSIS til sammen 164 tilfeller av EHEC-infeksjon, hvorav 20 utviklet HUS. Serovariant O157 utgjør noe over halvparten av stammene. Siden mange tilfeller av akutte gastroenteritter ikke får en etiologisk diagnose, er det faktiske antallet rammede personer atskillig høyere (64). Dette forholdet forsterkes ytterligere ved VTEC-infeksjoner fordi laboratoriene inntil nylig har benyttet metoder som favoriserer påvisning av sorbitol-negative O157-stammer. Dessuten blir ikke prøver fra pasienter med akutt gastroenteritt undersøkt rutinemessig for VTEC-infeksjon. Diagnostikken er blitt ytterligere vanskeliggjort ved oppdagelsen av sorbitol-positive O157-stammer og gjennom et økende antall isolater av forskjellige serovarianter der *stx*-gener ikke lar seg påvise (65). Det er registrert fire utbrudd siden 1997 med henholdsvis 4, 4 og 17 pasienter (70, 117, 118).

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Etterforskningen av utbrudd og fortløpende detaljkarakterisering av alle stammer fra mennesker (73, 78, 121) gir kunnskap om smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker. Tre registrerte utbrudd har vært forårsaket av henholdsvis ukjent kilde, salat og morrpølse (sauekjøtt). Det er av og til blitt funnet stammer fra dyr eller mat med de samme egenskapene som hos pasientisolater. Enkelte stammer har hatt samme DNA-profil som under utbruddet i 2006, og stammene har hatt et bredt spektrum av virulensgener, selv om *stx*-genene ofte men ikke alltid tilsynelatende har manglet. Til tross for at slike bakterier også er funnet sporadisk hos pasienter, har det ikke vært mulig å fastslå en smittesammenheng med sikkerhet. Men flere av pasientene har bodd på gård med storfe eller sau.

Spesielle risikoforhold

Det skal få bakterier til for å frembringe sykdom hos menneske (lav infektiv dose). VTEC kan forårsake svært alvorlig sykdom (og eventuelt død) hos barn og personer med nedsatt immunsystem. Derfor kan en relativt liten smittekilde under uheldige omstendigheter få store helsemessige konsekvenser.

Konklusjon

Det er trolig liten sannsynlighet for at norsk storfekjøtt inneholder VTEC O26, O103, O111, O145 eller O157 og derved kunne føre til sykdom hos mennesker. Dette begrunnes i den tilsynelatende lave forekomsten av VTEC O26, O103, O111, O145 og O157 i den norske storfepopulasjonen og i norskprodusert storfekjøtt.

VTEC-infeksjoner er en alvorlig utfordring pga de alvorlige komplikasjonene. Sykdommen er underdiagnostisert hos mennesker. Det har vært et utbrudd med norskprodusert kjøttprodukt, morrpølse (sauekjøtt), som smittekilde. Det er ikke utført analytisk-epidemiologiske undersøkelser for å identifisere risikofaktorer.

Kunnskapsmangler

- Forekomst av humanpatogene VTEC hos storfe i Norge.
- Epidemiologi og risikofaktorer for forekomst av humanpatogene VTEC i Norge.
- Persistens av VTEC i enkeltdyr og besetninger, og muligheten til å påvirke prevalens i besetningene ved hjelp av endrede driftsforhold.
- Overlevelse av bakteriene i produksjonsbedrifter, og om virkning av vask og desinfeksjon dersom bakteriene har etablert seg i biofilm i bedriftene.
- Overlevelse av VTEC i lagrede produkter av mangelfullt varmebehandlede, spekede kjøttvarer.
- Epidemiologiske undersøkelser i befolkningen for å identifisere risikofaktorer og bestemme deres innbyrdes betydning.
- Fortsatt videreutvikling av effektive, DNA-baserte typemetoder til overvåking, utbruddsoppløring og molekylærepidemiologiske undersøkelser.
- Kunnskaper om virulensegenskapene til *E. coli* isolert fra dyr, mat og mennesker, inkludert betydningen av overføring, tap og inaktivering av virulensgener, slik at patogeniteten til isolater fra matkjeden kan vurderes.
- Sammenligning av isolater fra mennesker og fra matkjeden ved hjelp DNA-basert typing og undersøkelse av virulensegenskaper, for å kunne vurdere en smittesammenheng.
- Bedre kunnskaper om den reelle forekomsten og sykdomsbyrden av EHEC-infeksjoner i befolkningen, særlig med tanke på EHEC-assosiert HUS og sykdom forårsaket av non-O157.

Yersinia

Agens som patogen i matvarer

Yersinia enterocolitica er en gruppe bakterier som kan forårsake sykdom (yersiniose) hos mennesker og dyr. Bakterien isoleres fra friske dyr, matvarer, vann og miljø, og den kan overleve og oppformerer over flere måneder og år i fuktig jord og akvatiske miljøer. Mennesker smittes ved inntak av forurenset mat eller drikkevann. Det er kun noen få varianter (serotyper) av *Y. enterocolitica* som er dokumentert å kunne forårsake sykdom hos mennesker (8). Dyr, og da særlig gris, kan være friske bærere av humanpatogene varianter. Humanpatogene varianter av bakterien forekommer hyppig i munnhule/svelg og i tarminnhold hos friske griser. Svinekjøtt forurenset med *Y. enterocolitica* regnes som den viktigste årsaken til human smitte (21, 26, 95, 104).

I matvarer kan en forvente å finne et bredt spektrum av *Yersinia* spp. hvorav de fleste ikke er humanpatogene. Serotype O:3 er vanligst i de fleste europeiske land og utgjør ca 90 % av rapporterte humane tilfelle, og O:9 er årsak til de fleste andre tilfellene. *Y. enterocolitica* kan oppformerer ved temperaturer ned mot 0 °C og i vakumpakkede matvarer. Det betyr at bakterien kan vokse i alle typer matvarer som oppbevares over 0 °C. Bakterien kan overleve svært lenge i frosne varer, men inaktiveres ved koking og steking.

Forekomst hos storfe i Norge

Det foreligger ikke dokumentasjon på forekomsten av humanpatogene *Y. enterocolitica* hos storfe eller i storfekjøtt i Norge.

Internasjonal kunnskap/erfaring

Det er kun noen få land i EU som har rapportert undersøkelser over forekomst av *Y. enterocolitica* hos storfe og i storfekjøtt i EU (21). Forekomsten av positive prøver synes å være lav. En britisk undersøkelse viste svært lav forekomst av humanpatogene *Y. enterocolitica* hos storfe (86), og storfe regnes ikke som viktig kilde til smitte med *Y. enterocolitica* til mennesker.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) registrerer årlig 90-150 tilfeller av yersiniose; i 2006 88 tilfeller (2 per 100 000 innbyggere) (38). Siden mange tilfeller av akutte gastroenteritter ikke får en etiologisk diagnose, er det faktiske antallet rammede personer atskillig høyere (66). Om lag 70 % av pasientene er smittet i Norge. Mer enn 98 % av tilfellene i Norge er forårsaket av serogruppe O:3, som dominerer i de fleste land. Forekomsten av yersiniose er størst i land med kjølig klima (62, 66). *Y. enterocolitica* kan oftere enn andre enteropatoogene bakterier forårsake langvarige og til dels alvorlige følgetilstander, først og fremst reaktiv artritt (62, 115). De fleste sykdomstilfellene av yersiniose er sporadiske og det er registrert bare tre utbrudd av yersiniose, de to siste i årsskiftet 2005-2006 (87). Mindre utbrudd kan imidlertid overses fordi vi ikke har sensitive typemetoder som kan oppdage sammenheng mellom stammer.

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Etterforskningen av utbrudd, kasus-kontrollundersøkelser i befolkningen og fortløpende sammenlikning av alle yersiniastammer fra mennesker, dyr, mat, fôr og miljø gir kunnskap om smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker. Overvåkingen gir ingen holdepunkter for at storfeprodukter har noen betydning i Norge. En kasus-kontroll-undersøkelse i fylkene rundt Oslofjorden i 1988-90 kunne ikke vise at konsum av storfekjøtt hadde noen betydning (104).

Spesielle risikoforhold

En kjenner ingen spesielle risikoforhold.

Konklusjon

Det er liten til neglisjerbar sannsynlighet for at norskprodusert storfekjøtt skal inneholde humanpatogene *Yersinia* spp. og derved kunne føre til yersiniose hos mennesker. Denne vurderingen er begrunnet hovedsakelig i utenlandske undersøkelser som indikerer lav forekomsten av humanpatogene *Yersinia* hos storfe og i kjøttprodukter fra storfe.

Det har ikke vært utbrudd av yersiniose forårsaket av storfekjøtt i Norge, og det er ukjent om storfekjøtt har ført til sporadiske tilfeller hos mennesker.

Kunnskapsmangler

- Kunnskap om den relative betydningen av konsum av storfekjøtt sett i forhold til andre risikofaktorer som for eksempel svinekjøtt og drikkevann.
- Kunnskap om forekomst av ulike serotyper av *Y enterocolitica* hos levende storfe (serologi) i storfekjøtt og produkter av storfekjøtt.
- Kunnskap om reell sykdomsforekomst i befolkningen, inkludert om legers prøvetakingspraksis.
- Oppdaterte kunnskaper om risikofaktorer for sykdom hos mennesker.
- Bedre DNA-baserte metoder til å avdekke smittekilder, i og utenfor utbrudd, må utvikles.

Toxoplasma

Agens som patogen i matvarer

Toxoplasma gondii er en encellet parasitt som har sitt voksne stadium i kattedyr. Parasittene danner oocyster (mikroskopiske "egg") som kommer ut med avføring fra kattene (endevert), og som kan spises av andre dyr (mellomvert). I mellomverten utvikles små vevscyster, og når mellomverten spises av en endevert, utvikles disse til voksne parasitter igjen. Mellomverter for *T. gondii* er mange ulike varmblodige dyr, bl.a. smågnagere, sau, hjortedyr og mennesker. Smitte kan også overføres direkte fra mellomvert til mellomvert via vevscyster. Smitte fra hjortedyr til mennesker skjer via vevscyster i hjortedyrenes muskulatur. Hos mellomverten kan parasitten gi opphav til sykdom (toksoplasmose). Toksoplasmose hos mennesker har vanligvis et mildt eller symptomfritt forløp, men dersom en kvinne smittes for første gang mens hun er gravid kan det føre til abort eller alvorlige fosterskader. Et mer alvorlig forløp kan også forekomme hos mennesker med redusert immunforsvar.

Mennesker kan smittes ved å spise dårlig varmebehandlet kjøtt som inneholder infektive vevscyster. Vevscystene i kjøtt drepes ved nedfrysing til -20 °C i minst 2 dager, og ved oppvarming til 65 °C (17). En vet lite om en eventuell reduksjon av *Toxoplasma* i spekeprosesser, men spekekjøtt er vist som en mulig risikofaktor for infeksjon hos mennesker (11, 13, 80, 138).

Forekomst hos storfe i Norge

Storfe anses som en dårlig egnet mellomvert for *T. gondii*. Eksperimentell infeksjon viser at storfe som regel eliminerer parasitten innen 8 uker (30). En studie av norske storfe rapporterer 5,1 % av 1053 storfe som seropositive (119). Undersøkelser av seropositive slaktedyr har ikke påvist vevscyster (30), og storfe regnes generelt for å være uviktig som reservoar for *T. gondii* (17).

Internasjonal kunnskap/erfaring

En amerikansk studie hvor 2094 prøver av konsumkjøtt av henholdsvis fjørfe, storfe og gris ble undersøkt for vevscyster, rapporterer at det ikke ble påvist vevscyster i storfekjøtt (16).

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Toksoplasmose forløper som regel uten symptomer eller med milde og generelle symptomer. Et overvåkingssystem basert på innmelding av tilfeller vil derfor ikke fungere. Sykdommens relevans for folkehelsen er at smitte i svangerskapet kan forårsake alvorlige skader på fosteret eller abort; risikoen er høyest når smitten skjer sent i svangerskapet. Om lag 10-20 % av gravide i Norge har vært smittet før svangerskapet og er dermed beskyttet (45, 46). Om lag 1 av 500 kvinner smittes i svangerskapet. Man regner med at det årlig fødes inntil 50 barn med medfødt toksoplasmose. Det er ingen registrerte utbrudd av toksoplasmose i Norge.

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

En kasus-kontrollundersøkelse blant gravide i Norge i 1992-1994 viste at spising av rå eller ufullstendig varmebehandlede kjøttdeig- eller farseprodukter, sauekjøtt og svinekjøtt var viktige risikofaktorer for serokonversjon og kunne forklare 69 % av tilfellene (56). Det ble ikke funnet noen sammenheng med storfekjøtt.

Spesielle risikoforhold

Det er liten sannsynlighet for at storfekjøtt inneholder *T. gondii*-cyster. Spekekjøtt er vist som en mulig risikofaktor for infeksjon hos mennesker.

Konklusjon

Det er neglisjerbar sannsynlighet for at storfekjøtt inneholder *T. gondii*-cyster. Denne vurderingen er begrunnet i utenlandske undersøkelser som konkluderer med at storfe kvitter seg med parasitten i løpet av kort tid etter infeksjon og det dannes dermed ikke persisterende cyster i muskulaturen.

Konsum av storfekjøtt er ikke vist å øke risikoen for å bli smittet med *Toxoplasma gondii* i svangerskapet.

Kunnskapsmangler

Toxoplasma gondii er et betydelig zoontisk agens i Norge. Men det er i første rekke kjøtt og kjøttprodukter fra småfe og svin som utgjør en potensiell smittefare til mennesker. Derfor bør forskningsinnsatsen på *Toxoplasma* rettes mot disse artene.

- Det er behov for oppdaterte kunnskaper om risikofaktorer for smitte og deres relative betydning.

Giardia og Cryptosporidium

Agens som patogen i matvarer

Giardia duodenalis (syn. *Giardia lamblia*, *G. intestinalis*) og *Cryptosporidium* arter er encellede parasitter som kan forårsake magetarm-sykdom hos mennesker og også hos dyr (spesielt unge domestiserte dyr). Husdyr kan også være bærere av disse parasittene og slik være en potensiell kilde for smitte til menneske. Smitte til menneske kan skje ved direkte kontakt med feces, eller via kontaminert drikkevann eller matvarer (grønnsaker, frukt og bær). Ved slakting kan smitteførende avføring kontaminere slaktet og smitte kan dermed skje dersom kjøttvaren ikke har gjennomgått frysing eller tilstrekkelig varmebehandling.

Giardia duodenalis er delt in i ulike assemblages (genotyper) og videre i undergrupper av disse igjen på basis av molekulære undersøkelser. Noen av disse genotypene (Assemblage A og B) er funnet hos både dyr og mennesker, mens andre (Assemblage C-G) bare er påvist hos dyr. Forskjellige genotyper av *Giardia* og *Cryptosporidium* har forskjellig potensial til å gi sykdom hos mennesker.

Cryptosporidium parvum (bovin genotype) er den klart viktigste zoonotiske *Cryptosporidium* arten. *Cryptosporidium meleagridis* (fjærfe) og *Cryptosporidium felis* (katt) rangerer som nr 2 og 3, men også andre *Cryptosporidium* arter er påvist hos mennesker, da hovedsakelig fra pasienter med nedsatt immunforsvar.

Giardia og *Cryptosporidium* oppformerer ikke i kjøtt/kjøttprodukter og inaktiveres ved koking og steking (1, 25, 35). Faktorer som vil påvirke overlevelsen til parasittene i/på produkter som ikke varmebehandles, er tørking, salting, lav og høy pH. Ved frysing vil overlevelsen gå ned over tid (85). Generelt overlever parasittene lenger ved kjøletemperatur enn ved frysetemperatur (24, 25). *Cryptosporidium* oocyster er svært hardføre og kan overleve i miljøet i flere måneder (23), men parasittene tåler ikke uttørking (110). *Giardia* regnes generelt som mindre hardføre enn *Cryptosporidium*.

Forekomst hos storfe i Norge

To studier har vært gjort i Norge når det gjelder forekomsten av *Cryptosporidium* og *Giardia* hos storfe (dyr ≤ 1 år gamle).

Hamnes *et al.* (33) fant at 12 % av undersøkte kalver og 53 % av undersøkte besetninger hadde *Cryptosporidium*, mens 49 % av de undersøkte kalvene og 93 % av de undersøkte besetningene hadde *Giardia*. I denne undersøkelsen ble det undersøkt 1386 kalver fra 136 ulike besetninger. Jor *et al.* (49) rapporterte at 28 % av 1788 kalver uten diaré var *Cryptosporidium* positive og at 31 % av 178 kalver med diaré var *Cryptosporidium* positive. *Giardia* ble påvist i 98 % og *Cryptosporidium* ble funnet i 88 % av de 264 undersøkte besetningene.

Internasjonal kunnskap/erfaring

Både *Giardia duodenalis* og *Cryptosporidium* arter (*C. bovis*, *C. parvum*, *C. andersoni*, *C. deer-like* mfl.) er svært vanlige hos storfe verden over. Prevalensen er rapportert å være mellom 0 og 100 % (22, 33, 116, 124, 131).

Moriarty *et al.* (91) undersøkte parprøver (avføring og kjøttprøver) fra 288 storfeslakt. Tjueen av avføringsprøvene var *Cryptosporidium* positive, det ble ikke funnet *Cryptosporidium* i noen av kjøttprøvene.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Giardia duodenalis omfatter minst åtte genotyper (A-G) som hver deles inn i undertyper (29). Bare noen undertyper er påvist hos både dyr og mennesker. Det meldes årlig 300-400 tilfeller av giardiasis til Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS); minst 80 % av pasientene er smittet utenlands, hovedsakelig i Asia. Cryptosporidiose forårsakes særlig av *C. hominis* og *C. parvum* (bovin genotype). Sykdommen er ikke meldingspliktig så forekomsten er ukjent. Begge sykdommene underdiagnostiseres

betydelig (100) ettersom undersøkelse av avføringsprøver for parasitter ikke utføres rutinemessig. Foreløpige data fra kartlegging av kloakk indikerer at infeksjon med disse parasittene er ganske utbredt i Norge (108).

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

For begge parasitter antas det at mennesker hovedsaklig blir smittet ved direkte kontakt med avføring fra andre mennesker eller ved konsum av drikkevann eller matvarer, særlig grønnsaker, frukt og bær, som er forurensset med avføring fra smittebærende personer og, særlig for cryptosporidiose, dyr (30). Drikkevann er en viktig kilde for utbrudd av disse sykdommene.

Siden 2004 er fem utbrudd registrert. Ett utbrudd skyldtes person-til-person-smitte i en barnehage (137), et annet kontakt med kalver mens de andre skyldtes drikkevann, inkludert det store utbruddet i Bergen i 2004 (99, 109). Det er ikke gjort noen kasus-kontroll-undersøkelser av disse sykdommene i Norge.

Spesielle risikoforhold

Dersom slakteskrotten blir tilsølt med avføring under slakteprosessen vil det være en større risiko for kontaminering *Giardia* og *Cryptosporidium* og dermed en større risiko for smitte til mennesker.

Konklusjon

Det er liten sannsynlighet for at storfekjøtt inneholder *Giardia* og *Cryptosporidium*. Denne vurderingen er begrunnet i i de utenlandske undersøkelsene av kjøtt som er gjennomført.

Sykdom hos mennesker er betydelig underdiagnostisert; forekomsten av parasittene i kloakk og avløpsvann indikerer at infeksjonene er ganske utbredt. Kontaminert drikkevann og person-til-person-smitte har vært sannsynlige årsaker ved utbrudd. Smitte gjennom konsum av kjøttvarer kontaminert med *Cryptosporidium*, er ikke dokumentert i Norge.

Kunnskapsmangler

- Genotyping av *Giardia* og *Cryptosporidium* isloater fra storfe for å angi prevalens av zoonotiske arter hos storfe i ulike aldersgrupper.
- Overlevelse av *Giardia* og *Cryptosporidium* i kjøtt/kjøttprodukter som ikke varmebehandles.
- Kunnskap om smittekilder og risikofaktorer i Norge, og deres innbyrdes styrkeforhold.
- Kunnskap om reell forekomst av innenlandssmitte i befolkningen.
- Kunnskap om hvilke arter og genotyper av *Giardia* og *Cryptosporidium* som dominerer hos henholdsvis mennesker smittet i Norge og blant dyr, slik at en eventuell smittesammenheng kan vurderes.

Meticillinresistente *Staphylococcus aureus* (MRSA)

Agens som patogen i matvarer

Meticillinresistente *Staphylococcus aureus* (MRSA) er resistente mot alle betalaktamantibiotika, og ofte også mot flere andre antibakterielle midler. De senere årene har MRSA etablert seg hos dyr i mange land, nylig også hos produksjonsdyr Europa og Canada. Dette er en alvorlig utvikling da det er svært vanskelig å kontrollere spredningen av MRSA i omgivelsene. Funnene av MRSA hos produksjonsdyr aktualiserer spørsmålet om MRSA kan overføres til mennesker via kjøtt og kjøttprodukter. Det har vært begrenset fokus på mat som kilde til MRSA-smitte, selv om det er beskrevet tilfeller av slik smitte. Ved en slaktehusundersøkelse av svin i Nederland var 39 % av dyrene positive for MRSA ved svabring i nesen (14). Det er mulig at disse bakteriene kan overføres til mennesker via forurenset kjøtt. Det er fare for krysskontaminering under foredlingsprosessen. Likeledes vil kjøtt som håndteres av humane MRSA-bærere kunne kontamineres. Bakterien overlever, men vil ikke oppformerer ved kjøleromstemperatur.

Forekomst hos husdyr i Norge

Det har vært påvist ett tilfelle av MRSA hos hest her i landet (68). I en omfattende undersøkelse av penicillinresistente stafylokokker fra akutte, kroniske og subkliniske mastitter fra storfe (1996), ble MRSA ikke påvist (103). Norsk overvåkningsprogram for antibiotikaresistens hos fôr, dyr og næringsmidler (NORM-VET) har siden oppstarten i år 2000 resistentstestet stafylokokker fra dyr. Det er ikke påvist meticillinresistens hos undersøkte isolater av *S. intermedius* fra hund eller *S. aureus* fra storfe og sau. Meticillinresistens er beskrevet hos koagulasenegative stafylokokker (KNS) fra norske kyr. To isolater av *Staphylococcus hemolyticus* (103), og ett isolat av *Staphylococcus lentus* (97) med meticillinresistens er isolert fra subklinisk mastitt hos ku.

Internasjonal kunnskap/erfaring

Ved et sykehus i Nederland ble flere pasienter smittet med MRSA hvor smitekilden var sykehusmat håndtert av MRSA-kolonisert kjøkkenpersonale (67). Et tilfelle av *S. aureus* matforgiftning forårsaket av et toksinproduserende MRSA-isolat, er dessuten beskrevet fra USA, hvor personene ble kolonisert med det samme MRSA-klonet som i maten (48). I Nederland ble MRSA isolert fra to svineprodusenter og deres familier, og i begge tilfellene viste det seg at grisene var positive (43, 135). Senere ble 31 nederlandske svinebesetninger undersøkt for MRSA, og 23 % var positive (128). Det er også vist at svineprodusenter og veterinærer som jobber med svin, har økt risiko for å være MRSA-bærere (135, 141), og det tas nå spesielle forhåndsregler (isolasjon, prøvetaking mm) når slike personer skal ha kontakt med helseinstitusjoner i Nederland.

Molekylærbiologiske undersøkelser har vist at det er varianter av ett spesifikt MRSA-klon, ST398, som er spesielt utbredt hos svin og mennesker som arbeider med svin i Nederland (14, 128, 135). Det samme MRSA-klonet er påvist hos dyr og mennesker i Tyskland og Østerrike (140), og varianter med og uten meticillinresistens er påvist hos svin og svineprodusenter i Frankrike (6) og hos svin i Danmark (32).

I Nederland har man også funnet MRSA fra klinisk mastitt i tre mjølkekubesetninger og i avføringsprøver fra storfe og fjørfe (88). MRSA er også nylig påvist fra mastitt hos ku i Ungarn (50). Fra Canada er det nylig rapportert funn av MRSA i 45 % av de undersøkte svinebesetningene, hos 24,9 % av dyrene og hos 5 av 25 undersøkte svineprodusenter (52).

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Staphylococcus aureus (gule stafylokokker) er del av den normale hud- og slimhinnefloraen, men kan også forårsake et bredt spekter av infeksjoner fra overfladiske hud- og sårinfeksjoner til alvorlige infeksjoner i indre organer, sepsis og meningitt. Bakteriene kan produsere en rekke toksiner, hvorav noen kan forårsake matforgiftning (79, 90). MRSA er gule stafylokokker som har utviklet resistens mot alle betalaktamantibiotika (15). Patogenitet og virulens varierer blant både antibiotikaresistente og antibiotikasensitive stammer (90).

MRSA er lite utbredt i Norge (18, 31). I 2006 ble det påvist MRSA hos 603 personer i Norge (19); 335 hadde en infeksjon, ifølge Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS). Det er ikke noe som tyder på at noen av dem ble smittet av dyr. Hvert år forekommer utbrudd av MRSA, som regel i helseinstitusjoner.

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Viktigste smittekilde for gule stafylokokker, inklusiv MRSA, er personer som er bærere av eller har infeksjon forårsaket av bakteriene. Viktigste smittevei for gule stafylokokker er direkte og indirekte kontakt mellom mennesker (93). I Nederland er MRSA utbredt blant svin og storfe og dette har fått betydning for forekomsten i befolkningen (127). Den viktigste smitteveien fra dyr til mennesker antas å være kontaktsmitte og ikke matsmitte. I en studie nylig gjennomført i Nederland ble MRSA i meget liten grad funnet i kjøttprodukter og det konkluderes med at MRSA i meget liten grad utgjør en fare for matbåren sykdom, spesielt dersom kjøttet blir riktig tilberedt før inntak (129). MRSA-stammer knyttet til utbrudd blant dyr i Europa har kun vært påvist sporadisk hos personer i Norge. Disse tilfellene har vært knyttet til person-til-person-smitte i utlandet (92).

Utbrudd av matforgiftning forårsaket av *S. aureus* er beskrevet i både Norge og utlandet. Dårlig hygiene og kontaminering fra menneske til mat hos produsent, forhandler eller ved tilberedning, blir pekt på som viktigste årsak til utbruddene (123).

Spesielle risikoforhold

De siste års påvisning av ett spesifikt MRSA-klon (ST398) hos svin i flere europeiske land indikerer at denne spesielt svineadapterte klonen sprer seg raskt i Europa og det fryktes at den kan få økt zoonotisk betydning særlig ved direkte kontakt med infiserte griser, men også ved smitte til mennesker via kjøttprodukter.

Konklusjon

Det er liten sannsynlighet for at storfekjøtt skal inneholde MRSA til Vurderingen er basert på de få undersøkelser som viser at det er meget lav forekomst av MRSA i materiale fra storfe her i landet.

Forekomsten av MRSA hos mennesker er lav i Norge. MRSA hos dyr kan ved kontakt smitte over på mennesker og derigjennom ha betydning for spredningen av MRSA i befolkningen. Smitte gjennom konsum av kjøttvarer kontaminert med MRSA, er ikke dokumentert i Norge. MRSA hos dyr vil ikke øke behovet for nye tiltak mot smitte gjennom mat, da dagens tiltak i forhold til slakterutiner, hygienerutiner ved håndtering av matvarer og varmebehandling av kjøttprodukter, er like effektive mot MRSA som mot sensitive gule stafylokokker.

Kunnskapsmangler

- Metoder til påvisning av MRSA er utviklet for humane prøver, og må evalueres for storfe.
- Epidemiologiske forhold og risikofaktorer for utbredelse av MRSA i Norge.
- Karakterisering av MRSA isolater.
- Typebestemme alle humane MRSA-isolater og overvåke stammer assosiert med MRSA-forekomst hos husdyr.
- Analytisk-epidemiologiske undersøkelser for å bestemme risikofaktorer for smitte av MRSA hos mennesker.

Referanser

1. Anderson BC. Moist heat inactivation of *Cryptosporidium* sp. Am. J. Pub. Health. 1985; 75: 1433-4.
2. Anon. Microorganisms in food. Blackie Academic and professionals, London, UK 1998.
3. Anon. Rapport til Statens næringsmiddeltilsyn. Evaluering av programmet: Overvåking av og tiltak mot enterohemorragisk E. coli (EHEC) i ferskt storfe- og småfekjøtt. Norsk zoonosesenter 2003.
4. Anon. 2007
http://www.foedevarestyrelsen.dk/Foedevaresikkerhed/Mikrobiologi_og_zoonoser/E_coli/forside.htm
5. Antal EA, Høgåsen HR, Sandvik L, Mæhlen J. Listeriosis in Norway 1977-2003. Scand J Infect Dis 2007; 39: 398-404.
6. Armand-Lefevre L, Ruimy R, Andremonet A. Clonal comparison of *Staphylococcus aureus* isolates from healthy pig farmers, human controls, and pigs. Emerg Infect Dis 2005; 11: 711-4.
7. Blanco J, Blanco M, Blanco JE, Mora A, Gonzalez EA, Bernardez MI, Alonzo MP, Coira A, Rodriguez A, Rey J, Alonzo JM, Usera MA. Verotoxin-Producing *Escherichia coli* in Spain: Prevalence, Serotypes, and Virulence Genes of O157:H7 and Non-O157 VYEC in Ruminants, Raw Beef Products, and Humans. Ex biol med (Maywood) 2003;228 (4): 345-51.
8. Bottone EJ. *Yersinia enterocolitica*: overview and epidemiologic correlates. Microb Infect 1999; 1: 323-33.
9. Bruheim T, Fredriksen B. Overvåknings- og kontrollprogram innen fiske og dyrehelse. Årsrapport 2000, Veterinærinstituttet, Oslo 2001; 89-94.
10. Bruheim T, Heier BT. Surveillance and control programmes for terrestrial and aquatic animals in Norway. Annual Report 2003, National Veterinary Institute 2004; 83-87. ISSN 1503-1454.
11. Buffolano W, Gilbert RE, Holland FJ, Fratta D, Palumbo F, Ades AE. Risk factors for recent toxoplasma infection in pregnant women in Naples. Epidemiol Infect 1996; 116: 347-51.
12. Caprioli A, Morabito S, Brugère H, Oswald E. Enterohemorrhagic *Escherichia coli*: emerging issues on virulence and modes of transmission Vet Rec 2005; 36: 289-311.
13. Cook AJ, Gilbert RE, Buffolano W, Zufferey J, Petersen E, Jenum PA, Foulon W, Semprini AE, Dunn DT. Sources of toxoplasma infection in pregnant women: European multicentre case-control study. European Research Network on Congenital Toxoplasmosis. BMJ 2000 Jul 15; 321 (7254): 142-7.
14. de Neeling AJ, van den Broek MJ, Spalburg EC, van Santen-Verheuvél MG, Dam-Deisz WD, Boshuizen HC, van de Giessen AW, van DE Huijsdens XW. High prevalence of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* in pigs. Vet Microbiol 2007; 122: 366-72.
15. Deurenberg RH, Vink C, Kalenic S et al. The molecular evolution of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. Clin Microbiol Infect 2007; 13: 222-35.
16. Dubey JP, Beattie CP. Toxoplasmosis of animals and man. Boca Raton, USA: CRC Press 1988.
17. Dubey JP, Hill DE, Jones JL, Hightower AW, Kirkland E, Roberts JM, Marcet PL, Lehmann T, Vianna MC, Miska K, Sreekumar C, Kwok OC, Shen SK, Gamble HR. Prevalence of viable *Toxoplasma gondii* in beef, chicken, and pork from retail meat stores in the United States: risk assessment to consumers. J Parasitol 2005; 91 (5): 1082-93.
18. EARSS Annual Report 2006. Bilthoven: European Antimicrobial Resistance Surveillance System (EARSS) 2007.
19. Elstrøm P. Forekomst av MRSA i Norge i 2006. MSIS-rapport 2007; 35: 22. www.msis.no.
20. European Commission (EU). Report on Trends and sources of Zoonotic agents in the European Union and Norway, Salmonella. 2003; 3: 133.
http://ec.europa.eu/food/food/biosafety/salmonella/03_salm_2003.pdf

21. European Food Safety Authority (EFSA). The community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and foodborne outbreaks in the European Union in 2005. The EFSA Journal 2006; 94:1-288. ISBN 978-92-9199-046-7. <http://www.efsa.europa.eu>.
22. Fayer R, Santin M, Trout JM, Greiner E. Prevalence of species and genotypes of *Cryptosporidium* found in 1-2-year old dairy cattle in the eastern United States. Vet Parasitol 2006; 135: 105-12.
23. Fayer R, Trout JM, Jenkins MC. Infectivity of *Cryptosporidium parvum* oocysts stored in water at environmental temperatures. J Parasitol 1998; 84: 1165-9.
24. Fayer R, Trout JM, Nerad T. Effects of a wide range of temperatures on infectivity of *Cryptosporidium parvum* oocysts. J Eukaryot Microbiol 1996; 43: 45.
25. Fayer, R., Nerad T. Effects of low temperature on viability of *Cryptosporidium parvum* oocysts. Appl Environ Microbiol 1996; 62: 1431-3.
26. Fredriksson-Ahomaa M, Stolle A, Stephan R. Prevalence of pathogenic *Yersinia enterocolitica* in pigs slaughtered at a Swiss abattoir. Int J Food Microbiol 2007. Epub ahead of print.
27. Ghafir Y, China B, Dierick K, Zutter LD, Daube G. A seven-year survey of *Campylobacter* contamination in meat at different production stages in Belgium. Int J Food Microbiol. 2007; 116: 111-20.
28. Giovannacci I, Ragimbeau C, Queguiner S, salvat G, Vendeuvre JL, Carlier V, Ermel G. *Listeria monocytogenes* in pork and slaughtering and cutting plants use of RAPD, PFGE and PCR-REA for tracing and molecular epidemiology. Int J Food Microbiol 1999; 53: 127-40.
29. Gjerde B. Parasittære infeksjoner. In: Granum PE (ed.). Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner. Høyskoleforlaget, Kristiansand 2007; 284-332.
30. Gjerde B. Parasittar hos storfe. Kompendium i parasittologi. Norges Veterinærhøgskole, Oslo 1994.
31. Grundmann H, Aires-de-Sousa M, Boyce J et al. Emergence and resurgence of meticillin-resistant *Staphylococcus aureus* as a public-health threat. Lancet 2006; 368: 874-85.
32. Guardabassi L, Stegger M, Skov R. Retrospective detection of methicillin resistant and susceptible *Staphylococcus aureus* ST39882, in Danish slaughter pigs. Vet Microbiol 2007; 122: 384-6.
33. Hamnes IS, Gjerde B, Robertson L. Prevalence of *Giardia* and *Cryptosporidium* in dairy calves in three areas of Norway. Vet Parasitol 2006; 140: 204-16.
34. Handeland K, Refsum T, Johansen BS, Holstad G, Knutsen G, Solberg I, Schulze J Kapperud G. Prevalence of *Salmonella* Typhimurium infection in Norwegian hedgehog populations associated with two human disease outbreaks. Epidemiol Infect 2002; 128: 523-7.
35. Harp JA, Fayer R, Pesch BA, Jackson GJ. Effects of pasteurization on infectivity of *Cryptosporidium parvum* oocysts in water and milk. Appl Environ Microbiol 1996; 62: 2866-8.
36. Hauge K. Risk factors for sporadic *Campylobacter* infection. Results from a case-control study in Trøndelag, Central Norway. Project report for the degree of Master of Science, London School of Hygiene and Tropical Medicine, Department of Public Health and Policy 1996.
37. Heier B, Nygård K, Kapperud G. Campylobacteriose i Norge 2006. MSIS-rapport 2007; 35: 6. www.fhi.no.
38. Heier BT, Nygård K, Lassen J. Yersiniose i Norge 2006. MSIS-rapport 35: 11 www.fhi.no.
39. Heir E, Lindstedt BA, Nygård I, Vardund T, Hasseltvedt V, Kapperud G. Molecular epidemiology of *Salmonella* Typhimurium isolates from human sporadic and outbreak cases. Epidemiol Infect 2002; 128: 373-382.
40. Heir E, Lindstedt BA, Røtterud OJ, Vardund T, Kapperud G, Nesbakken T. Molecular epidemiology and disinfectant susceptibility of *Listeria monocytogenes* from meat processing plants and human infections. Int J Food Microbiol 2004; 96: 85-96.

41. Hofshagen M, Nygård K, Hauge K. Trends and sources of zoonoses and zoonotic agents in humans, foodstuffs, animals and feedingstuffs. Annual report according to Council Directive 2003/99/EC. 2006; 1-86
42. Hofshagen M, Nygård K, Hauge K. Zoonoserapporten 2006. Veterinærinstituttet, Oslo 2007; 10-11. ISSN 1502-5713.
43. Huijsdens XW, van Dijke BJ, Spalburg E, van Santen-Verheuve MG, Heck ME, Pluister GN, Voss A, Wannet WJ, de Neeling AJ. Community-acquired MRSA and pig-farming. Ann Clin Microbiol Antimicrob 2006; 5: 26.
44. Jenum PA, Kapperud G, Stray-Pedersen B, Melby KK, Eskild A, Eng J. Prevalence of *Toxoplasma gondii* specific immunoglobulin G antibodies among pregnant women in Norway. Epidemiol Infect 1998; 120: 87-92.
45. Jenum PA. Diagnosis and epidemiology of *Toxoplasma gondii* infection among pregnant women in Norway. Research thesis for the degree of Dr. Med. National Institute of Public Health, and The Faculty of Medicine, University of Oslo 1999.
46. Johnsen G, Wasteson Y, Heir E, Berget OI, Herikstad H. *Escherichia coli* O157:H7 in faeces from cattle, sheep and pigs in the southwest part of Norway during 1998 and 1999. Int J Food Microbiol 2001; 65 (10): 193-200.
47. Johnsen G, Zimmermann 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 from: <http://www.actavetscand.com/content/1/1/4>.
48. Jones TF, Kellum ME, Porter SS, Bell M, Schaffner W. An outbreak of community-acquired foodborne illness caused by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. Emerg Infect Dis 2002; 8: 82-4.
49. Jor E, Gulliksen ST, Lie KI, Åkerstedt J, Jonassen CM. Occurrence of Selected Enteric Pathogens in Faecal Samples from calves – Preliminary Results. Presentasjon på Calf Management. Høyskolen i Nord Trøndelag 2007. <http://www.hint.no/calfmanagement/presentasjoner/>
50. Juhasz-Kaszanyitzky E, Janosi S, Somogyi P, Dan A, van der Graaf-van Bloois, van DE Wagenaar, JA. MRSA transmission between cows and humans. Emerg Infect Dis 2007; 13:630-632.
51. Kabagambe EK, Wells SJ, Garber LP, Salman MD, Wagner B, Fedorka-Cray PJ, Risk factors for fecal shedding of *Salmonella* in 91 US dairy Herds in 1996. Prev Vet Med 2000; 43: 177-91.
52. Khanna T, Friendship R, Dewey C, Weese JS. Methicillin resistant *Staphylococcus aureus* colonization in pigs and pig farmers. Vet Microbiol 2007; doi:10.1016/j.vetmic.2007.10.006.
53. Kapperud G, Andersson Y, Arneborn M. Kasus-kontroll-undersøkelse av *Listeria*-infeksjon. TemaNord, Nordisk minsteråd, København 2000; 502.
54. Kapperud G, Espeland G, Wahl E, Walde A, Herikstad H, Gustavsen S, Tveit I, Natås O, Bevanger L, Digranes A. Factors associated with increased and decreased risk of *Campylobacter* infection: a prospective case-control study in Norway. Am J Epidemiol 2003; 158 (3): 234-42.
55. Kapperud G, Espeland G. Wahl E, Walde A, Herikstad H, Gustavsen S. Tveit I. Natås O, Bevanger L, Digranes A. Factors associated with increased and decreased risk for *Campylobacter* infection: a prospective case-control study in Norway. Am J Epidemiol 2003; 158: 234-42.
56. Kapperud G, Jenum PA, Stray-Pedersen B, Melby KK, Eskild A, Eng J. Risk factors for *Toxoplasma gondii* infection in pregnancy: Results of a prospective case-control study in Norway. Am J Epidemiol 1996; 144: 405-12.
57. Kapperud G, Lassen J, Hasseltvedt V. *Salmonella* infections in Norway: Descriptive epidemiology and a case-control study. Epidemiol Infect 1998; 121: 569-77.
58. Kapperud G, Lassen J, Lauwers S. Rosef O.. Serotyping and biotyping of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* from sporadic cases and outbreaks in Norway. J Clin Microbiol 1984; 19: 157-60.

59. Kapperud G, Lassen J, Stenwig H. Epidemiology of *Salmonella* typhimurium O:4-12 in Norway: Evidence of transmission from an avian wildlife reservoir. *Am J Epidemiol* 1998; 147: 774-82.
60. Kapperud G, Rosef O. Avian wildlife reservoir of *Campylobacter* fetus subsp. *jejuni*, *Yersinia* spp., and *Salmonella* spp. in Norway. *Appl Environ Microbiol* 1983; 45: 375-80.
61. Kapperud G, Skjerve E, Bean NH, Ostroff SM, Lassen J.. Risk factors for sporadic *Campylobacter* infections: results of a case-control study in southeastern Norway. *J Clin Microbiol* 1992; 30: 3117-21.
62. Kapperud G, Slome SB. *Yersinia enterocolitica* infections. In: Evans AS, Brachman PS (eds.). *Bacterial infections of humans*. 3rd ed. Plenum Publishing Corporation, New York, USA 1998; 859-73.
63. Kapperud G. *Campylobacter*. In: Granum PE (ed.). *Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner*. Høyskoleforlaget, Kristiansand 2007; 83-97.
64. Kapperud G. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner – Forekomst og betydning. In: Granum PE (ed.). *Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner*. Høyskoleforlaget, Kristiansand. 2007; 27-47.
65. Kapperud G. *Salmonella*. In: Granum PE (ed.) *Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner*. Høyskoleforlaget, Kristiansand 2007; 117-35.
66. Kapperud G. *Yersinia enterocolitica*. In: Granum PE (ed.). *Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner*. Høyskoleforlaget, Kristiansand 2007; 165-77.
67. Kluytmans J, van Leeuwen W, Goessens W, Hollis R, Messer S, Herwaldt L, Bruining H, Heck M, Rost J. van Leeuwen N et al. Food-initiated outbreak of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* analyzed by pheno- and genotyping. *J Clin Microbiol* 1995; 33: 1121-8.
68. L`Abée-Lund T, Wold A, Strans E, Sørum H. Post-operative MRSA-infection in a horse – a case report. Norsk forening for mikrobiologer Mikrobiologisk vintermøte 2003.
69. Lailier R, Sanaa M, Chadoeuf J, Fontez B, Brisabois A, Colmin C, Millemann Y. Prevalence of multidrug resistant (MDR) *Salmonella* in bovine dairy herds in western France. *Prev Vet Med* 2005; 70: 177-89.
70. Lassen J, Heir E. Innenlandsk utbrudd av infeksjon forårsaket av enterohemoragisk *E. coli* (EHEC) sommeren 199. MSIS-rapport 1999; 7: 43.
71. Lawson AJ, Logan JM, O`neill GL, Desai M, Stanley J. Large-scale survey of *Campylobacter* species in human gastroenteritis by PCR and PCR-enzyme-linked immunosorbent assay. *J Clin Microbiol* 1999; 37: 3860-4.
72. Lin CM, Takeuchi K, Zhang L, Dohm CB, Meyer JD, Hall PA, Doyle MP. Cross-contamination between processing equipment and deli meats by *Listeria monocytogenes*. *J. Food Prot* 2006; 69 (1): 71-9.
73. Lindstedt BA, Brandal., Aas L, Vardund T, Kapperud G. Study of polymorphic variable-number of tandem repeats loci in the ECOR collection and in a set of *Escherichia coli* and *Shigella* isolates for use in a genotyping assay. *Journal of Microbiological Methods* 2007; 69: 197-205.
74. Lindstedt BA, Heir E, Vardund T, Melby KK, Kapperud G. Comparative fingerprinting analysis of *Campylobacter jejuni* subsp. *jejuni* strains by amplified-fragment length polymorphism genotyping. *Journal of Clinical Microbiology* 2000; 38: 3379-87.
75. Lindstedt BA, Tham W, Danielsson-Tham ML, Vardund T, Kapperud G. Multiple-locus variable-number tandem-repeats analysis of *Listeria monocytogenes* using multicolour capillary electrophoresis and comparison with pulsed-field gel electrophoresis typing. *J Microbiol Methods*. 2007 (accepted for publication).
76. Lindstedt BA, Torpdahl M, Møller Nielsen E, Vardund T, Aas L, Kapperud G. Harmonization of the multiple-locus variable-number tandem repeat analysis method between Denmark and Norway for typing *Salmonella* Typhimurium isolates and closer examination of the VNTR loci. *J Appl Microbiol* 2007; 102: 728-35.

77. Lindstedt BA, Vardund T, Aas L, Kapperud G. Multiple-locus variable-number tandem-repeats analysis of *Salmonella* enterica subsp. enterica serovar Typhimurium using PCR multiplexing and multicolor capillary electrophoresis. J Microbiol Methods 2004; 59: 163-72.
78. Lindstedt BA, Vardund T, Kapperud G. Multiple-locus variable-number tandem-repeats analysis of *Escherichia coli* O157 using PCR multiplexing and multi-colored capillary electrophoresis. J Microbiol Methods 2004; 8: 213-22.
79. Lowy FD. Staphylococcus aureus infections. N Engl J Med 1998; 339: 520-32.
80. Lunden A, Uggla A. Infectivity of *Toxoplasma gondii* in mutton following curing, smoking, freezing or microwave cooking. Int J Food Microbiol 1992; 15: 357-63.
81. Lyngstad T, Hopp P, Hofshagen M, Bergsjø B, Bruheim T, Eikenæs O, Flesjå K, Øvsthus B, Overvåknings- og kontrollprogram innen fiske og dyrehelse. Årsrapport 2000. Veterinærinstituttet, Oslo 2001; 19-25.
82. Madden RH, Murray KA, Gilmour A. Carriage of four bacterial pathogens by beef cattle in Northern Ireland at time of slaughter. Lett Appl Microbiol 2007; 44: 115-9.
83. Martinez I, Rørvik LM, Brox V, Lassen J, Seppola M, Gram L, Fonnesbech-Vogel B. Genetic variability among isolates of *Listeria monocytogenes* from food products, clinical samples and processing environment, estimated by PAPD typing. Int. J. Food. Microbiol. 2003; 84: 285-97.
84. Mayr A. Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre, 2002. 7. Auflage. Enke Verlag.
85. McEvoy JM, Moriarty EM, Duffy G, Sheridan JJ, Blair IS, McDowell D. Effect of a commercial freeze/tempering process on the viability of *Cryptosporidium parvum* oocysts on lean and fat beef trimmings. Meat Science 2004; 67: 559-64.
86. McNally A, Cheasty T, Feranly C, Dalziel RW, Paiba GA, Manning G, Newell DG. Comparison of the biotypes of *Yersinia enterocolitica* isolated from pigs, cattle and sheep at slaughter and from humans with yersiniosis in Great Britain during 1999-2000. Lett Appl Microbiol 2004; 39: 103-8.
87. Meldal H, Nygård K, Heier B, Hadju A. Varsler om mistenkte utbrudd av sykdommer i Norge 2006. MSIS-rapport 2007; 35: 5. www.fhi.no.
88. Mevius DJ, van Pelt W (eds.). MARAN 2005, Monitoring of Antimicrobial Resistance and Antibiotic Usage in Animals in the Netherlands in 2005. Food and Consumer Product Safety Authority (VWA), Netherlands, 2006.
89. Ministeriet for Familie- og Forbrugeranliggender, Fødevarestyrelsen. Dansk særstatus og nye initiativer for Salmonella og Campylobacter i dansk og importeret kød og æg. FødevareRapport 2006; (18):11. ISSN: 1399-0829. <http://www.foedevarestyrelsen.dk/Publikationer/Publikationer/AlfabetiskListe.htm?Letter=D>
90. Moreillon P, Oue YA, Glauser MP. Staphylococcus aureus (including Staphylococcal Toxic Shock). In: Mandell, Douglas and Bennett's principles and practice of infectious diseases. 6. utg. Philadelphia: Churchill Livingstone 2005.
91. Moriarty EM, McEvoy JJ, Lowery CJ, Thompson HP, Finn M, Sheridan JJ, Blair IS, McDowell DA, Duffy G. Prevalence and characterisation of *Cryptosporidium* species in cattle faeces and on beef carcasses at slaughter. VetRec 2005; 156: 165-8.
92. Nasjonalt folkehelseinstitutt. Overføring av MRSA mellom dyr og mennesker. Nasjonalt folkehelseinstitutts nettside 2007. www.fhi.no.
93. Nasjonalt folkehelseinstitutt. Smittevernhandbok for kommunehelsetjenesten. 3. utgave. Nasjonalt folkehelseinstitutt, Oslo 2005. www.fhi.no.
94. Nesbakken T, Kapperud G, Caugant DA. Contamination pathways of *Listeria monocytogenes* in the meat processing industry. Int J Food Microbiol 1996; 31: 161-71.
95. Nielsen B, Wegener HC. Public health and pork products: regional perspectives of Denmark. Rev Sci Tech 1997; 16 (2): 513-24.

96. Nielsen EM. Occurrence and strain diversity of thermophilic campylobacters in cattle of different age groups in dairy herds. *Lett Appl Microbiol* 2002; 35: 85-9.
97. NORM/NORM-VET 2003. Usage of Antimicrobial Agents and Occurrence of Antimicrobial Resistance in Norway. NORM/NORM-VET, Tromsø/Oslo 2004.
98. Nørrung B, Andersen JK, Schlundt J. Incidence and control of *Listeria monocytogenes* in foods in Denmark. *Int J food Microbiol* 1999; 53: 195-203.
99. Nygård K, Schimmer B, Søbstad O, Walde AK, Tveit I, Langeland N, Hausken T, Aavitsland P. A large community outbreak of waterborne giardiasis - delayed detection in a non-endemic urban area. *BMC Public Health* 2006; 6: 141.
100. Nygård K, Vold L, Robertson L, Lassen J. Underdiagnostiseres innenlandssmittede *Cryptosporidium*- og *Giardia*-infeksjoner i Norge? *Tidsskrift for Den norske lægeforening* 2003; 123: 3406-9.
101. Nygård K, Vold L, Stavnes TL, Lassen J. Salmonellose i Norge 2006. MSIS-rapport 2007; 35: 6. www.fhi.no.
102. Oporto B, Estban JI, Aduriz G, Juste RA, Hurtado A. Prevalence and strain diversity og thermophilic campylobacters in cattle, sheep and swine farms. *J Appl Microbiol* 2007; 103: 977-84.
103. Oppegaard H, Mørk T. Påvisning av meticillin-resistente *Staphylococcus haemolyticus* isolert fra melkeku med mastitt. *Nor Vet tidsskr* 1997; 109: 508-9.
104. Ostroff SM, Kapperud G, Hutwagner LC, Nesbakken T, Bean NH, Lassen J, Tauxe RV. Source of sporadic *Yersinia enterocolitica* infections in Norway - a prospective cas-control study. *Epidemiol Infect* 1994; 112: 133-41.
105. Refsum T, Handeland K, Baggesen DL, Holstad G, Kapperud G. *Salmonella* infections in avian wildlife in Norway 1969-200. *Appl Environ Microbiol* 2002; 68: 5595-9.
106. Refsum T. *Salmonella* infections in wild-living birds and hedgehogs in Norway. Research thesis for the degree of Dr. Med. Vet., Norwegian School of Veterinary Science and National Veterinary Institute, Oslo 2003.
107. Rivera-Betancourt M, Shackelford SD, Arthur TM, Wetmoreland KE, Bellinger G, Rossman M, Reagan JO, Koohmaraie M. Prevalence of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, and salmonella in two geographically distant commercial beef possessing plants in the United States. *J Food Prot* 2004; 67(2): 295-302.
108. Robertson L, Hermansen JL, Gjerde BK. Occurrence of *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts in sewage in Norway. *Appl Environ Microbiol* 2006; 72: 5297-303.
109. Robertson L. Gjerde JB, Forberg T, Haugejorden G, Kielland C. A small outbreak of human cryptosporidiosis associated with calves at a dairy farm in Norway. *Scand J Infect Dis* 2006; 38: 810-3.
110. Robertson LJ, Campbell AT, Smith HV. Survival of *Cryptosporidium parvum* oocysts under various environmental pressures. *Appl Environ Microbiol* 1992; 58: 3494-500.
111. Rørvik LM, Aase B, Alvestad T, Caugant DA. Molecular epidemiological survey of *Listeria monocytogenes* in broilers and poultry products. *J. Appl. Microbiol.* 2003; 94: 633-40.
112. Rørvik LM, Aase B, Alvestad T, Caugant DA. Molecular epidemiological survey of *Listeria monocytogenes* in seafoods and seafood-processing plants. *Appl. Environ. Microbiol.* 2000; 66: 4779-84.
113. Rørvik LM, Yndestad M. *Listeria monocytogenes* in foods in Norway. *Int J Food Microbiol* 1991; 13 (2): 97-104.
114. Rosef O, G. Kapperud, S. Lauwers and B. Gondrosen. 1985. Serotyping of *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli*, and *Campylobacter lariidis* from domestic and wild animals. *Applied and Environmental Microbiology* 49: 1507-10.

115. Sæbø A. *Yersinia enterocolitica* infection in Norway. A study on prevalence, epidemiology, and acute and chronic manifestations. Research thesis for the degree of Dr. Med. Institute of Surgery, University of Bergen 1995.
116. Santín M, Trout JM, Xiao L, Zhou L, Greiner E, Fayer R.. Prevalence and age-related variation of *Cryptosporidium* species and genotypes in dairy calves. *Vet Parasitol* 2004; 122: 103-17.
117. Schimmer B and the outbreak investigation team. Outbreak of haemolytic uraemic syndrome in Norway: update. 2006 *Euro Surveill* 11: 4.
118. Schimmer B, Nygård K, Eriksen HM, Lassen J, Lindstedt BA, Brandal LT, Kapperud G, Aavitsland P. Outbreak of haemolytic uraemic syndrome in Norway caused by *stx2a*-positive *Escherichia coli* O103:H25 traced to cured mutton sausages. Manuscript submitted.
119. Skjerve E, Tharaldsen J, Waldeland H, Kapperud G, Nesbakken T. Antibodies to *Toxoplasma gondii* in Norwegian slaughtered sheep pigs and cattle. *Bull Scand Soc Parasitol* 1996; 6 (1): 11-7.
120. Thévenot D, Dernburg A, Vernozy-Rozand C. An updated review of *Listeria monocytogenes* in the pork meat industry and its products. *J appl Microbiol* 2006; 101: 7-17.
121. Thorstensen Brandal L, Lindstedt BA, Aas L, Stavnes TL, Lassen J, Kapperud G. Octaplex PCR and fluorescence-based capillary electrophoresis for identification of human diarrheagenic *Escherichia coli* and *Shigella* spp. *J Microbiol Methods* 2007; 8: 331-41.
122. Torpdahl M, Sørensen G, Lindstedt BA, Møller Nielsen E. Tandem repeat analysis for surveillance of human *Salmonella* Typhimurium infections. *Emerging Infectious Diseases* 2007; 13: 388-95.
123. Tranter HS. Foodborne staphylococcal illness. *Lancet* 1990; 336: 1044-6.
124. Uehlinger FD, Barkema HW, Dixon BR, Coklin T, O'Handley RM. *Giardia duodenalis* and *Cryptosporidium* spp. in a veterinary bovine teaching herd. *Vet Parasitol* 2006; 10: 016.
125. Urdahl AM, Beutin L, Skjerve E, Zimmermann S, Wasteson Y. Animal host associated differences in Shiga toxin-producing *Escherichia coli* isolated from sheep and cattle on the same farm. *J Appl Microbiol.* 2003; 95 (1): 92-101.
126. Valheim M, Bergsjø B, Jor E, Sviland S, Brun E. Forekomst av *Campylobacter jejuni* subsp. *Jejuni* i ulike aldersgrupper i sju norske storfebesetninger. *Nor vet tidsskr* 2005; 117:541-6.
127. Valkenburgh S, van Oosterom R, Stenvers O, Aalten M, Braks M, Schimmer B *et al.* (eds.). Zoonoses and Zoonotic Agents in Humans, Food, Animal and Feed in the Netherlands 2003-2006. Bilthoven, RIVM 2007.
128. van Duijkeren E, Jansen MD, Flemming CS, de Neeling AJ, Wagenaar JA, Schoormans AHW, van Nes A, Fluit AC.. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in pigs with exudative epidermitis. *Emerg Infect Dis* 2007. Epub ahead of print.
129. van Loo I, Diederer B, Savelkoul P *et al.* Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in meat products, the Netherlands. *Crit Rev Microbiol* 2007; 13: 11.
130. Verotoxinbildande *E.coli*. – VTEC-bakteriers smittvägar, förekomst samt risker för folkhälsan. Rapport från Livsmedelsverket, Statens Jordbruksverk, Statens veterinärmedicinska anstalt, Smittskyddsinstitutet, Socialstyrelsen och Naturvårdsverket 2007.
http://www.slv.se/upload/dokument/risker/bakterier/riskprofil_ehec_2007.pdf
131. Villacorta I, Ares-Mazas E, Lorenzo MJ, *Cryptosporidium parvum* in cattle, sheep and pigs in Galicia (N.W. Spain). *Vet Parasitol* 1991; 38: 249-252.
132. Vold L, Nygård K, Kapperud G. Listeriose i Norge 2006. MSIS-rapport 35: 3. www.msis.no.
133. Vold L, Nygård K, Lassen J. EHEC-infeksjoner i Norge 2006. MSIS-rapport 2007; 35: 11. www.fhi.no.
134. Vold L, Sandberg M, Jarp J, Wasteson Y. Occurrence and characterization of *Escherichia coli* O157 isolated from cattle in Norway. *Vet Res Com* 2001; 25 (1): 13-26.
135. Voss A, Loeffen F, Bakker J, Klaassen C, Wulf M. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in pig farming. *Emerg Infect Dis* 2005; 11: 1965-6.

136. Waage S. *Salmonella* Typhimurium DT 104 påvist hos storfe i Norge. Nor Vet tidsskr 2001; 114: 783.
137. Wahl E, Bevanger L. Utbrudd av giardiasis i en barnehage i Trondheim. Tidsskrift for Den norske lægeforening 2007; 127: 184-6.
138. Warnekulasuriya MR, Johnson JD, Holliman RE. Detection of *Toxoplasma gondii* in cured meats. Int J Food Microbiol 1998; 45: 211-5.
139. Warnick LD, Kaneene JB, Ruegg PL, Wells SJ, Fossler C, Halbert L, Campell A. Evaluation of herd sampling for *Salmonella* isolation on midwest and northeast US dairy farms. Prev Vet Med 2003; 60: 195-201.
140. Witte W, Sreommenger B, Stanek C, Cuny C. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* ST398 in humans and animals, Central Europe. Emerg Infect Dis 2007; 13: 255-8.
141. Wulf M, van NA, Eikelenboom-Boskamp A, de VJ, Melchers W, Klaassen C, Voss A. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in veterinary doctors and students, the Netherlands. Emerg Infect Dis 2006; 12: 1939-41.

Delrapport II · 13/2007



Kunnskapsstatus knyttet til mattrygghet og smittespredning

— Kjøtt og kjøttprodukter fra småfe

*Hans Petter Kjæstad
Berit Djønne
Merete Hofshagen
Anne Margrete Urdahl*

*Georg Kapperud
Karin Nygård
Petter Elstrøm
Line Vold
Berit Tafjord Heier
Preben Aavitsland*



Veterinærinstituttet
National Veterinary Institute

 **folkehelseinstituttet**

Innhold

Innhold	40
Sammendrag og konklusjoner	41
Innledning.....	41
De vurderte agens.....	42
<i>Salmonella</i>	42
<i>Campylobacter</i>	44
Verotoksinproduserende <i>E. coli</i> (VTEC)	46
<i>Yersinia</i>	49
<i>Toxoplasma</i>	51
<i>Listeria</i>	53
<i>Giardia</i> og <i>Cryptosporidium</i>	55
<i>Mycobacterium avium</i> subsp. <i>paratuberculosis</i>	57
Referanser	58

Sammendrag og konklusjoner

Denne rapporten omtaler de viktigste humanpatogene agens som potensielt smitter via kjøtt fra sau og geit. Fordi mengden tilgjengelig informasjon varierer kraftig fra agens til agens, varierer også sikkerheten i risikobedømmingen. Informasjonsmangelen er tydeligst når det gjelder geit. Rapporten identifiserer ingen agens som, med mulig unntak av paratuberkulosebakterien, er unike for sau eller geit i forhold til andre produksjonsdyr.

Imidlertid skiller ett agens seg ut med en kombinasjon av høy forekomst og spesielt alvorlig sjukdomspotensiale: *Toxoplasma gondii*.

Tabell 1. Enkel oversikt over og kommentar til mulige humanpatogener i kjøtt fra sau og geit.

Agens	Sannsynlighet for forekomst i kjøtt av sau	Sannsynlighet for forekomst i kjøtt av geit	Kommentar
<i>Salmonella</i>	Liten	Liten	Virulente <i>Salmonella</i> sjelden eller aldri isolert fra småfe i Norge
<i>Campylobacter</i>	Ikke kjent	Ikke kjent	Sau og geit trolig mindre viktig enn fjørfe
Verotoxinproduserende <i>E. coli</i> (VTEC)	Liten til stor	Liten til stor	Agens overlever speking
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Ikke kjent	Ikke kjent	Sau og geit trolig mindre viktig enn gris
<i>Clostridium perfringens</i>	Ikke kjent	Ikke kjent	Har spesiell betydning hos fjørfe pga. kontaminering under slakting
<i>Toxoplasma gondii</i>	Stor	Ikke kjent	Mye høyere forekomst i sauekjøtt enn andre kjøttslag
<i>Listeria monocytogenes</i>	Moderat	Moderat	Smitte til menneske ikke spesielt knyttet til råvaretype/kjøttslag, men forhold ved fremstillingen
<i>Giardia</i> og <i>Cryptosporidium</i>	Ikke kjent	Ikke kjent	få data på arter, virulens og forekomst
<i>Mycobacterium avium</i> subsp. <i>paratuberculosis</i>	Liten	Stor	Agens har usikker betydning som zoonose, men kan være årsak til Crohns sykdom hos menneske
<i>Coxiella burnetii</i>	Ikke kjent	Ikke kjent	Agens har økende viktighet som zoonose internasjonalt. Ikke omtalt nærmere
Meticillinresistente <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA)	Ikke kjent	Ikke kjent	MRSA har økende viktighet internasjonalt. Spesielt fokus på svin (Canada, Nederland). Ikke omtalt nærmere

Innledning

Denne rapporten kommenterer agens som stort sett representerer velkjente mattrygghetsproblemer. Ny forskning, endrede matvaner eller forandring i smittesituasjonen i dyrepopulasjonene kan gjøre det nødvendig å rette oppmerksomheten mot nye agens eller omrangere betydningen av de kjente agens. Rickettsien *Coxiella burnetii* er et eksempel på et agens som er i ferd med å få endret status i så måte. Betydningen av nevnte agens her i landet er foreløpig ukjent.

De agens som beskrives under er, med få unntak, organismer som forekommer i tarm, på hud eller på slimhinner hos produksjonsdyr. Faglig riktig slakting minsker risikoen for kontaminering av slaktet med slike mikrober, men eliminerer den ikke. Alle tiltak for å redusere forekomsten av agens i besetningene reduserer selvfølgelig også risikoen for human smitte via kjøtt. Fremstillingsprosedyre/produkttype, lagringsforhold og generell hygiene er andre forhold som også må nevnes her.

De vurderte agens

Salmonella

Agens som patogen i matvarer

Salmonellose er en sykdom hos dyr og mennesker forårsaket av bakterier innenfor slekten *Salmonella*. Det finnes over to tusen ulike varianter av salmonellabakterier, og de fleste kan gi sykdom hos mange arter inkludert menneske. Det finnes friske smittebærere blant både dyr og mennesker. Bakteriene skilles ut med avføring, og de viktigste smittemåter for mennesker er ved inntak av forurenset mat og vann og ved kontakt med infiserte dyr eller mennesker. For dyr er fôret en viktig smittekilde. *S. Typhimurium* er stasjonær i den norske viltpopulasjonen, og påvises av og til som årsak til sykdom hos husdyr.

Salmonella vil overføres til kjøtt i forbindelse med fekal forurensning av slakt. *Salmonella* overlever også godt i slakte- og produksjonsmiljøer, og forurensning av disse kan medføre økt fare for forurensning av kjøtt og kjøttprodukter. *Salmonella* overlever godt frysing.

Forekomst hos sau og geit i Norge

Salmonella i norske husdyr er gjenstand for et særskilt overvåkingsprogram iverksatt av Mattilsynet (67). Prevalensen er svært lav sammenliknet med det en finner i andre land.

Salmonella enterica subspecies IIIb *Diarizonae* er en serovar av *Salmonella* som er endemisk i den norske sauepopulasjonen. Besetningsprevalensen av *S. Diarizonae* varierer sterkt (3), og bakterien later generelt ikke til å forårsake noe betydelig sjukdomsproblem hos sauene. Den har imidlertid blitt påvist i sammenheng med abort, høy lammedødelighet og enteritt. Internasjonalt er bakterien beskrevet som årsak til enteritt og abort.

Serovaren antas å ha adaptert seg spesielt til sau, men er også funnet hos fjørfe, hest og viltlevende rev i Norge. Den er påvist hos mennesker i Norge kun to ganger. Den er potensielt humanpatogen, men høy prevalens hos norsk sau i lang tid, sammen med svært få tilfeller av rapportert sjukdom hos mennesker, tyder på lav virulens. *S. Diarizonae*'s betydning som humanpatogen ser derfor ut til å være ubetydelig (4). I følge dagens forvaltningspraksis fører funn av bakterien i levende dyr ikke til besetningsrestriksjoner, men slakt som er positive for bakterien, blir kassert.

Årsrapporten for overvåkingsprogrammet for 2005 melder at det ble funnet *Salmonella* i én svaberprøve fra saueslakt (67). Forekomsten av *S. Diarizonae* i slike svaberprøver har ligget på 0-4 positive slakt de siste ti år. I samme periode var andel *Diarizonae*-positive blant saueprøver sendt inn i annen hensikt enn overvåkning, 12 – 20 % (39, 40).

Internasjonal kunnskap/erfaring

Salmonella er et viktig zoonotisk agens i alle deler av verden. Forekomsten hos sau og geit er nok mindre kjent enn hos andre husdyrslag. EUs siste zoonoserapport angir en del funn av *Salmonella* i sau og geit. Disse resultatene stammer fra ulike land og fra forskjellige prøver tatt i ulik hensikt, men funn av virulente *Salmonella* ser ut til å være uvanlig (21, 22). To større, britiske studier på dyr som ankommer slakteriene (17, 73), viser at *Salmonella* er nokså sjelden hos sau i Storbritannia, men at prevalensen viser en tendens til å stige. Forfatterne vurderer prevalensen hos sau mot den de finner hos svin, og konkluderer med at tiltak mot *Salmonellasmitte* i Storbritannia først og fremst må settes inn i svineproduksjonen.

Spesielle risikoforhold

Slaktehygiene er svært viktig når det gjelder å hindre at *S. diarizonae* overføres fra sau til slaktet. Dersom slaktehygien svikter kan forekomsten av *S. diarizonae* i norsk sauekjøtt øke.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Siden århundreskiftet er det årlig blitt meldt mellom 1500 og 2000 tilfeller av salmonellose til Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS); i 2006 1813 tilfeller (39 per 100 000 innbyggere) (81). Siden mange tilfeller av akutte gastroenteritter ikke får en etiologisk diagnose, er det faktiske antallet rammede personer atskillig høyere (55). Om lag 80-90 % av pasientene har ervervet sykdommen i utlandet slik at det endemiske nivå i Norge er svært lavt sammenlignet med de fleste andre europeiske land (56). Det isoleres hvert år 70-90 ulike serovarianter av *Salmonella* fra norske pasienter; de to vanligste er *S. Enteritidis* (50-60 %) og *S. Typhimurium* (10-20 %). Førstnevnte er nesten alltid ervervet i andre land der bakterien er blitt vanlig i egg- og fjørfeprodukter. *S. Typhimurium* er den eneste serovarianten som har et innenlands reservoar av betydning, nemlig villfugl og piggsvin (51, 50, 33, 85, 86). De aller fleste sykdomstilfellene av salmonellose er sporadiske, men i perioden 2005-2007 ble det registrert 24 utbrudd av salmonellose, hvorav fire skyldtes smitte i utlandet (71).

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Etterforskningen av utbrudd, kasus-kontrollundersøkelser i befolkningen og fortløpende sammenlikning av alle salmonellastammer fra mennesker, dyr, mat, fôr og miljø (65, 63, 105, 37) gir kunnskap om smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker. En rekke matvarer, som oftest importerte, har forårsaket utbrudd av salmonellose; norske saue- og geitprodukter har ikke hatt betydning. *Salmonella*, oftest *S. Typhimurium*, påvises en gang i blant fra norske husdyr og kjøttvarer, men dette fører sjelden til sykdomstilfeller hos mennesker som med sikkerhet kan knyttes til slike funn, med unntak av enkelte tilfeller blant personer som har hatt kontakt med dyrene. Halvparten av tilfellene av *S. Typhimurium*-infeksjon skyldes innenlands smitte fra reservoaret i piggsvin og villfugl (50, 33). En kasus-kontrollundersøkelse fra 1993-94 viste at konsum av fjørfeprodukter kjøpt under handleturer i Danmark eller Sverige var forbundet med økt risiko for salmonellose (48). Det kunne ikke påvises noen risiko knyttet til saue- eller geiteprodukter. *Salmonella enterica* subspecies IIIb *diarizonae* påvises svært sjelden som årsak til sykdom hos mennesker, og da hovedsakelig hos personer med nedsatt immunforsvar. Bakterien er en opportunist som ikke tillegges noen vesentlig humanmedisinsk betydning.

Konklusjon

Sannsynligheten for at humanpatogene *Salmonella* skal forekomme i kjøtt fra sau og geit er liten. Vurderingen bygger på dokumentert svært lav forekomst i norsk sau og geit.

Salmonellose hos mennesker er i hovedsak enten importert (reise eller importvarer) eller forårsaket av endemiske varianter av *S. Typhimurium*, som smitter via ville småfugl, piggsvin eller drikkevann. Norskproduserte kjøttvarer har sjelden vært identifisert som smittekilde for utbrudd eller sporadiske tilfeller av salmonellose.

Forekomsten av *S. diarizonae* hos sau i enkelte regioner har ingen vesentlig humanmedisinsk betydning.

Kunnskapsmangler

- Prevalens av *Salmonella* spp. i geitepopulasjonen.
- Betydningen av *S. diarizonae* som patogen for sau og andre dyrearter.
- Kunnskap om reell sykdomsforekomst i befolkningen, inkludert om legers prøvetakingspraksis.
- Oppdaterte kunnskaper om risikofaktorer for sykdom hos mennesker.
- Bedre DNA-baserte metoder til å avdekke smittekilder, i og utenfor utbrudd.

Campylobacter

Agens som patogen i matvarer

Campylobacter spp. er en gruppe bakterier hvorav noen, spesielt de termofile, kan gi opphav til diaré hos menneske, av og til med alvorlig ettersykdom (for eksempel Guillain-Barrés syndrom). Det er i første rekke *C. jejuni* og *C. coli* som forårsaker sykdom hos mennesker. Husdyr og ville dyr kan være friske smittebærere. Bakteriene skilles ut med avføring, og vanlige smitteveier er inntak av forurenset mat og vann eller via direkte kontakt med dyr.

Termofile *Campylobacter* oppformerer ikke i matvarer og tåler dårlig frysing/tining og tørking. Noe som medfører at det for eksempel er lite *Campylobacter* som gjenfinnes etter at slakteskrotter av storfe/gris har hengt på kjøll (6). Det skal derimot få bakterier til for at sykdom utvikles (lav infektiv dose).

De fleste sporadiske tilfeller av campylobacteriose skyldes kontakt med levende fjørfe, konsum av fjørfekjøtt, ubehandlet drikkevann og kontakt med andre dyr. Større utbrudd har vært forårsaket av upasteurisert melk og forurenset drikkevann (6).

Forekomst hos sau og geit i Norge

I Norge er fjørfekjøtt, grillmat, ubehandlet drikkevann og kontakt med dyr identifisert som risikofaktorer. Det foreligger ikke undersøkelser som viser forekomsten av *Campylobacter* spp. hos levende småfe her i landet eller i slakt/kjøtttråvare. Det er ikke dokumentert at konsum av kjøtt fra sau eller geit har vært årsak til campylobacteriose hos mennesker i Norge.

Internasjonal kunnskap/erfaring

Internasjonalt vies fjørfekjøtt hovedoppmerksomheten. EUs mattrygghetstilsyns siste rapport(21) oppgir noen funn av *C. jejuni* og *C. coli* i sau og geit, stort sett i forbindelse med diagnostikk. To land, Italia og Nederland, rapporterer forekomst i ferskt sauekjøtt. Bare Nederland fant *Campylobacter*, og prevalensen rapporteres som 4,7 % (N = 106) (EFSA 2007). Forekomst av *Campylobacter* i tarmen hos sau som kom til slakt, er undersøkt i en omfattende, britisk studie som rapporterer høy forekomst (43,8 %) av termofile *Campylobacter* i tarminnhold (73).

Spesielle risikoforhold

Ingen spesielle risikoforhold når det gjelder sau eller geit.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) registrerer årlig 2500-3000 tilfeller av campylobacteriose; i 2006 2593 tilfeller (55 per 100 000 innbyggere) (36). Siden mange tilfeller av akutte gastroenteritter ikke får en etiologisk diagnose, er det faktiske antallet rammede personer atskillig høyere (55). Om lag 50-60 % av de norske pasientene er smittet i utlandet (54). Antallet tilfeller av både innenlands- og utenlandssmitte har økt betydelig i Norge og flere andre land siden tidlig på 1990-tallet; årsaken er ukjent. *C. jejuni* er ansvarlig for ca. 90 % av tilfellene, mens bare ca. 10 % skyldes *C. coli*. De aller fleste sykdomstilfellene av campylobacteriose er sporadiske, men i perioden 2005-2007 ble det registrert 12 utbrudd av campylobacteriose, alle med smitte i Norge (71).

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Etterforskningen av utbrudd og kasus-kontrollundersøkelser i befolkningen og gir kunnskap om smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker. Drikkevann og enkelte matvarer, som regel norskproduserte, har forårsaket utbrudd av campylobacteriose. Et utbrudd forårsaket av krysskontaminering fra lammekjøtt skjedde i 2007 (16 pasienter). Det antas at flere små utbrudd overses, mens store utbrudd forårsaket av drikkevann lett oppdages. Fire kasus-kontroll-undersøkelser av campylobacteriosesmitte viser at ikke-desinfisert drikkevann er den viktigste årsaken til sykdommen i Norge (52, 35, 46, Herikstad [upublisert]). Det var ikke økt risiko knyttet til konsum av småfeprodukter(46). Det var økt risiko for campylobacteriose etter kontakt med husdyr (storfe, fjørfe, sau, hund og katt) eller deres avføring, særlig blant personer

med yrkeseksponering, som bønder og veterinærer. Sammenlikning av campylobacterstammer fra mennesker og dyr har vist at de genotypene som isoleres fra pasienter også finnes hos ulike dyrearter, men i varierende grad (49, 92, 44, 61). Det har ikke vært mulig å bestemme den relative betydningen av dyrene som smittekilde for mennesker, bare at slik smitte kan skje.

Konklusjon

Risikoen for at termofile *Campylobacter* finnes i kjøtt fra sau og geit er trolig moderat. Dette er imidlertid noe usikkert fordi forekomsten i Norge er mangelfullt dokumentert.

De fleste og største utbruddene av campylobacteriose samt de fleste sporadiske tilfellene er forårsaket av kontaminert drikkevann. Det er registrert ett utbrudd der lammekjøtt var smitekilden. Konsum av småfeprodukter er ikke identifisert som en risikofaktor for sporadiske tilfeller.

Kunnskapsmangler

- Prevalens i småfepopulasjonen i Norge.
- Det humanpatogene potensialet av varianter av *Campylobacter* spp. som isoleres fra småfe.
- Kunnskap om reell sykdomsforekomst i befolkningen, inkludert om legers prøvetakingspraksis.
- Oppdaterte kunnskaper om risikofaktorer for sykdom hos mennesker.
- Bedre DNA-baserte metoder til å avdekke smitekilder, i og utenfor utbrudd.

Verotoksinproduserende *E. coli* (VTEC)

– også kalt Shigatoksinproduserende *E. coli* (STEC) eller Enterohemorragiske *E. coli* (EHEC)

Agens som patogen i matvarer

Escherichia coli er en bakterie som normalt finnes i tarmen hos varmblodige dyr og mennesker. Noen *E. coli* har evnen til å danne verotoksin (VTEC) (også kalt shigatoksin, derav betegnelsen STEC) og kan gi alvorlig sykdom hos mennesker i form av blodig diaré og nyresvikt. Mange forskjellige O-grupper av VTEC har vært påvist i forbindelse med sykdom. De vanligste er O26, O103, O111, O145 og O157, men andre VTEC O-grupper kan i framtiden bli vel så viktige som årsaker til sykdom på menneske. Disse O-gruppene kan også være tilstede som vanlige ufarlige *E. coli*. De har da ikke de egenskapene som gir alvorlig sykdom hos menneske, dvs. shigatoksiner som er kodet av genene *stx*₁ og/eller *stx*₂, eller intimin (*eae*) som er tilheftningsegenskap i tarmen. De kan også være tilstede med kun *eae* og er da ikke VTEC, men kan likevel kunne binde seg til slimhinnen i tarmen hos menneske og forårsake diaré.

Drøvtyggere, da spesielt storfe og sau, er regnet som viktigste reservoar for smitte til menneske. Dyrene er friske smittebærere av VTEC, og vanligste smittevei for mennesker er inntak av forurenset mat og vann, samt direkte kontakt med smittebærende dyr og deres avføring. Smitte kan også skje via forurenset badevann og ved personkontakt. Det skal få bakterier til for å frembringe sykdom hos menneske (lav infektiv dose).

Det er VTEC O157 man vet mest om og kunnskap om VTEC O157 er derfor det man baserer seg på ved vurderinger angående VTEC. Det er likevel viktig å være klar over at det kan være stammevariasjoner mellom forskjellige O-grupper av VTEC, og også innad i O-grupper.

VTEC overlever frysing og noen stammer har vist seg også å være svært syretolerante (72). Dette medfører bl.a. at de kan overleve fermentering, tørking og lagring bl.a. i spekeprodukter. VTEC inaktiveres ved temperaturer over 70 °C.

Forekomst hos småfe i Norge

Det er lite data på forekomsten av humanpatogene VTEC hos småfe i Norge. I 2006 satte Mattilsynet i gang en kartlegging av *E. coli* O26, O103, O111, O145 og O157 hos sau, men det foreligger ikke data fra denne undersøkelsen foreløpig. I en undersøkelse av avføring fra 665 dyr fra 605 sauebesetninger på Sørvestlandet ble det ikke påvist VTEC O157 i noen av prøvene (43). For noen år siden ble VTEC O157 påvist fra mange av sauene på en økologisk gård som også hadde storfe (117), og i 2000 ble VTEC O103 påvist fra 2 av 124 sau i en besetning (108). Disse to studiene sier ikke noe om den reelle forekomsten hos sau i Norge, men viser at norsk sau kan være bærere av humanpatogene VTEC.

VTEC generelt er svært vanlig hos sau i Norge. Dette er imidlertid andre serotyper enn de som vanligvis påvises i forbindelse med sykdom hos mennesker, de har *stx*-varianter som er regnet som mindre humanpatogene og de har heller ikke *eae* (109, 104, 105, 106).

I overvåkningsprogrammet som gikk i perioden 1996 – 2004 ble VTEC O157 funnet på 0,03 % av saueskrottene som ble undersøkt. Ingen av de 510 undersøkte skrottene fra geit var positive for VTEC O157 (21).

Internasjonal kunnskap/erfaring

Studier på forekomsten av VTEC O157 hos drøvtyggere har vært utført over hele verden. Forekomsten hos sau har generelt blitt ansett å være noe lavere enn for storfe, men det er utført færre studier for småfe enn for storfe. Rapporterte forekomster hos drøvtyggere varierer veldig avhengig av geografisk område og metodikk benyttet (labmetode, antall undersøkte prøver etc.) – fra 0 % til > 90 % positive besetninger, fra 0 % til > 20 % av dyrene. Det foreligger mindre data for de andre kjente VTEC serogruppene, men de data som foreligger anslår at det også for disse serogruppene er geografiske variasjoner (8).

Funn på slakteskrotter og i produkter fra småfe varierer tilsvarende variasjonen i forekomst og metodikk benyttet – fra 0 % til 6 % (18, 21).

Spesielle risikoforhold

Det skal få bakterier til for å frembringe sykdom hos menneske (lav infektiv dose). VTEC kan forårsake svært alvorlig sykdom (og eventuelt død) hos barn og personer med nedsatt immunsystem. Opp til 10 % av pasientene med VTEC O157 utvikler hemolytisk-uremisk syndrom, som er den dominerende årsak til nyresvikt hos små barn.

Råvarer fra sau og geit er mye brukt i mange slags spekepølse, en produkttype der VTEC har vist evne til å kunne overleve. Slaktehygiene er derfor av stor betydning for å hindre overføring av VTEC til menneske.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Siden VTEC-infeksjon ble meldingspliktig til meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) i 1995, er det blitt meldt 5-20 tilfeller i året i Norge, hvorav 2/3 er smittet i Norge (112). I 2006 ble det meldt hele 51 tilfeller, som følge av et større utbrudd (94, 95). I tiårsperioden 1997-2006 registrerte MSIS til sammen 164 tilfeller av EHEC-infeksjon, hvorav 20 utviklet HUS. Serovariant O157 utgjør noe over halvparten av stammene. Siden mange tilfeller av akutte gastroenteritter ikke får en etiologisk diagnose, er det faktiske antallet rammede personer atskillig høyere (55). Dette forholdet forsterkes ytterligere ved VTEC-infeksjoner fordi laboratoriene inntil nylig har benyttet metoder som favoriserer påvisning av sorbitol-negative O157-stammer. Dessuten blir ikke prøver fra pasienter med akutt gastroenteritt undersøkt rutinemessig for VTEC-infeksjon. Diagnostikken er blitt ytterligere vanskeliggjort ved oppdagelsen av sorbitol-positive O157-stammer og gjennom et økende antall isolater av forskjellige serovarianter der *stx*-gener ikke lar seg påvise (55). Det er registrert fire utbrudd siden 1997 med henholdsvis 4, 4 og 17 pasienter (94, 95, 59).

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Etterforskningen av utbrudd og fortløpende detaljkarakterisering av alle stammer fra mennesker (65, 102, 60) gir kunnskap om smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker. Tre registrerte utbrudd har vært forårsaket av henholdsvis ukjent kilde, salat og morrpølse (sauekjøtt). Det er av og til blitt funnet stammer fra dyr eller mat med de samme egenskapene som hos pasientisolater. Enkelte stammer har hatt samme DNA-profil som under utbruddet i 2006, og stammene har hatt et bredt spektrum av virulensgener, selv om *stx*-genene ofte men ikke alltid tilsynelatende har manglet. Til tross for at slike bakterier også er funnet sporadisk hos pasienter, har det ikke vært mulig å fastslå en smittesammenheng med sikkerhet. Men flere av pasientene har bodd på gård med storfe eller sau.

Konklusjon

Når det gjelder VTEC O157 spesielt, er det trolig liten sannsynlighet for at sauekjøtt skal inneholde VTEC O157 og derved kunne føre til sykdom hos mennesker. Denne vurderingen er begrunnet i den tilsynelatende lave forekomsten av VTEC O157 hos norsk sau og resultater fra det tidligere overvåkningsprogrammet på slakteskrotter.

Forholdene kan være annerledes når det gjelder de andre humanpatogene VTEC, spesielt O103. Det er for lite kunnskap om forekomsten av de andre kjente humanpatogene VTEC serogrupper hos småfe i Norge til å trekke noen sikker konklusjon om i hvilken grad norsk småfekjøtt kan inneholde disse og derved kunne føre til sykdom hos menneske.

Den generelle sannsynligheten for å finne i VTEC i kjøtt fra småfe vurderes derfor som liten til stor.

VTEC-infeksjoner er en alvorlig utfordring pga de alvorlige komplikasjonene. Sykdommen er underdiagnostisert hos mennesker. Det har vært et utbrudd med norskprodusert kjøttprodukt, morrpølse (sauekjøtt), som smittekilde. Det er ikke utført analytisk-epidemiologiske undersøkelser for å identifisere risikofaktorer.

Kunnskapsmangler

- Forekomst av humanpatogene VTEC hos småfe, særlig hos geit.
- Persistens av VTEC i enkeltdyr og besetninger, og muligheten til å påvirke prevalens i besetningene ved hjelp av endrede driftsforhold.
- Overlevelse av bakteriene i produksjonsbedrifter, og om virkning av vask og desinfeksjon dersom bakteriene har etablert seg i biofilm i bedriftene.
- Overlevelse av VTEC i lagrede produkter av mangelfullt varmebehandlede, spekede kjøttvarer.
- Epidemiologiske undersøkelser i befolkningen for å identifisere risikofaktorer og bestemme deres innbyrdes betydning.
- Fortsatt videreutvikling av effektive, DNA-baserte typemetoder til overvåking, utbruddsoppløring og molekylærepidemiologiske undersøkelser.
- Kunnskaper om virulensegenskapene til *E. coli* isolert fra dyr, mat og mennesker, inkludert betydningen av overføring, tap og inaktivering av virulensgener, slik at patogeniteten til isolater fra matkjeden kan vurderes.
- Sammenligning av isolater fra mennesker og fra matkjeden ved hjelp DNA-basert typing og undersøkelse av virulensegenskaper, for å kunne vurdere en smittesammenheng.
- Bedre kunnskaper om den reelle forekomsten og sykdomsbyrden av EHEC-infeksjoner i befolkningen, særlig med tanke på EHEC-assosiert HUS og sykdom forårsaket av non-O157.

Yersinia

Agens som patogen i matvarer

Yersinia spp. kan forårsake sykdom både hos dyr og mennesker, men dyr kan også være friske smittebærere. Symptomene er i første omgang diaré, men også ettersykdommer som leddbetennelse forekommer. *Yersinia* som er kjent for å gi sykdom hos dyr tilhører vanligvis andre serogrupper enn de som isoleres ved sykdom hos mennesker. Det er *Y. enterocolitica* serogruppe O:3 og O:9 som er vanligst ved infeksjon hos mennesker i Skandinavia. Vanligste smitteåte for mennesker er via vann og mat, og da særlig svineprodukter.

Y. enterocolitica kan vokse i rått (og kokt) kjøtt ved kjøleskapstemperatur, også i vakumpakket atmosfære. Bakterien overlever frysing, men drepes ved koking og steking.

Forekomst hos sau og geit i Norge

Det er ukjent om småfe i Norge er et reservoar for humanpatogene varianter av *Yersinia* og uvisst hvilken betydning *Yersinia* har som patogen hos småfe. Yersiniose hos småfe er ikke beskrevet som problem i Norge.

Internasjonal kunnskap/erfaring

Tyskland rapporterte humanpatogene serotyper isolert både fra sau og geit i 2005 (21). *Yersinia* ble funnet i 8,0 % av sauene i en britisk undersøkelse av slaktedyr (73).

Spesielle risikoforhold

Y. enterocolitica kan vokse ved kjøleskapstemperatur.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) registrerer årlig 90-150 tilfeller av yersiniose; i 2006 88 tilfeller (2 per 100 000 innbyggere) (36). Siden mange tilfeller av akutte gastroenteritter ikke får en etiologisk diagnose, er det faktiske antallet rammede personer atskillig høyere (55). Om lag 70 % av pasientene er smittet i Norge. Mer enn 98 % av tilfellene i Norge er forårsaket av serogruppe O:3, som dominerer i de fleste land. Forekomsten av yersiniose er størst i land med kjølig klima (57, 53). *Y. enterocolitica* kan oftere enn andre enteropatoogene bakterier forårsake langvarige og til dels alvorlige følgetilstander, først og fremst reaktiv artritt (53, 100). De fleste sykdomstilfellene av yersiniose er sporadiske og det er registrert bare tre utbrudd av yersiniose, de to siste i årsskiftet 2005-2006 (71). Mindre utbrudd kan imidlertid overses fordi vi ikke har sensitive typemetoder som kan oppdage sammenheng mellom stammer.

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Etterforskningen av utbrudd, kasus-kontrollundersøkelser i befolkningen og fortløpende sammenlikning av alle yersiniastammer fra mennesker, dyr, mat, fôr og miljø gir kunnskap om smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker. Overvåkingen gir ingen holdepunkter for at småfeprodukter har noen betydning i Norge. En kasus-kontroll-undersøkelse i fylkene rundt Oslofjorden i 1988-90 kunne ikke vise at konsum av småfekjøtt hadde noen betydning (83).

Konklusjon

Det er for lite kunnskap om forekomsten av *Yersinia* hos sau og geit i Norge til å trekke noen konklusjon om norskprodusert småfekjøtt kan inneholde *Yersinia* og derved kunne føre til yersiniose hos mennesker.

Det har ikke vært utbrudd av yersiniose forårsaket av småfekjøtt i Norge, og det er ukjent om småfekjøtt har ført til sporadiske tilfeller hos mennesker.

Kunnskapsmangler

- Prevalens av *Y. enterocolitica* i småfepopulasjonen.
- Det humanpatogene potensiale av eventuelle isolat av *Y. enterocolitica* fra småfe.
- Kunnskap om reell sykdomsforekomst i befolkningen, inkludert om legers prøvetakingspraksis.
- Oppdaterte kunnskaper om risikofaktorer for sykdom hos mennesker.
- Bedre DNA-baserte metoder til å avdekke smittekilder, i og utenfor utbrudd.

Toxoplasma

Agens som patogen i matvarer

Toxoplasma gondii er en obligat intracellulær, cystedannende protozo som kan infisere alle kjerneholdige celler og etablere en kronisk infeksjon. Parasitten har katt som endeverter, og svært mange dyrearter, inkludert sau og menneske, som mellomverter. *T. gondii* finnes i tarmen hos endeverten og danner oocyster som skilles ut med faeces. Fæcal-oral smitte av en mellomvert resulterer i dannelse av små vevscyster, blant annet i muskulatur. Smitte fra mellomvert til mellomvert, ved inntak av vevscyster, er også mulig.

Voksne, friske dyr viser neppe sjukdomstegn ved infeksjon med *T. gondii*. Infeksjon av et ikke-immunt, drektig hunndyr er et unntak. Parasitten kan da invadere placenta og foster, noe som gir abort, dødfødsel og ulike former for fosterskade. Sjukdommen manifesterer seg i humanpopulasjonen på liknende måte.

Sau er en egnet mellomvert for *T. gondii*, og huser vevscyster over lengre tid etter infeksjon. Vevscystene i kjøtt drepes ved nedfrysing til -20 °C i minst 2 dager, og ved oppvarming til 65 °C (6). En vet lite om en eventuell reduksjon av *Toxoplasma* i spekeprosesser, men spekekjøtt er vist som en mulig risikofaktor for infeksjon hos mennesker (10, 16, 66, 116).

Aktuelle smittemåter fra råvare til menneske er

- Håndtering av rått kjøtt. Vevscystene kan smitte via hender eller kjøkkenredskaper, men også andre matvarer som er tilberedt med samme redskap eller underlag som rått kjøtt, og som ikke skal varmebehandles (for eksempel salatgrønnsaker)
- Inntak av dårlig varmebehandlet kjøtt.

Forekomst hos sau og geit i Norge

T. gondii er utbredt i Norge hos en lang rekke pattedyr, spesielt hos hovedverten katt og mellomverten sau. Det er den viktigste årsak til reproduksjonstap hos sau i Norge, og forårsaker om lag 70 % av alle aborter hos søye årlig. En regner med at ca. 50 % av norske sauebesetninger er infisert (77, 115). Skjerve *et al.* (96) viste i 1993-94 at 16 % av 1940 undersøkte lam og 44 % av 194 undersøkte sauebesetninger var serologisk positive. Det finnes ikke norske data på forekomst i geitekjøtt eller levende geiter. Statistikk over diagnostiske undersøkelser fra 2006 fra Tyskland, Slovakia og Portugal rapporterer 10,4 % – 45,5 % positive prøver (21). Det vites ikke om geit blir kronisk infisert, slik som sau, eller om parasitten elimineres, slik som hos storfe.

Internasjonal kunnskap/erfaring

Toksoplasmose hos mennesker og dyr er kjent fra hele verden, og vies betydelig oppmerksomhet både som sjukdomsproblem i sauebesetninger og som zoonose. En vaksine til sau er kommersielt tilgjengelig, og brukes i New Zealand, Storbritannia og Irland.

Selv om sjukdommen er anerkjent som en viktig zoonose i Europa, har mange land mangelfull rapportering og oversikt over humane kasus. EFSA, det europeiske mattilsynet, uttaler i sin siste årsrapport at det er ønskelig med bedre data på dette området.

Spesielle risikoforhold

De infektive vevscystene er mikroskopiske og kan ikke påvises ved vanlig kjøttkontroll.

Dersom en kvinne smittes for første gang mens hun er gravid kan det føre til abort eller alvorlige fosterskader. Gravide kvinner og deres fostre utgjør derfor en spesiell risikogruppe for infeksjon med *Toxoplasma*.

Det må bemerkes at kjøtt ikke er eneste *T. gondii*-smittekilde for mennesker. En stor andel seropositive blant vegetarianere vitner om dette (32). Jord og dårlig vaskede grønnsaker utgjør en betydelig risiko. I tillegg tyder flere studier på at drikkevannsbårne oocyster kan ha betydning for smitte til mennesker. Det er ikke kjent hvor stor del av smittepresset som utgjøres av sauekjøtt.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Toksoplasmose forløper som regel uten symptomer eller med milde og generelle symptomer. Et overvåkingssystem basert på innmelding av tilfeller vil derfor ikke fungere. Sykdommens relevans for folkehelsen er at smitte i svangerskapet kan forårsake alvorlige skader på fosteret eller abort; risikoen er høyest når smitten skjer sent i svangerskapet. Om lag 10-20 % av gravide i Norge har vært smittet før svangerskapet og er dermed beskyttet (42, 41). Om lag 1 av 500 kvinner smittes i svangerskapet. Man regner med at det årlig fødes inntil 50 barn med medfødt toksoplasmose. Det er ingen registrerte utbrudd av toksoplasmose i Norge.

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

En kase-kontrollundersøkelse blant gravide i Norge i 1992-1994 viste at spising av rå eller ufullstendig varmebehandlete kjøttdeig- eller farseprodukter, sauekjøtt og svinekjøtt var viktige risikofaktorer for serokonversjon og kunne forklare 69 % av tilfellene (47). Det ble ikke funnet noen sammenheng med storfekjøtt.

Konklusjon

Det er stor sannsynlighet for at sauekjøtt inneholder *Toxoplasma* og derved kan være årsak til at mennesker smittes. Dette begrunnes i studier som viser stor andel smittede besetninger, studier som indikerer at stor andel av slakta lam er seropositive og kunnskap om at de fleste seropositive sauer også bærer infektive vevscyster. Forekomsten hos norske geiter er ukjent.

Konsum av rått eller ufullstendig varmebehandlet sauekjøtt, svinekjøtt eller kjøttdeig- og farseprodukter, er forbundet med høy risiko for å bli smittet med *Toxoplasma gondii* i svangerskapet.

Kunnskapsmangler

- Effektiv smitteforebygging for å unngå vevscyster i sauekjøtt.
- Forekomst hos levende geit/geiteslakt.
- Oppdaterte kunnskaper om risikofaktorer for smitte og deres relative betydning.

Listeria

Agens som patogen i matvarer

Listeria monocytogenes er en bakterie som er vanlig forekommende i miljøet. Bakterien kan bl.a. skilles ut med faeces fra friske individer, både hos dyr og mennesker. Den har særskilt evne til å formere seg ved kjøletemperatur, og under langvarig kjølelagring vil den kunne oppformere seg i forhold til andre bakterier. Lav pH (<5,0) hemmer vekst av *L. monocytogenes*, slik at i for eksempel godt surfôr vil antallet holde seg lavt. *L. monocytogenes* er også nokså varmetolerant, og elimineres ikke nødvendigvis ved pasteurisering (103).

L. monocytogenes kan forårsake encefalitt, abort/dødfødsler og sepsis hos dyr og mennesker. Aktuell smittemåte for mennesker er inntak av forurensset mat. Det gjelder spesielt mat som ikke skal varmebehandles før konsum, og som er lagret i kjøleskap så lenge at bakterien har fått tid til oppformering. Risiko for listeria-infeksjon kan derfor sies å først å fremst være knyttet til produkttype/framstillingsmåte, ikke til råvareslag eller dyreart som sådan. Melk utgjør for øvrig et viktig unntak her, da *L. monocytogenes* kan skilles ut i melken og dermed kan være tilstede i stort antall i råvaren i utgangspunktet.

Forekomst hos sau og geit i Norge

Listeria-encefalitt er en vanlig sauesjukdom i Norge. Undersøkelser av forekomsten av bakterien i slaktedyr, skrotter eller kjøtt av småfe ser ikke ut til å være publisert.

Internasjonal kunnskap/erfaring

EFSA, det europeiske mattrygghetstilsynet, uttaler i sin årsrapport 2006 at matbåren listeriose er en sjelden sykdom, men også viktig, fordi tilfellene som regel er alvorlige (21).

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Inntak av *Listeria* gir hos de fleste ingen eller milde symptomer. Personer med nedsatt immunforsvar kan få listeriose med meningitt eller sepsis. Bakterien kan også overføres fra mor til foster under graviditeten og føre til abort eller dødfødsel. Siden århundreskiftet har antallet tilfeller av listeriose som årlig meldes til Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) variert fra 12 til 28; nesten alle har vært smittet i Norge (113). Året 2007 blir et rekordår med over 50 tilfeller på grunn av et landsomfattende utbrudd. Av de 179 pasientene registrert siden 2000, var 169 innlagt i sykehus og 21 døde. Det antas at det forekommer om lag tre tilfeller per 100 000 svangerskap i Norge (7). Tre utbrudd er registrert i Norge siden 1992 med seks, tre og minst tolv tilfeller.

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Etterforskningen av utbrudd, kasus-kontrollundersøkelser i befolkningen og fortløpende sammenlikning av alle listeriastammer fra mennesker, dyr, mat, fôr og miljø (62) gir kunnskap om smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker. En rekke av genotypene isolert fra påleggsbedrifter, er også funnet hos norske pasienter (74, 38). Stammer fra fjørfekjøtt ser ut til å atskille seg fra humane isolater, men antallet pasientisolater var begrenset i de aktuelle studiene (90, 69). Resultatene gir ikke grunnlag for å trekke konklusjoner angående betydningen av kjøttprodukter som smittekilde sammenlignet med andre mulige kilder. *Listeria monocytogenes* er en meget vanlig bakterie som også finnes i andre næringsmidler, blant annet i mykoster og i fiskeprodukter som røkelaks, gravlaks og rakefisk. De samme genotypene ble funnet i sjømat, inkludert røkelaks og gravlaks, som hos pasienter (91). Tre utbrudd av vært forårsaket av kjøttpålegg, trolig kjøttpålegg og økologisk camembertost. En mindre kasus-kontroll-undersøkelse i Norge og Sverige i 1994-97 fant at pasienter oppbevarte middagsrester i kjøleskapet i lengre tid enn kontrollpersonene (45). Undersøkelsen gir ikke grunnlag for noen videre konklusjoner om smitteforholdene.

Konklusjon

Det er stor sannsynlighet for å finne *L. monocytogenes* på slakteskrotter. Denne vurderingen er ikke begrunnet i publiserte studier, men er en generell betraktning av at *L. monocytogenes* er svært vanlig i tarmtraktus hos dyr, og at selv ved omhyggelig slakting kan dyrets mikroflora gjenfinnes i større eller mindre grad på overflaten av slakteskrottene.

Listeriose er en sjelden, men alvorlig bakterieinfeksjon, som hovedsakelig rammer personer med nedsatt immunforsvar, fostre og nyfødte. En rekke av genotypene isolert fra virksomheter som arbeider med henholdsvis kjøttpålegg eller med fiskeprodukter, er også funnet hos norske pasienter. Stammer fra fjørfer ser ut til å være forskjellige fra humane isolater. *Listeria* er i hovedsak et produksjonshygienisk problem i virksomhetene.

Kunnskapsmangler

- Eventuell sammenheng mellom forekomst av *Listeria* i dyr/slakt og senere forekomst i kjøttprodukter.
- Hvorvidt *Listeria* kan etablere seg og overleve desinfeksjon i produksjonsbedrifter. Bakterien er stand til å lage biofilm på nesten alle materialer, inklusiv rustfritt stål.
- Epidemiologiske undersøkelser i befolkningen for å identifisere risikofaktorer og bestemme deres innbyrdes betydning.
- Fortsatt videreutvikling av effektive, DNA-baserte typemetoder til overvåking, utbruddsoppløring og molekylærepidemiologiske undersøkelser.
- Sammenligning av isolater fra mennesker og fra matkjeden ved hjelp DNA-basert typing, for å kunne vurdere en smittesammenheng.

Giardia* og *Cryptosporidium

Agens som patogen i matvarer

Giardia duodenalis (syn. *Giardia lamblia*, *G. intestinalis*) og *Cryptosporidium* arter er encellede parasitter som kan forårsake mage-/tarmsykdom hos mennesker og dyr (spesielt unge domestiserte dyr). Husdyr kan være bærere av disse parasittene og slik være en potensiell kilde for smitte til mennesker. Smitte til mennesker kan skje ved direkte kontakt med avføring, eller via kontaminert drikkevann eller matvarer (grønnsaker, frukt og bær). Ved slaktning kan smitteførende avføring kontaminere slaktet og smitte kan dermed skje dersom kjøttvaren ikke har gjennomgått frysing eller tilstrekkelig varmebehandling.

Forskjellige genotyper av *Giardia* og *Cryptosporidium* har forskjellig potensial til å gi sykdom hos mennesker.

Giardia duodenalis er delt in i ulike assemblages (genotyper) og videre i undergrupper av disse igjen på basis av molekylære undersøkelser. Noen av disse genotypene (Assemblage A og B) er funnet hos både dyr og mennesker, mens andre (Assemblage C-G) bare er påvist hos dyr. Innenfor *G. duodenalis* assemblage A og B finnes det undergrupper, hvorav noe bare er påvist hos dyr, andre bare hos mennesker og andre hos både hos dyr og mennesker.

Giardia og *Cryptosporidium* oppformeres ikke i kjøtt/kjøttprodukter og inaktiveres ved koking og steking (5, 26, 34). Ved frysing vil overlevelsen gå ned over tid (70). Generelt overlever parasittene lenger ved kjøletemperatur enn ved frysetemperatur (24, 25).

Cryptosporidium oocyster er svært hardføre og kan overleve i miljøet i flere måneder (25), men parasittene tåler ikke uttørking (89). *Giardia* regnes generelt som mindre hardføre enn *Cryptosporidium*.

C. parvum (bovin genotype) er den klart viktigste zoonotiske *Cryptosporidium* arten. *C. meleagridis* (fjærfe) og *C. felis* (katt) rangerer som nr 2 og 3, men også andre *Cryptosporidium* arter er påvist hos mennesker, da hovedsakelig fra pasienter med nedsatt immunforsvar.

Forekomst hos sau og geit i Norge

Både *Cryptosporidium* og *Giardia* er blitt/blir sporadisk påvist i prøver fra både sau og geit i.f.m parasittologisk diagnostikk ved både NVH og VI, men det er ikke publisert noe om forekomsten hos sau og geit.

Forekomst internasjonalt

Cryptosporidium arter hos småfe: *C. parvum* (31, 14, 84, 98) og en annen type som ikke har fått noe navn ennå (14).

Sau spesielt: Ryan *et al.* (93) fant følgende *Cryptosporidium* arter/genotyper hos sau: *C. deer* like, New bovine B genotype, Pig genotype II, marsupial genotype, *C. suis*, *C. andersoni*, *C. hominis*, Unknown genotype, og konkluderte med at sau antagelig ikke er noe viktig zoonotisk reservoar for *Giardia* og *Cryptosporidium*. Prevalensen er funnet å være mellom 1,5 og 85 %, vanligvis høyest hos unge dyr (110, 82, 68, 13, 14, 99, 2). Geit: *Cryptosporidium* spp. er utbredt, særlig blant unge dyr og prevalensen er rapportert å være 0 – 75 % (31, 68, 75, 76, 12, 9).

G. duodenalis-genotyper hos sau: *G. duodenalis* assemblages E (hoofed livestock), A og B (23, 1). Geit: *C. parvum*, *C. goat* genotype, *Cryptosporidium* bovis-like, novel *Cryptosporidium* spp. (30, 58). Forekomsten av *Giardia* hos sau: 1,5 – 57 % (101, 110, 118, 82, 28). Hos geit: 4-50 % (101, 110, 118, 19, 12, 9).

Spesielle risikoforhold

Dersom slakteskrotten blir tilsølt med avføring under slakteprosessen vil det være en større risiko for kontaminering av slakteskrotten og dermed en større risiko for smitte til mennesker.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Giardia duodenalis omfatter minst åtte genotyper (A-G) som hver deles inn i undertyper (29). Bare noen undertyper er påvist hos både dyr og mennesker. Det meldes årlig 300-400 tilfeller av giardiasis til Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS); minst 80 % av pasientene er smittet utenlands, hovedsakelig i Asia. Cryptosporidiose forårsakes særlig av *C. hominis* og *C. parvum* (bovin genotype). Sykdommen er ikke meldingspliktig så forekomsten er ukjent. Begge sykdommene underdiagnostiseres betydelig (80) ettersom undersøkelse av avføringsprøver for parasitter ikke utføres rutinemessig. Foreløpige data fra kartlegging av kloakk indikerer at infeksjon med disse parasittene er ganske utbredt i Norge (87).

For begge parasitter antas det at mennesker hovedsaklig blir smittet ved direkte kontakt med avføring fra andre mennesker eller ved konsum av drikkevann eller matvarer, særlig grønnsaker, frukt og bær, som er forurensset med avføring fra smittebærende personer og, særlig for cryptosporidiose, dyr (29). Drikkevann er en viktig kilde for utbrudd av disse sykdommene.

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Siden 2004 er fem utbrudd registrert. Ett utbrudd skyldtes person-til-person-smitte i en barnehage (114), et annet kontakt med kalver (88) mens de andre skyldtes drikkevann (79), inkludert det store utbruddet i Bergen i 2004. Det er ikke gjort noen kasus-kontroll-undersøkelser av disse sykdommene i Norge.

Konklusjon

Det er trolig liten sannsynlighet for å finne *Giardia* og *Cryptosporidium* i slakt eller kjøtt av sau/geit. Vurderingen bygger på at prevalensen ser ut til å være lav hos sau og geit.

Sykdom hos mennesker er betydelig underdiagnostisert; forekomsten av parasittene i kloakk og avløpsvann indikerer at infeksjonene er ganske utbredt. Kontaminert drikkevann og person-til-person-smitte har vært sannsynlige årsaker ved utbrudd. Smitte gjennom konsum av kjøttvarer kontaminert med *Cryptosporidium*, er ikke dokumentert i Norge.

Kunnskapsmangler

- Vi har lite kunnskap om hvilke arter og genotyper som forekommer hos de ulike dyreartene i Norge.
- Overlevelse av *Giardia* og *Cryptosporidium* i kjøtt/kjøttprodukter som ikke varmebehandles.
- Smittekilder og risikofaktorer i Norge, og deres innbyrdes styrkeforhold.
- Reell forekomst av innenlandssmitte i befolkningen.
- Hvilke arter og genotyper av *Giardia* og *Cryptosporidium* som dominerer hos henholdsvis mennesker smittet i Norge og blant dyr, slik at en eventuell smittesammenheng kan vurderes.

Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis

Agens som patogen i matvarer

M. a. paratuberculosis er en syrefast, sentvoksende bakterie som forårsaker paratuberkulose hos drøvtyggere. Bakterien kan bl.a. skilles ut med faeces fra infiserte individer, og den overlever flere år i miljøet. Bakterien kan overleve svak varmebehandling som pasteurisering og tåler godt lav pH (20).

M. a. paratuberculosis er satt i sammenheng med Crohns sykdom hos menneske, men hvorvidt det er en årsakssammenheng er ikke avklart foreløpig (27). Aktuell smitteåte for mennesker er inntak av forurensede næringsmidler som kjøtt, melk og vann.

Forekomst hos sau og geit i Norge

M. a. paratuberculosis påvises jevnlig hos geit i Norge, selv om geitene i risikområder vaksineres mot paratuberkulose. Det norske overvåkings- og kontrollprogrammet for paratuberkulose har pågått siden 1996, i 2001 ble geit og i 2002 ble sau innlemmet i programmet (78).

Det er minst 30 geitebesetninger i Norge som er infisert med *M. a. paratuberculosis*. Hvert år slaktes geiter som er infisert i større eller mindre grad med disse bakteriene. Det tas ikke spesielle forholdsregler på slakteriene ved slaktning av slike dyr, både fordi man ofte ikke vet at dyrene er infisert, og fordi dette ikke regnes som en risiko for humanhelsen.

Bakterien er også isolert fra sau i Norge, men hvor mange besetninger som er infisert er ukjent.

Internasjonal kunnskap/erfaring

I 2006 ble det igangsatt et stort EU-prosjekt om paratuberkulose, dette prosjektet vil bidra med ny kunnskap når det gjelder den mulige sammenhengen mellom paratuberkulose og Crohns sykdom.

Konklusjon

Risikoen for at geitekjøtt i Norge er forurenset med *M. a. paratuberculosis* er relativt stor, men hvorvidt dette er av betydning for humanhelsen er usikkert.

Risikoen for at sauekjøtt er forurenset med *M. a. paratuberculosis* er trolig liten.

Kunnskapsmangler

- Forekomst av *M. a. paratuberculosis* på norskprodusert småfekjøtt og -produkter.
- Overlevelse i mangelfullt varmebehandlede, spekede produkter.
- Betydningen av *M. a. paratuberculosis* for folkehelsen er usikkert, men her er det mye internasjonal forskning hvor også Norge deltar.

Referanser

1. Aloisio F, Filippini G, Antenucci P, Lepri E, Pezzotti G, Cacciò SM, Pozio E. Severe weight loss in lambs infected with *Giardia duodenalis* assemblage B. *Vet Parasitol* 2006; 142: 154-8.
2. Alonso-Fresán MU, García-Álvarez A, Salazar-García F, Vázquez-Chagoyán JC, Pescador-Salas N, Saltijeral-Oaxaca J. Prevalence of *Cryptosporidium* spp. in asymptomatic sheep in family flocks from Mexico State. *J Vet Med* 2005; B52: 482-3.
3. Alvseike O, Skjerve E. Prevalence of a *Salmonella* subspecies *diarizonae* in Norwegian sheep herds. *Prev Vet Med* 2002; 52 (3-4): 277-85.
4. Alvseike O. "*Salmonella diarizonae*" i Norge. *Nor Vet Tidsskrift* 2004; 116 (11): 800-1.
5. Anderson BC. Moist heat inactivation of *Cryptosporidium* sp. *Am. J. Pub. Health.* 1985; 75: 1433-4.
6. Anon. Microorganisms in foods. Blackie Academic and Professional, London 1998.
7. Antal EA, Høgåsen HR, Sandvik L, Mæhlen J. Listeriosis in Norway 1977-2003. *Scand J Infect Dis* 2007; 39: 398-404.
8. Blanco J, Blanco M, Blanco JE, Mora A, Alonso M, Gonzales EA, Bernárdez MI. Epidemiology of Verocytotoxigenic *Escherichia coli* (VTEC) in ruminants. In: Duffy G, Garvey P, McDowell DA (eds.), Verocytotoxigenic *E. coli*. Food & Nutrition Press, Inc, Trumbull, Connecticut, USA. 2001; 113-48.
9. Bomfim TCB, Huber F, Gomes RS, Alves AA. Natural infection by *Giardia* sp. and *Cryptosporidium* sp. in dairy goats, associated with possible risk factors of the studied properties. *Vet Parasitol* 2005; 134: 9-13.
10. Buffolano W, Gilbert RE, Holland FJ, Fratta D, Palumbo F, Ades AE. Risk factors for recent toxoplasma infection in pregnant women in Naples. *Epidemiol Infect* 1996; 116: 347-51.
11. Caprioli A, Morabito S, Brugere H, Oswald E. Enterohaemorrhagic *Escherichia coli*: Emerging issues on virulence and modes of transmission. *Vet Res* 2005; 36: 289-31.
12. Castro-Hermida JA, Pors I, Poupin B, Ares-Mazás E, Chartier C. Prevalence of *Giardia duodenalis* and *Cryptosporidium parvum* in goat kids in western France. *Small Ruminant Res* 2004; 56: 259-264.
13. Causape AC, Quílez J, Sanchez-Acedo C, Cacho E del, López-Bernad F. Prevalence and analysis of potential risk factors for *Cryptosporidium parvum* infections in lambs in Zaragoza (Northeastern Spain). *Vet Parasitol* 2002; 104: 287-98.
14. Chalmers RM, Elwin K, Reilly WJ, Irvine H, Thomas AL, Hunter PR. *Cryptosporidium* in farmed animals: The detection of a novel isolate in sheep. *Int J Parasitology* 2002; 31: 21-6.
15. Chapman PA. Sources of *Escherichia coli* O157 and experiences over the past 15 years in Sheffield, UK. *Symp Ser Soc Appl Microbiol* 2000; (29): 51S-60S.
16. Cook AJ, Gilbert RE, Buffolano W, Zufferey J, Petersen E, Jenum PA, Foulon W, Semprini AE, Dunn DT. Sources of toxoplasma infection in pregnant women: European multicentre case-control study. European Research Network on Congenital Toxoplasmosis. *BMJ* 2000; 321: 142-7.
17. Davies RH, Dalziel R, Gibbens JC, Wilesmith JW, Ryan JM, Evans SJ, Byrne C, Paiba GA, Pascoe SJ, Teale CJ. National survey for *Salmonella* in pigs, cattle and sheep at slaughter in Great Britain (1999 - 2000). *J Appl Microbiol* 2004; 96 (4): 750-60.
18. De Boer E, Heuvelink AE. Foods as vehicles of VTEC infection. In: Duffy G, Garvey P, McDowell DA (eds.), Verocytotoxigenic *E. coli*. Trumbull: Food & Nutrition Press Inc. 2001; 181-200.
19. Díaz V, Campos M, Lozano J, Manás I, González K. Aspects of giardiasis in Granada province (Southern Spain). *Vet Parasitol* 1996; 64: 171-6.
20. Donaghy JA, Linton M, Patterson MF, Rowe MT. Effect of high pressure and pasteurization on *Mycobacterium avium* ssp. *paratuberculosis* in milk. *Lett Appl Microbiol* 2007; Aug; 45 (2): 154-9.
21. European Food Safety Authority (EFSA). The community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and foodborne outbreaks in the European Union in 2005. *The EFSA Journal* 2006; 94:1-288. ISBN 978-92-9199-046-7.
<http://www.efsa.europa.eu>.

22. European Food Safety Authority (EFSA). The community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and foodborne outbreaks in the European Union in 2005. CD-ROM data supplement. The EFSA Journal 2007b; 94.
23. Ey P L, M Mansouri, J Kulda, E Nohynkova, P T R H Andrews, G Mayrhofer. 1997. Genetic Analysis of *Giardia* from Hoofed Farm Animals Reveals Artiodactyl-Specific and Potentially Zoonotic Genotypes. J Eukaryotic Microbiol 44: 626-35.
24. Fayer R, Nerad T. Effects of low temperature on viability of *Cryptosporidium parvum* oocysts. Appl Environ Microbiol 1996; 62: 1431-3.
25. Fayer R, Trout JM, Jenkins MC. Infectivity of *Cryptosporidium parvum* oocysts stored in water at environmental temperatures. J Parasitol 1998; 84: 1165-9.
26. Fayer R, Trout JM, Nerad T. Effects of a wide range of temperatures on infectivity of *Cryptosporidium parvum* oocysts. J Eukaryot Microbiol 1996; 43, 45.
27. Feller M, Huwiler K, Stephan R, Altpeter E, Shang A, Furrer H, Pfyffer GE, Jemmi T, Baumgartner A, Egger M. *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* and Crohn's disease: A systematic review and meta-analysis. Lancet Infect Dis 2007 9: 607-13.
28. Giangaspero A, Paoletti B, Traversa D, Iorio R, Cariola F. Prevalence and molecular characterization of *Giardia duodenalis* from sheep in central Italy. Parasitol Res 2005; 96: 32-7.
29. Gjerde B. Parasittære infeksjoner. In: Granum PE (ed.). Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner. Høyskoleforlaget, Kristiansand 2007; 284-332.
30. Goma FY, Geurden T, Siwila J, Phiri IGK, Gabriel S, Claerebout E, Vercruysse J. The prevalence and molecular characterisation of *Cryptosporidium* spp. in small ruminants in Zambia. Small Ruminant Res 2007; 72: 77-80.
31. Graaf DC de, Vanopdenbosch E, Ortega-Mora LM, Abbassi H, Peeters JE. A review of the importance of cryptosporidiosis in farm animals. Int J Parasitol 1999; 29: 1269-87.
32. Hall SM, Pandit A, Golwilar A, Williams TS. How do Jains get toxoplasma infection? Lancet 1999; 354 (9177): 480-7.
33. Handeland K, Refsum T, Johansen BS, Holstad G, Knutsen G, Solberg I, Schulze J Kapperud G. Prevalence of *Salmonella* Typhimurium infection in Norwegian hedgehog populations associated with two human disease outbreaks. Epidemiol Infect 2002; 128: 523-7.
34. Harp JA, Fayer R, Pesch BA, Jackson GJ. Effects of pasteurization on infectivity of *Cryptosporidium parvum* oocysts in water and milk. Appl Environ Microbiol 1996; 62: 2866-8.
35. Hauge K. Risk factors for sporadic *Campylobacter* infection. Results from a case-control study in Trøndelag, Central Norway. Project report for the degree of Master of Science, London School of Hygiene and Tropical Medicine, Department of Public Health and Policy 1996.
36. Heier BT, Nygård K, Lassen J. Yersiniose i Norge 2006. MSIS-rapport 35: 11 www.fhi.no.
37. Heir E, Lindstedt BA, Nygård I, Vardund T, Hasseltvedt V, Kapperud G. Molecular epidemiology of *Salmonella* Typhimurium isolates from human sporadic and outbreak cases. Epidemiol Infect 2002; 128: 373-82.
38. Heir E, Lindstedt BA, Røtterud OJ, Vardund T, Kapperud G, Nesbakken T. Molecular epidemiology and disinfectant susceptibility of *Listeria monocytogenes* from meat processing plants and human infections. Int J Food Microbiol 2004; 96: 85-96.
39. Hofshagen M, Bergsjø B, Hopp P. *Salmonella diarizonae* fra dyr i Norge. Rapport, Veterinærinstituttet, Oslo 2007.
40. Hofshagen M, Nygård K, Hauge K. Zoonoserapporten 2006. Veterinærinstituttet, Oslo 2007. ISSN 1502-5713.
41. Jenum PA, Kapperud G, Stray-Pedersen B, Melby KK, Eskild A, Eng J. Prevalence of *Toxoplasma gondii* specific immunoglobulin G antibodies among pregnant women in Norway. Epidemiol Infect 1998; 120: 87-92.

42. Jenum PA. Diagnosis and epidemiology of *Toxoplasma gondii* infection among pregnant women in Norway. Research thesis for the degree of Dr. Med. National Institute of Public Health, and The Faculty of Medicine, University of Oslo 1999.
43. Johnsen G, Wasteson Y, Heir E, Berget OI, Herikstad H. *Escherichia coli* O157:H7 in faeces from cattle, sheep and pigs in the southwest part of Norway during 1998 and 1999. *Int J Food Microbiol* 2001; 65: 193-200.
44. Johnsen G, Zimmermann 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; 1-6 from: <http://www.actavetscand.com/content/1/1/4>.
45. Kapperud G, Andersson Y, Arneborn M. Kasus-kontroll-undersøkelse av *Listeria*-infeksjon. TemaNord, Nordisk ministerråd, København 2000; 502.
46. Kapperud G, Espeland G, Wahl E, Walde A, Herikstad H, Gustavsen S, Tveit I, Natås O, Bevanger L, Digranes A. Factors associated with increased and decreased risk for *Campylobacter* infection: a prospective case-control study in Norway. *Am J Epidemiol* 2003; 158: 234-42.
47. Kapperud G, Jenum PA, Stray-Pedersen B, Melby KK, Eskild A, Eng J. Risk factors for *Toxoplasma gondii* infection in pregnancy: Results of a prospective case-control study in Norway. *Am J Epidemiol* 1996; 144: 405-12.
48. Kapperud G, Lassen J, Hasseltvedt V. *Salmonella* infections in Norway: Descriptive epidemiology and a case-control study. *Epidemiol Infect* 1998; 121: 569-77.
49. Kapperud G, Lassen J, Lauwers S, Rosef O. Serotyping and biotyping of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* from sporadic cases and outbreaks in Norway. *J Clin Microbiol* 1984; 19: 157-60.
50. Kapperud G, Lassen J, Stenwig H. Epidemiology of *Salmonella typhimurium* O:4-12 in Norway: Evidence of transmission from an avian wildlife reservoir. *Am J Epidemiol* 1998; 147: 774-82.
51. Kapperud G, Rosef O. Avian wildlife reservoir of *Campylobacter fetus* subsp. *jejuni*, *Yersinia* spp., and *Salmonella* spp. in Norway. *Appl Environ Microbiol* 1983; 45: 375-80.
52. Kapperud G, Skjerve E, Bean NH, Ostroff SM, Lassen J.. Risk factors for sporadic *Campylobacter* infections: results of a case-control study in southeastern Norway. *J Clin Microbiol* 1992; 30: 3117-21.
53. Kapperud G, Slome SB. *Yersinia enterocolitica* infections. In: Evans AS, Brachman PS (eds.). *Bacterial infections of humans*. 3rd ed. Plenum Publishing Corporation, New York, USA 1998; 859-73.
54. Kapperud G. *Campylobacter*. In: Granum PE (ed.). *Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner*. Høyskoleforlaget, Kristiansand 2007; 83-97.
55. Kapperud G. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner – Forekomst og betydning. In: Granum PE (ed.). *Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner*. Høyskoleforlaget, Kristiansand. 2007; 27-47.
56. Kapperud G. *Salmonella*. In: Granum PE (ed.) *Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner*. Høyskoleforlaget, Kristiansand 2007; 117-135.
57. Kapperud G. *Yersinia enterocolitica*. In: Granum PE (ed.). *Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner*. Høyskoleforlaget, Kristiansand 2007; 165-77.
58. Karanis P, Plutzer J, Halim NA, Igori K, Nagasawa H, Ongerth J, Liqing M. Molecular characterization of *Cryptosporidium* from animal sources in Qinghai province of China. *Parasitol Res* 2007; 101: 1575-80.
59. Lassen J, Heir E. Innenlandsk utbrudd av infeksjon forårsaket av enterohemoragisk E. coli (EHEC) sommeren 1999. MSIS-rapport 1999; 7: 43.
60. Lindstedt BA, Brandal., Aas L, Vardund T, Kapperud G. Study of polymorphic variable-number of tandem repeats loci in the ECOR collection and in a set of *Escherichia coli* and *Shigella* isolates for use in a genotyping assay. *J Microbiol Methods* 2007 Apr; 69 (1): 197-205. Epub 2007 Jan 13.

61. Lindstedt BA, Heir E, Vardund T, Melby KK, Kapperud G. Comparative fingerprinting analysis of *Campylobacter jejuni* subsp. *jejuni* strains by amplified-fragment length polymorphism genotyping. *J Clin Microbiol* 2000; 38: 3379-87.
62. Lindstedt BA, Tham W, Danielsson-Tham ML, Vardund T, Kapperud G. Multiple-locus variable-number tandem-repeats analysis of *Listeria monocytogenes* using multicolour capillary electrophoresis and comparison with pulsed-field gel electrophoresis typing. *J Microbiol Methods* 2007 (accepted for publication).
63. Lindstedt BA, Torpdahl M, Møller Nielsen E, Vardund T, Aas L, Kapperud G. Harmonization of the multiple-locus variable-number tandem repeat analysis method between Denmark and Norway for typing *Salmonella* Typhimurium isolates and closer examination of the VNTR loci. *J Appl Microbiol* 2007; 102: 728-35.
64. Lindstedt BA, Vardund T, Aas L, Kapperud G. Multiple-locus variable-number tandem-repeats analysis of *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Typhimurium using PCR multiplexing and multicolor capillary electrophoresis. *J Microbiol Methods* 2004; 59: 163-72.
65. Lindstedt BA, Vardund T, Kapperud G. Multiple-locus variable-number tandem-repeats analysis of *Escherichia coli* O157 using PCR multiplexing and multi-colored capillary electrophoresis. *J Microbiol Methods* 2004; 8: 213-22.
66. Lunden A, Uggla A. Infectivity of *Toxoplasma gondii* in mutton following curing, smoking, freezing or microwave cooking. *Int J Food Microbiol* 1992; 15: 357-63.
67. Lyngstad T, Hopp P, Hofshagen M, Bergsjø B, Bruheim T, Eikenæs O, Flesjå K, Øvsthus B. The surveillance and control programmes for *Salmonella* in live animals, eggs and meat in Norway. In: Brun E, Hellberg H, Sviland S, Jordsmyr HM (eds.). Surveillance and control programmes for terrestrial and aquatic animals in Norway. Annual report 2006. National Veterinary Institute, Oslo, Norway 2007; 21-9.
68. Majewska AC, Werner A, Sulima P, Luty T. Prevalence of *Cryptosporidium* in sheep and goats bred on five farms in west-central region of Poland. *Vet Parasitol* 2000; 89: 269-75.
69. Martinez I, Rørvik LM, Brox V, Lassen J, Seppola M, Gram L, Fonnesbech-Vogel B. Genetic variability among isolates of *Listeria monocytogenes* from food products, clinical samples and processing environment, estimated by PAPD typing. *Int J Food Microbiol* 2003; 84: 285-97.
70. McEvoy JM, Moriarty EM, Duffy G, Sheridan JJ, Blair IS, McDowell D. Effect of a commercial freeze/tempering process on the viability of *Cryptosporidium parvum* oocysts on lean and fat beef trimmings. *Meat Sci* 2004; 67: 559-64.
71. Meldal H, Nygård K, Heier B, Hadju A. Varsler om mistenkte utbrudd av sykdommer i Norge 2006. MSIS-rapport 2007; 35: 5. www.fhi.no.
72. Meng J, Doyle MP. Microbiology of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in foods. In: Kaper JB, O'Brien AD (eds.), *Escherichia coli* O157:H7 and other Shiga toxin-producing *E. coli* strains. Am Soc Microbiol, Washington DC, 1998; 92-108.
73. Milnes AS, Stewart I, Clifton-Hadley FA, Davies RH, Newell DG, Sayers AR, Cheasty T, Cassar C, Ridley A, Cook AJC, Evans SJ, Teale CJ, Smith RP, McNally A, Toszeghy M, Futter R, Kay A, Paiba GA. 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* 2007; Jul 26: 1-13. Epub ahead of print.
74. Nesbakken T, Kapperud G, Caugant DA. Contamination pathways of *Listeria monocytogenes* in the meat processing industry. *Int J Food Microbiol* 1996; 31: 161-71.
75. Noordeen F, Faizal ACM, Rajapakse RPVJ, Horadagoda NU, Arulkanthan A. Prevalence of *Cryptosporidium* infection in goats in selected locations in three agroclimatic zones of Sri Lanka. *Vet Parasitol* 2000; 93: 95-101.
76. Noordeen F, Faizal ACM, Rajapakse RPVJ, Horadagoda NU, Arulkanthan A. Excretion of *Cryptosporidium* oocysts by goats in relation to age and season in the dry zone of Sri Lanka. *Vet Parasitol* 2001; 99: 79-85.

77. Nordmark M. Kasting hjå sau – med hovudvekt på toksoplasmose. Fordjupingsoppgåve, Norges veterinærhøgskole, Oslo 2001.
78. Nyberg O, Djønne B. The surveillance and control programme for paratuberculosis in Norway 2002. Report, National Veterinary Institute, Oslo, Norway 2002.
79. Nygård K, Schimmer B, Søbstad O, Walde AK, Tveit I, Langeland N, Hausken T, Aavitsland P. A large community outbreak of waterborne giardiasis - delayed detection in a non-endemic urban area. BMC Public Health 2006; 6: 141.
80. Nygård K, Vold L, Robertson L, Lassen J. Underdiagnostiseres innenlandssmittede *Cryptosporidium*- og *Giardia*-infeksjoner i Norge? Tidsskrift for Den norske lægeforening 2003; 123: 3406-9.
81. Nygård K, Vold L, Stavnes TL, Lassen J. Salmonellose i Norge 2006. MSIS-rapport 2007; 35: 6. www.fhi.no.
82. Olson ME, Thorlakson CL, Deselliers L, Morck DW, McAllister TA. *Cryptosporidium* and *Giardia* infections in Canadian farm animals. Vet Parasitol 1997a; 68: 375-81.
83. Ostroff SM, Kapperud G, Hutwagner LC, Nesbakken T, Bean NH, Lassen J, Tauxe RV. Sources of sporadic *Yersinia enterocolitica* infections in Norway: a prospective case-control study. Epidemiol Infect 1994; 112: 133-41.
84. Ramirez NE, Ward LA, Sreevatsan S. A review of the biology and epidemiology of cryptosporidiosis in humans and animals. Microbes Infect 2004; 6: 773-85.
85. Refsum T, Handeland K, Baggesen DL, Holstad G, Kapperud G. *Salmonella* infections in avian wildlife in Norway 1969-2000. Appl Environ Microbiol 2002; 68: 5595-9.
86. Refsum T. *Salmonella* infections in wild-living birds and hedgehogs in Norway. Research thesis for the degree of Dr. Med. Vet., Norwegian School of Veterinary Science and National Veterinary Institute, Oslo 2003.
87. Robertson L, Hermansen JL, Gjerde BK. Occurrence of *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts in sewage in Norway. Appl Environ Microbiol 2006; 72: 5297-303.
88. Robertson L, Gjerde JB, Forberg T, Haugejorden G, Kielland C. A small outbreak of human cryptosporidiosis associated with calves at a dairy farm in Norway. Scand J Infect Dis 2006; 38: 810-3.
89. Robertson LJ, Campbell AT, Smith HV. Survival of *Cryptosporidium parvum* oocysts under various environmental pressures. Appl Environ Microbiol 1992; 58: 3494-500.
90. Rørvik LM, Aase B, Alvestad T, Caugant DA. Molecular epidemiological survey of *Listeria monocytogenes* in broilers and poultry products. J. Appl. Microbiol. 2003; 94: 633-40.
91. Rørvik LM, Aase B, Alvestad T, Caugant DA. Molecular epidemiological survey of *Listeria monocytogenes* in seafoods and seafood-processing plants. Appl Environ Microbiol 2000; 66: 4779-84.
92. Rosef O, Kapperud G, Lauwers S, Gondrosen B. Serotyping of *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli*, and *Campylobacter lariidis* from domestic and wild animals. Appl Environ Microbiol 1985; 49: 1507-10.
93. Ryan UM, Bath C, Robertson I, Read C, Elliot A, McInnes L, Traub R, Besier B. Sheep May Not Be an Important Zoonotic Reservoir for *Cryptosporidium* and *Giardia* Parasites. Applied Env Microbiol 2005; 71 (9): 4992-7.
94. Schimmer B and the outbreak investigation team. Outbreak of haemolytic uraemic syndrome in Norway: update. 2006 Euro Surveill 11: 4.
95. Schimmer B, Nygård K, Eriksen HM, Lassen J, Lindstedt BA, Brandal LT, Kapperud G, Aavitsland P. Outbreak of haemolytic uraemic syndrome in Norway caused by stx2a-positive *Escherichia coli* O103:H25 traced to cured mutton sausages. Manuscript submitted.
96. Skjerve E, Tharaldsen J, Waldeland H, Kapperud G, Nesbakken T. Risk factors for the presence of antibodies to *Toxoplasma gondii* in Norwegian slaughter lambs. Prev Vet Med 1998; 35: 219-27.

97. Skjerve E, Waldeland H, Nesbakken T, Kapperud G. Antibodies to *Toxoplasma gondii* in Norwegian slaughtered sheep, pigs and cattle. Bull Scand Soc Parasitol 1996; 6: 11-7.
98. Smith, HV, Nichols RAB, Mallon M, Macleod A, Tait A, Reilly WJ, Browning LM, Gray D, Reid SWJ, Wastling JM. Natural *Cryptosporidium hominis* infections in Scottish cattle. Vet Rec 2005; 156: 710-1.
99. 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.
100. Sæbø A. *Yersinia enterocolitica* infection in Norway. A study on prevalence, epidemiology, and acute and chronic manifestations. Research thesis for the degree of Dr. Med. Institute of Surgery, University of Bergen 1995.
101. Taminelli V, Eckert J. The frequency and geographic distribution of *Giardia* infections in ruminants in Switzerland. [På tysk]. Schweiz Arch Tierheilkd 1989; 131: 251-8.
102. Thorstensen Brandal L, Lindstedt BA, Aas L, Stavnes TL, Lassen J, Kapperud G. Octaplex PCR and fluorescence-based capillary electrophoresis for identification of human diarrheagenic *Escherichia coli* and *Shigella* spp. J Microbiol Methods 2007; 68: 331-41.
103. Timoney JF, Gillespie JH, Scott FW, Barlough JE. Hagan and Bruner's microbiology and infectious diseases of domestic animals. 8. utgave. Cornell University Press, Ithaca, 1992.
104. Torpdahl M, Sørensen G, Lindstedt BA, Møller Nielsen E. Tandem repeat analysis for surveillance of human *Salmonella* Typhimurium infections. Emerging Infectious Diseases 2007; 13: 388-95.
105. Urdahl AM, Alvseike O, Skjerve E, Wasteson Y. Shiga toxin genes (stx) in Norwegian sheep herds. Epidemiol Infect 2001; 127 (1): 129-34.
106. Urdahl AM, Beutin L, Skjerve E, Wasteson Y. Serotypes and virulence factors of shiga toxin-producing *Escherichia coli* isolated from healthy Norwegian sheep. J Appl Microbiol 2002; 93: 1026-33.
107. Urdahl AM, Beutin L, Skjerve E, Zimmermann S, Wasteson Y. Animal-host associated differences in shiga toxin-producing *Escherichia coli* isolated from sheep and cattle on the same farm. J Appl Microbiol 2003; 95: 92-101.
108. Urdahl AM, Cudjoe K, Wahl E, Heir E, Wasteson Y. Isolation of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O103 from sheep using automated immunomagnetic separation (AIMS) and AIMS-ELISA: Sheep as the source of a clinical *E. coli* O103 case? Lett Appl Microbiol 2002; 35: 218-22.
109. Urdahl AM. Epidemiology of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in Norwegian sheep and cattle. Norwegian School of Veterinary Science, Oslo, Norway 2002.
110. Villacorta I, Ares-Mazas E, Lorenzo MJ. *Cryptosporidium parvum* in cattle, sheep and pigs in Galicia (N.W. Spain). Vet Parasitol 1991; 38: 249-52.
111. Vold L, Johansen BK, H Kruse, E Skjerve, and Y Wasteson. Occurrence of shigatoxinogenic *Escherichia coli* O157 in Norwegian cattle herds. Epidemiol Infect 1998; 120: 21-8.
112. Vold, L., K. Nygård & J. Lassen. 2007. EHEC-infeksjoner i Norge 2006. MSIS-rapport 35: 11 www.fhi.no.
113. Vold, L., K. Nygård & G. Kapperud. 2007. Listeriose i Norge 2006. MSIS-rapport 35: 3 www.msis.no.
114. Wahl E, Bevanger L. Utbrudd av giardiasis i en barnehage i Trondheim. Tidsskrift for Den norske lægeforening 2007; 127: 184-6.
115. Waldeland H. Toxoplasmosis in sheep. The relative importance of the infection as a cause of reproductive loss in sheep in Norway. Acta Vet Scand 1976; 17: 412-25.
116. Warnekulasuriya MR, Johnson JD, Holliman RE. Detection of *Toxoplasma gondii* in cured meats. Int J Food Microbiol 1998; 45: 211-5.
117. Wasteson Y, Johannessen GS, Bruheim T, Urdahl AM, O'sullivan K, Rørvik LM. Fluctuations in the occurrence of *Escherichia coli* O157:H7 on a Norwegian farm. Lett Appl Microbiol 2005; 40: 373-7.
118. Xiao L. *Giardia* infection in Farm Animals. Parasitol Today 1994; 10: 436-8.

Delrapport III · 13/2007



Kunnskapsstatus knyttet til mattrygghet og smittespredning

— Kjøtt og kjøttprodukter fra svin

*Bjørn Lium
Kofitsyo Cudjoe
Berit Djønne
Inger Sofie Hamnes
Merete Hofshagen
Anne Margrete Urdahl*

*Georg Kapperud
Karin Nygård
Petter Elstrøm
Line Vold
Berit Tafjord Heier
Preben Aavitsland*



Veterinærinstituttet
National Veterinary Institute

 **folkehelseinstituttet**

Innhold

Innhold	66
Sammendrag og konklusjoner	67
Innledning.....	69
De vurderte agens.....	70
<i>Salmonella</i>	70
<i>Campylobacter</i>	72
<i>Listeria</i>	74
Verotoksinproduserende <i>E. coli</i> (VTEC)	76
<i>Yersinia</i>	78
<i>Mycobacterium avium</i>	80
<i>Toxoplasma</i>	82
<i>Trichinella</i>	84
<i>Giardia</i> og <i>Cryptosporidium</i>	85
Meticillinresistente <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA)	87
Hepatitis E - virus	89
<i>Streptococcus suis</i> type 2	89
Referanser	90

Sammendrag og konklusjoner

Rapporten omtaler viktige trekk ved de mest aktuelle mikroorganismene, som ved smitte via svinekjøtt, kan gi opphav til matbårne infeksjoner hos mennesker (tabell 1). Det omtales forhold av betydning for forekomsten av agens i svinekjøtt og produkter av svinekjøtt. For hver mikrobe gis det en vurdering av risiko for at mennesker skal eksponeres for agens ved konsum av svinekjøtt eller produkter av svinekjøtt, og det pekes på områder hvor det mangler kunnskap som kan være viktig grunnlag for sikrere diagnostikk, risikovurderinger og forebyggende tiltak.

Slakting av svin kan ikke gjennomføres uten en viss fare for forurensning av slakteskroten med mikrober som finnes i avføring eller på hud og slimhinner. For enkelte smittestoffer er det dessuten betydelig risiko for kontaminering fra omgivelsene under produksjonsprosessen, lagring og tilberedelse.

For de fleste smittestoffer har rutiner for hygiene ved slakting av svin og bearbeiding og lagring av produktene stor betydning for forekomsten av smitteoverføring til mennesker via svinekjøtt og produkter med svinekjøtt.

Rapporten identifiserer særlig *Y. enterocolitica* og i mindre grad *Toxoplasma gondii* og *Campylobacter* som agens med størst sannsynlighet for spredning av smitte til mennesker via norskprodusert svinekjøtt. Nyere forskning indikerer at det kan være relevant å utrede om det er praktisk og økonomisk mulig å etablere og opprettholde svinebesetninger som er dokumentert fri for humanpatogene mikrober som for eksempel *Yersinia*, *Salmonella*, *Toxoplasma* og *Trichinella*.

Overgang til mer oppdrett av utegående slaktesvin (økologisk produksjon) kan gi økt forekomst av agens som *Salmonella*, *Yersinia*, *Toxoplasma* og trikiner hos norske svin, og derved økt sannsynlighet for at slike agens forekommer i norskprodusert svinekjøtt.

Internasjonal litteratur indikerer at en ut fra zoonotiske betraktninger bør undersøke status med henblikk på forekomst av Meticillinresistente *Staphylococcus aureus* (MRSA) og hepatitis E-virus hos svin her i landet.

Tabell 1. Kort karakteristikk av utvalgte agens som kan smitte til mennesker via norskprodusert svinekjøtt eller produkter av svinekjøtt.

Agens	Forekomst hos svin i Norge	Sannsynlighet for forekomst i svinekjøtt	Kommentarer
<i>Salmonella</i> spp.	Meget lav	Liten	Norskprodusert svinekjøtt har ikke vært identifisert som smittekilde ved salmonellose hos mennesker her i landet. <i>Salmonella</i> i kjøtt har imidlertid potensiale til å forårsake alvorlige og omfattende sykdomsutbrudd.
<i>Campylobacter</i> spp. (termofile)	Vanlig (<i>C. coli</i>)	Liten	Konsum av ufullstendig varmebehandlet svinekjøtt er vist å øke faren for campylobacteriose.
<i>Listeria monocytogenes</i>	Lav	Liten	<i>Listeria</i> i kjøttprodukter er først og fremst et hygienisk problem relatert til i produksjonsbedriftene.
<i>E. coli</i> (Verotoxinproduserende, VTEC)	Mangelfull dokumentasjon	Liten	Svinekjøtt er ikke identifisert som årsak til smittet med VTEC til mennesker her i landet. VTEC-infeksjoner representerer en spesiell utfordring på grunn av faren for alvorlige komplikasjoner.
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Vanlig i mange norske svinebesetninger	Middels til stor	Svin er det eneste husdyret som er hyppig bærer av humanpatogene varianter av <i>Y. enterocolitica</i> , og konsum av svinekjøtt er en betydelig risikofaktor for yersiniose hos mennesker her i landet.
<i>Mycobacterium avium</i>	En viss utbredelse	Mangelfull kunnskap	Det er isolert nærbeslektede <i>M. avium</i> hos mennesker og svin. Usikkert om de smittes fra samme kilde eller om de smitter hverandre.
<i>Toxoplasma gondii</i>	Lav forekomst i innendørs svineproduksjon. Mulig høyere forekomst hos svin som går ute	Liten	Konsum av rått svinekjøtt og rå farseprodukter er forbundet med økt sannsynlighet for smitte med <i>T. gondii</i> .
<i>Tricinellosis spiralis</i>	Svært lav. Obs ved svin som går ute	Neglisjerbar	Sannsynligheten for smitte til mennesker anses neglisjerbar ved dagens produksjons- og kontrollsystemer.
<i>Giardia</i> og <i>Cryptosporidium</i>	Forekommer, særlig hos unge svin	Neglisjerbar	Smitte gjennom konsum av kjøttvarer kontaminert med <i>Cryptosporidium</i> eller <i>Giardia</i> er ikke dokumentert i Norge.
Meticillinresistente <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA)	Ikke kartlagt	Ukjent	Forekomsten hos svin i Norge bør kartlegges. Det antas å være liten fare for smitte med MRSA via matvarer.
Hepatitis E virus	Ukjent	Ukjent	Ukjent forekomst og betydning.
<i>Streptococcus suis</i> type 2	Forekommer, mangelfull dokumentasjon	Neglisjerbar / liten	Sporadiske tilfeller av smitte til mennesker internasjonalt. Ofte under spesielle forhold og sjelden via svinekjøtt.
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	Vanlig	Neglisjerbar	Sporadiske hudinfeksjoner hos personer som håndterer svinekjøtt.
<i>Leptospira</i> (pomona mfl)	<i>L. Pomona</i> ikke påvist, positiv serologi for Bratislava i 20 % av besetningene	Neglisjerbar	Omtales ikke.
<i>Brachyspira pilosicoli</i>	Vanlig	Neglisjerbar	Usikkert om stammer fra svin er humanpatogene. Omtales ikke nærmere.
Svineinfluensa	Forekommer ikke per dd	Neglisjerbar	Omtales ikke.

Innledning

Et stort antall agens, både parasitter, bakterier og virus som forekommer hos svin kan teoretisk overføres til mennesker, enten ved direkte kontakt med svin, eller via svinekjøtt og produkter med svinekjøtt (1). Noen av de mest aktuelle agens er listet i tabell 1. Flere av disse forekommer hyppig i avføring fra svin eller på slimhinner og hud. For å unngå smittespredning fra svin til mennesker via matvarer er det viktig at forekomsten av zoonotiske agens holdes så lavt som mulig ute i svinebesetningene og at det praktiseres gode rutiner for hygiene både under slakteprosessen og den videre håndteringen og lagring av produktene helt frem til de spises.

I en oversiktartikkel om zoonotiske agens hos svin ble det angitt at det, basert på dagens kunnskap, kun er *Salmonella* som via produkter fra svin har potensiale til å forårsake alvorlige sykdomsutbrudd hos et stort antall mennesker (1).

En må være åpen for at ny kunnskap og/eller endringer i mikroorgansimenes egenskaper kan gjøre at en i fremtiden endrer syn på hvilke agens som har stor zoonotisk betydning. Et eksempel på det er forekomst av nye, multiresistente varianter av patogene mikrober som Meticillinresistente *Staphylococcus aureus* (MRSA). Endringer av driftsformer, f eks mer utedrift kan også påvirke forekomsten av zoonotiske agens hos svin (*Salmonella*, *Toxoplasma*, trikiner).

De vurderte agens

Salmonella

Agens som patogen i matvarer

Salmonellose er en sykdom hos dyr og mennesker forårsaket av bakterier innenfor slekten *Salmonella*. Det finnes over to tusen ulike varianter av salmonellabakterier, og de fleste kan gi sykdom hos mange arter inkludert menneske. Både mennesker og dyr kan være friske smittebærere som skiller ut bakteriene med avføringen. *Salmonella* kan oppformeres i matvarer under lagring og overlever godt frysing. Det skjer lett krysskontaminering til nye matvarer underveis i matvarekjeden inkludert under matlaging hos forbruker. Salmonellabakteriene har stor evne til å etablere seg i miljøet og det kreves omfattende hygienetiltak hvis de først er introdusert, for eksempel i en husdyrbesetning eller en kjøttbedrift.

Forekomst hos svin i Norge

Det norske "Overvåkings- og kontrollprogrammet for *Salmonella* på levende dyr" og "Overvåkings- og kontrollprogrammet for *Salmonella* i ferskt kjøtt og ferskt fjørfekjøtt", har siden 1995/96 dokumentert at Norge, sett i internasjonal sammenheng, har svært lav forekomst av salmonellabakterier både hos levende svin og i produkter fra svin. Det blir årlig undersøkt ca 6000 prøver fra slakteskrotter (lymfeknuter og overflatesvabre) og forekomsten av *Salmonella* i disse prøvene har hvert år vært under 0,1 % (96). I den nylig gjennomførte "EU-Baselinestudien" på slaktesvin (oktober 2006 – september 2007) var én av de 408 prøvene positiv for *Salmonella* (60). *S. Typhimurium* er den hyppigst isolerte *Salmonella* hos levende svin og i produkter av svin (52). Ville småfugler regnes som det viktigste reservoaret for den varianten av *S. Typhimurium* som påvises hyppigst hos svin her i landet. Andre *Salmonella*-typer som har vært isolert fra svin i Norge etter 1995 er *S. Agona*, *S. Bareilly*, *S. Diarizona*, *S. Infantis*, *S. Hadar*, *S. Hessarek* og *S. Saintpaul*. Salmonellabakterier har ikke vært assosiert med utbrudd av sykdom hos svin her i landet på flere 10-år.

Internasjonal kunnskap/erfaring

Bortsett fra Danmark, Finland og Sverige er det i de fleste land i EU svært mangelfull dokumentasjon på forekomsten av *Salmonella* hos svin og i produkter av svin. Anvendte metoder både for prøvetaking og analyser varierer mye så det er vanskelig å sammenligne resultatene fra ulike land (26). Ved overflatesvabring av svineskrotter ble det i Belgia påvist *Salmonella* i 9,3 % av prøvene. Ved undersøkelse av skrotter ved nedskjæring varierte funnene fra 0 % i mange land til 7,3 % i Belgia, 16,7 % i Portugal og 18,4 % i Irland. I bearbejdede produkter og ferdige produkter varierte forekomsten av positive prøver fra 0 til 6,5 % (Belgia), 8,3 % (Italia) og 12,5 % (Hellas). I to omfattende engelske undersøkelser ble det påvist *Salmonella* i tarminnhold hos 23 % av grisene og ved overflatesvabring hos 5,3 % (19, 103). Alexander *et al.* (1) angir at det er sjelden de svineadapterte variantene *S. Choleraesuis* og *S. Derby* smitter til mennesker via matvarer.

Spesielle risikoforhold

Småfugler fungerer som reservoar for de varianter av *S. Typhimurium* som påvises hyppigst hos svin her i landet. All kontakt mellom fugler og svin, enten direkte i grisehuset eller indirekte via fôr representerer en smitterisiko. Økning i andelen griser som oppdrettes ute kan derfor føre til økt forekomst av *Salmonella* i svinekjøtt.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Siden århundreskiftet er det årlig blitt meldt mellom 1500 og 2000 tilfeller av salmonellose til Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS); i 2006 1813 tilfeller (39 per 100 000 innbyggere) (126). Siden mange tilfeller av akutte gastroenteritter ikke får en etiologisk diagnose, er det faktiske antallet rammede personer atskillig høyere (73). Om lag 80-90 % av pasientene har ervervet sykdommen i utlandet slik at det endemiske nivå i Norge er svært lavt sammenlignet med de fleste andre europeiske land (74). Det isoleres hvert år 70-90 ulike serovarianter av *Salmonella* fra norske pasienter; de to vanligste er *S. Enteritidis* (50-60 %) og *S. Typhimurium* (10-20 %). Førstnevnte er nesten alltid ervervet i andre land der

bakterien er blitt vanlig i egg- og fjørfeprodukter. *S. Typhimurium* er den eneste serovarianten som har et innenlands reservoar av betydning, nemlig villfugl og piggsvin (44, 67, 69, 130, 131). De aller fleste sykdomstilfellene av salmonellose er sporadiske, men i perioden 2005-2007 ble det registrert 24 utbrudd av salmonellose, hvorav fire skyldtes smitte i utlandet (99).

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Etterforskningen av utbrudd, kasus-kontrollundersøkelser i befolkningen og fortløpende sammenlikning av alle salmonellastammer fra mennesker, dyr, mat, fôr og miljø (49, 88, 89, 150) gir kunnskap om smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker. En rekke matvarer, som oftest importerte, har forårsaket utbrudd av salmonellose; norske svineprodukter har ikke hatt betydning. *Salmonella*, oftest *S. Typhimurium*, påvises en gang i blant fra norske husdyr og kjøttvarer, men dette fører sjelden til sykdomstilfeller hos mennesker som med sikkerhet kan knyttes til slike funn, med unntak av enkelte tilfeller blant personer som har hatt kontakt med dyrene. Halvparten av tilfellene av *S. Typhimurium*-infeksjon skyldes innenlands smitte fra reservoaret i piggsvin og villfugl (44, 67). En kasus-kontrollundersøkelse fra 1993-94 viste at konsum av fjørfeprodukter kjøpt under handleturer i Danmark eller Sverige var forbundet med økt risiko for salmonellose (65). Det kunne ikke påvises noen risiko knyttet til norskprodusert svin.

Konklusjon

Det er liten sannsynlighet for at norskprodusert svinekjøtt inneholder *Salmonella*. Denne vurderingen er begrunnet i den lave forekomsten av *Salmonella* i prøver fra svin og svineprodukter slik det gjennom mange år er dokumentert i overvåkingsprogrammene for *Salmonella*. Forekomsten av *Salmonella* kan være høyere hos svin som oppdrettes ute.

Salmonellose hos mennesker er i hovedsak enten importert (reise eller importvarer) eller forårsaket av endemiske varianter av *S. Typhimurium*, som smitter via ville småfugl, piggsvin eller drikkevann. Norskproduserte kjøttvarer har sjelden vært identifisert som smittekilde for utbrudd eller sporadiske tilfeller av salmonellose.

Kunnskapsmangler

- Kostnadseffektiv overvåking av salmonellasituasjonen i norsk svineproduksjon.
- Adekvate verktøy for karakterisering av salmonellaisolater hos husdyr, som grunnlag for epidemiologisk sporing av smitte til og fra husdyr og husdyrprodukter.
- Kunnskap om overlevelse av *Salmonella*-bakterier i produksjonsbedrifter med søkelys på biofilm.
- Kunnskap om reell sykdomsforekomst i befolkningen, inkludert om legers prøvetakingspraksis.
- Oppdaterte kunnskaper om risikofaktorer for sykdom hos mennesker.
- Bedre DNA-baserte metoder til å avdekke smittekilder, i og utenfor utbrudd, må utvikles.

Campylobacter

Agens som patogen i matvarer

Infeksjon med *Campylobacter* spp. er den vanligste årsaken til mage-tarminfeksjoner hos mennesker både i EU og i Norge (26, 52). Det er særlig såkalte termofile *Campylobacter* spp., i første rekke *C. jejuni* og i noe mindre grad *C. coli*, som forårsaker sykdom (campylobakteriose) hos mennesker.

Termofile *Campylobacter* spp. er vidt utbredt i naturen. Det naturlige reservoaret er tarmtraktus hos ville og domestiserte fugler og pattedyr og disse er ofte friske smittebærere. Bakteriene skilles ut med avføring og det kan oppstå kontaminering av slakteskrotter, kjøttvarer, upasteuriserte melk og melkeprodukter, grønsaker og vann. Termofile *Campylobacter* spp. oppformerer ikke i matvarer og tåler dårlig frysing/tining og tørking. Det betyr for eksempel at det er lite *Campylobacter* som gjenfinnes etter at slakteskrotter av storfe/småfe/gris har hengt på kjøll (4, Nesbakken upubliserte data). Det skal imidlertid få bakterier til for at sykdom utvikles (lav infektiv dose).

Forekomst hos svin i Norge

I en norsk undersøkelse ble *Campylobacter* spp påvist i prøver fra bakre tarmavsnitt på alle undersøkte griser, og fra tonsiller hos 67 % av grisene (107). Langt de fleste isolatene var *C. coli*, men det var også noen *C. jejuni* og *C. lari*. I en annen undersøkelse ble *C. coli* påvist i 57 % av prøver tatt fra slakteskrottene umiddelbart etter kjøttkontrollen og fjerning av hodet. Etter sjokkfrysning ble det påvist *C. coli* i kun 1,7 % av prøvene fra de samme skrottene. *Campylobacter* spp. ble ikke påvist i prøver tatt av kjøtt fra de samme skrottene etter utbeining og kjøling med CO₂ (Nesbakken upublisert). I en undersøkelse fra midten av 1980-tallet ble det ikke påvist *Campylobacter* spp. i prøver fra produkter av svin (108). Resultatene fra disse undersøkelsene indikerer at *Campylobacter* spp har liten evne til å overleve på svineskrotter og at mengden avtar under kjøling og lagring.

Internasjonal kunnskap/erfaring

Termofile *Campylobacter* spp påvises svært hyppig i avføring fra friske svin og regnes av mange som en del av normalfloraen, men svin synes ikke å være viktig reservoar for *C. jejuni* (120, 127, 156). Det angis at mangelfull sensitivitet på metodene som brukes kan bidra til underestimert forekomst av *C. jejuni* hos svin. Det er mange undersøkelser som viser at det er *C. coli* som dominerer hos svin. I en nylig publisert undersøkelse ble det konkludert med at *C. coli* fra gris ikke synes å være viktig årsak til infeksjoner hos mennesker i Danmark (91). Det diskuteres om stammer av *C. jejuni* isolert fra svin er humanpatogene eller ikke (1).

Det er lite dokumentasjon for forekomst av *Campylobacter* spp i ferskt svinekjøtt i EU, og de få undersøkelsene som er gjort indikerer meget lav forekomst på slakteskrotter og ennå lavere forekomst i lagrede og bearbejdede produkter (26). Det synes derfor som *Campylobacter* dør ut under lagring og håndtering.

En omfattende belgisk undersøkelse over forekomsten av termofile *Campylobacter* spp. i ulike stadier av slakteprosessen og ulike produkter fra fjørfe, svin og storfe konkluderte med at svinekjøtt og produkter med svinekjøtt sjelden er forurensset med termofile *Campylobacter* spp og at infeksjonsnivået i infiserte partier var lav (34). Et overraskende funn i denne undersøkelsen var at 75 % av isolatene fra svinekjøtt/-produkter var *C. jejuni*. Det blir forklart med at det meste skyldes krysskontaminering under produksjonen siden *C. jejuni* sjelden påvises i avføring fra svin.

Spesielle risikoforhold

Campylobacter spp. er vanlig forekommende i tonsiller og tarminnhold hos svin. Det stillet store krav til riktig teknikk ved slakting og kjøttkontroll, spesielt ved uttak av fordøyelsestraktus og inspeksjon/fjerning av hode med tunge og tonsiller.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) registrerer årlig 2500-3000 tilfeller av campylobacteriose; i 2006 2593 tilfeller (55 per 100 000 innbyggere) (47). Siden mange tilfeller av akutte gastroenteritter ikke får en etiologisk diagnose, er det faktiske antallet rammede personer atskillig høyere (73). Om lag 50-60 % av de norske pasientene er smittet i utlandet (72). Antallet tilfeller av både innenlands- og utenlandssmitte har økt betydelig i Norge og flere andre land siden tidlig på 1990-tallet; årsaken er ukjent. *C. jejuni* er ansvarlig for ca. 90 % av tilfellene, mens bare ca. 10 % skyldes *C. coli*. De aller fleste sykdomstilfellene av campylobacteriose er sporadiske, men i perioden 2005-2007 ble det registrert 12 utbrudd av campylobacteriose, alle med smitte i Norge (99).

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Etterforskningen av utbrudd og kasus-kontrollundersøkelser i befolkningen og gir kunnskap om smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker. Drikkevann og enkelte matvarer, som regel norskproduserte, har forårsaket utbrudd av campylobacteriose. Det antas at flere små utbrudd overses, mens store utbrudd forårsaket av drikkevann lett oppdages. Fire kasus-kontroll-undersøkelser av campylobacteriosesmitte viser at ikke-desinfisert drikkevann er den viktigste årsaken til sykdommen i Norge (46, 63, 70, Herikstad upubliserte data). Konsum av ufullstendig varmebehandlet svinekjøtt økte risikoen for campylobacteriose betydelig (63). Det var også økt risiko for campylobacteriose etter kontakt med husdyr (storfe, fjørfe, sau, hund og katt) eller deres avføring, særlig blant personer med yrkeseksponering, som bønder og veterinærer. Sammenlikning av campylobacterstammer fra mennesker og dyr har vist at de genotypene som isoleres fra pasienter også finnes hos ulike dyrearter, men i varierende grad (58, 66, 86, 138). Det har ikke vært mulig å bestemme den relative betydningen av dyrene som smittekilde for mennesker, bare at slik smitte kan skje.

Konklusjon

Det er trolig liten sannsynlighet for at norskprodusert svinekjøtt skal inneholde humanpatogene *Campylobacter* spp.. Denne vurderingen er begrunnet i resultater fra norske og internasjonale undersøkelser som viser at svin ikke synes å være viktig reservoar for *C. jejuni*, at *C. coli* fra gris ikke synes å være viktig årsak til infeksjoner hos mennesker og at mengden termofile *Campylobacter* spp. avtar utover i produksjonsskjeden og under lagring.

De fleste og største utbruddene av campylobacteriose samt de fleste sporadiske tilfellene er forårsaket av kontaminert drikkevann. Det er ikke registrert utbrudd der svinekjøtt var smitekilden. Konsum av ufullstendig varmebehandlet svinekjøtt er vist å øke risikoen for campylobacteriose betydelig.

Kunnskapsmangler

- Bedre DNA-baserte metoder til å avdekke smittekilder, i og utenfor utbrudd, må utvikles.
- Kunnskap om hvorvidt ulike genotyper *C. jejuni* og *C. coli* isolert fra svin er patogene for mennesker.
- Kunnskap om reell sykdomsforekomst i befolkningen, inkludert om legers prøvetakingspraksis.
- Oppdaterte kunnskaper om risikofaktorer for sykdom hos mennesker.

Listeria

Agens som patogen i matvarer

Listeria monocytogenes er en bakterie som er vidt utbredt i miljøet og som kan påvises i jord, på planter, i silo, avføringsrester og vann. Bakterien kan forårsake alvorlig sykdom hos dyr og mennesker, av og til med dødsfall. Hos mennesker opptrer sykdom oftest hos gravide og hos personer med svekket immunforsvar (gamle, syke). Hos dyr er symptomer fra sentralnervesystemet og abort det vanligste. Både dyr og mennesker kan være friske smittebærere og skille ut bakterien med avføring.

L. monocytogenes påvises langs hele varekjeden, med økende forekomst fra slaktebåndet til nedskjæring og produksjon (111, 147). Bakterien er påvist i en lang rekke forskjellige matvarer inkludert kjøttpålegg. Den kan formere seg ved kjøleskapstemperatur, og den vanligste smitteveien for mennesker er inntak av infisert, spiseklar mat (mat som ikke stekes eller kokes av forbruker før den spises) med så lang holdbarhet at bakterien får tid til å oppformeres. Epidemiologiske undersøkelser viser at matvarer som forårsaker utbrudd av listeriose hos mennesker vanligvis inneholder relativt store mengder *L. monocytogenes* (>1000 CFU per gram). *L. monocytogenes* vokser ved temperaturer fra 0,4 – 45 °C, og den er relativt varmetolerant, tåler pH fra 4,6 – 9,6 og relativt høye saltkonsentrasjoner (147).

Forekomst hos svin i Norge

I en norsk undersøkelse fra 1991 ble *L. monocytogenes* ikke påvist på slakteskrotter og det var lav forekomst i bearbejdede kjøttprodukter (137). Senere undersøkelser underbygger at slakteskrotter og ferskt kjøtt ikke er den viktigste kilden til forurensning med *L. monocytogenes* i ferdige kjøttprodukter (50, 111). Det er økende forekomst av *L. monocytogenes* utover i produksjonskjeden.

Internasjonal kunnskap/erfaring

Svinekjøtt og produkter av svinekjøtt har i flere land vært påvist som årsak til utbrudd av listeriose hos mennesker (147). Ved en undersøkelse av kaldrøkt svinekjøtt i Latvia og Litauen ble *L. monocytogenes* påvist i 38 % av prøvene, stort sett med sparsom forekomst (11). I en nylig publisert svensk undersøkelse av slaktegriser ble *L. monocytogenes* påvist fra 2 % av slakteskrottene ved overflatesvabring (84). Produksjonsutstyr som kjøttkjæremaskiner kan forurenses og fungere som kilde til spredning av *L. monocytogenes* til kjøttprodukter (83). I en dansk undersøkelse var 12,3 % av prøvene fra rått kjøtt forurensset med *L. monocytogenes*, og mengden bakterier var høyest i kjøttdeig (123). I den samme undersøkelsen ble det funnet *L. monocytogenes* i 23,5 % av kjøttproduktene. De fleste av disse hadde imidlertid lave nivåer. Høyeste nivåer ble funnet i produkter som var varmebehandlet, skåret og vakumpakket med lang lagringstid.

Mange undersøkelser viser at det kan være stor fare for forurensning, krysskontaminering og oppformering av bakterien under slakting, nedskjæring, bearbejding, pakking og kjølelagring av produkter (36, 111, 114).

Spesielle risikoforhold

Forekomsten av *L. monocytogenes* hos svin kan være spesielt høy på tungen og i tonsiller (9). Næringsmiddelbedrifter kan ha sin egen *L. monocytogenes*-flora som er vanskelig å bekjempe. *L. monocytogenes* kan oppformeres under langvarig kjølelagring hos forbrukeren.

Listeria kan danne biofilm på de fleste overflater inklusiv rustfritt stål, og den kan overleve flere måneder i produksjonslokaler (36, 114).

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Inntak av *Listeria* gir hos de fleste ingen eller milde symptomer. Personer med nedsatt immunforsvar kan få listeriose med meningitt eller sepsis. Bakterien kan også overføres fra mor til foster under graviditeten og føre til abort eller dødfødsel. Siden århundreskiftet har antallet tilfeller av listeriose som årlig meldes til Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) variert fra 12 til 28; nesten alle har vært smittet i

Norge (157). 2007 blir et rekordår med over 50 tilfeller på grunn av et landsomfattende utbrudd. Av de 179 pasientene registrert siden 2000, var 169 var innlagt i sykehus og 21 døde. Det antas at det forekommer om lag tre tilfeller per 100 000 svangerskap i Norge (5). Tre utbrudd er registrert i Norge siden 1992 med seks, tre og minst tolv tilfeller.

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Etterforskningen av utbrudd, kasus-kontrollundersøkelser i befolkningen og fortløpende sammenlikning av alle listeriastammer fra mennesker, dyr, mat, fôr og miljø (87) gir kunnskap om smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker. En rekke av genotypene isolert fra påleggsbedrifter, er også funnet hos norske pasienter (50, 111). Stammer fra fjørfekjøtt ser ut til å atskille seg fra humane isolater, men antallet pasientisolater var begrenset i de aktuelle studiene (97, 135). Resultatene gir ikke grunnlag for å trekke konklusjoner angående betydningen av kjøttprodukter som smittekilde sammenlignet med andre mulige kilder. *L. monocytogenes* er en meget vanlig bakterie som også finnes i andre næringsmidler, blant annet i mykoster og i fiskeprodukter som røkelaks, gravlaks og rakefisk. De samme genotypene ble funnet i sjømat, inkludert røkelaks og gravlaks, som hos pasienter (136). Tre utbrudd har vært forårsaket av kjøttpålegg, trolig kjøttpålegg og økologisk camembertost. En mindre kasus-kontrollundersøkelse i Norge og Sverige i 1994-97 fant at pasienter oppbevarte middagsrester i kjøleskapet i lengre tid enn kontrollpersonene (62). Undersøkelsen gir ikke grunnlag for noen videre konklusjoner om smitteforholdene.

Konklusjon

Det er trolig liten sannsynlighet for at norskprodusert svinekjøtt inneholder *L. monocytogenes*. Denne vurderingen er begrunnet i norske undersøkelser over forekomsten av *L. monocytogenes* i norske kjøttprodukter. Det er mulighet for oppformering av bakterien under produksjon og lagring.

Listeriose er en sjelden, men alvorlig bakterieinfeksjon, som hovedsakelig rammer personer med nedsatt immunforsvar, fostre og nyfødte. En rekke av genotypene isolert fra virksomheter som arbeider med henholdsvis kjøttpålegg eller med fiskeprodukter, er også funnet hos norske pasienter. Stammer fra fjørfe ser ut til å være forskjellige fra humane isolater. *Listeria* er i hovedsak et produksjonshygienisk problem i virksomhetene.

Kunnskapsmangler

- Oppdatert kunnskap om forekomsten av *L. monocytogenes* hos svin og produkter av svin i Norge.
- Kunnskap om forekomst og overlevelse av *L. monocytogenes* i produksjonsbedrifter og effekten av hygienetiltak (biofilm, vask og desinfeksjon).
- Epidemiologiske undersøkelser i befolkningen for å identifisere risikofaktorer og bestemme deres innbyrdes betydning.
- Fortsatt videreutvikling av effektive DNA-baserte typemetoder til overvåking, utbruddsoppløring og molekylærepidemiologiske undersøkelser.
- Sammenligning av isolater fra mennesker og fra matkjeden ved hjelp DNA-basert typing, for å kunne vurdere en smittesammenheng.

Verotoksinproduserende *E. coli* (VTEC)

– også kalt Shigatoksinproduserende *E. coli* (STEC) eller Enterohemorragiske *E. coli* (EHEC)

Agens som patogen i matvarer

Escherichia coli er en bakterie som normalt finnes i tarmen hos varmblodige dyr og mennesker. Noen har evnen til å danne verotoksin, de kalles VTEC eller STEC, og kan gi alvorlig sykdom hos mennesker i form av blodig diaré og nyresvikt. Mange forskjellige O-grupper av VTEC har vært påvist i forbindelse med sykdom. De vanligste er O26, O103, O111, O145 og O157, men andre VTEC O-grupper kan i framtiden bli vel så viktige. *E. coli* med disse O-gruppene kan også være tilstede uten de egenskapene som gir alvorlig sykdom hos menneske, dvs. shigatoksiner (kodet av genene *stx*₁ og/eller *stx*₂), eller intimin (*eae*) som er tilheftningsegenskap i tarmen. De kan også kun ha *eae*, men likevel binde seg til slimhinnen i tarmen hos menneske og forårsake diaré.

Drøvtyggere, spesielt storfe og sau, er regnet som viktigste reservoar for VTEC smitte til menneske. Dyrene er friske smittebærere, og vanligste smittevei er forurensset mat og vann, samt direkte kontakt med smitte bærende dyr og deres avføring. Smitte til kjøtt skjer som oftest ved fekal forurensning av slakteskroten under slakteprosessen, men kan også skje via forurensset badevann og ved personkontakt. Det skal få bakterier til for å frembringe sykdom hos menneske (lav infektiv dose).

Det eksisterer mest kunnskap om VTEC O157 og det er denne kunnskapen man baserer seg på ved vurderinger angående også andre VTEC serotyper. Det er viktig å være klar over at det kan være stammevariasjoner mellom forskjellige O-grupper av VTEC, og også innad i samme O-gruppe.

VTEC overlever frysing, og noen stammer har vist seg å være svært syretolerante (100). Dette medfører at de kan overleve fermentering, tørking og lagring bl.a. i spekeprodukter. VTEC inaktiveres ved temperaturer over 70 °C.

Forekomst hos svin i Norge

Mange ulike varianter av *E. coli* er vanlig forekommende i tarmen hos svin, inkludert verotoksinproduserende *E. coli*. VTEC er kjent som årsak til ødemsjuka hos svin, men de fleste av disse tilhører serogruppene O138, O139 og O141, og er ikke regnet som patogener for mennesker (163). Det foreligger ingen systematisk dokumentasjon over forekomst av potensielt humanpatogene VTEC hos svin i Norge eller i produkter fra norsk svin, men i en studie på sørvest-landet i 1998-99 ble det påvist VTEC O157 fra 2 av 1976 (0,1 %) griser fra 832 besetninger (0,24 %) (57).

Internasjonal kunnskap/erfaring

Svin er ikke regnet som et viktig reservoar for VTEC assosiert med sykdom hos menneske, men flere undersøkelser fra Europa, USA og Japan rapporterer en forekomst av VTEC O157 hos svin på mellom 0,2 % og 2 % (16, 163). Det har vært satt frem hypoteser om at svin kan fungere som vektorer for VTEC fra drøvtyggere. En svensk undersøkelse av slaktegriser påviste VTEC O157:H7 i 2 av 2446 (0,08 %) avføringsprøver (25). I kontrast til disse lave forekomstene har enkelte land i Sør-Amerika og Asia påvist relativt høye forekomster av VTEC O157 hos svin.

VTEC O157 påvises også sporadisk på slakteskroter og i produkter fra svin (13, 26). En svensk undersøkelse påviste VTEC i 1 % av svaberprøver fra slakteskroter av svin før kjølelagring (84). Ingen av disse isolatene hadde gener for tilheftningsegenskapen Intimin (*eae*). *E. coli* O157 uten både *stx* og *eae* er også relativt vanlig å finne hos svin (13, 76, 143).

Spesielle risikoforhold

Det skal få bakterier til for å frembringe sykdom hos menneske (lav infektiv dose).

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Siden VTEC-infeksjon ble meldingspliktig til meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) i 1995, er det blitt meldt 5-20 tilfeller i året i Norge, hvorav 2/3 er smittet i Norge (158). I 2006 ble det meldt hele 51 tilfeller, som følge av et større utbrudd (141, 142). I tiårsperioden 1997-2006 registrerte MSIS til sammen 164 tilfeller av EHEC-infeksjon, hvorav 20 utviklet HUS. Serovariant O157 utgjør noe over halvparten av stammene. Siden mange tilfeller av akutte gastroenteritter ikke får en etiologisk diagnose, er det faktiske antallet rammede personer atskillig høyere (73). Dette forholdet forsterkes ytterligere ved VTEC-infeksjoner fordi laboratoriene inntil nylig har benyttet metoder som favoriserer påvisning av sorbitol-negative O157-stammer. Dessuten blir ikke prøver fra pasienter med akutt gastroenteritt undersøkt rutinemessig for VTEC-infeksjon. Diagnostikken er blitt ytterligere vanskeliggjort ved oppdagelsen av sorbitol-positive O157-stammer og gjennom et økende antall isolater av forskjellige serovarianter der *stx*-gener ikke lar seg påvise (4). Det er registrert fire utbrudd siden 1997 med henholdsvis 4, 4 og 17 pasienter (81, 141, 142).

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Etterforskningen av utbrudd og fortløpende detaljkarakterisering av alle stammer fra mennesker (85, 90, 149) gir kunnskap om smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker. Tre registrerte utbrudd har vært forårsaket av henholdsvis ukjent kilde, salat og morrpølse (sauekjøtt). Det er av og til blitt funnet stammer fra dyr eller mat med de samme egenskapene som hos pasientisolater. Enkelte stammer har hatt samme DNA-profil som under utbruddet i 2006, og stammene har hatt et bredt spektrum av virulensgener, selv om *stx*-genene ofte men ikke alltid tilsynelatende har manglet. Til tross for at slike bakterier også er funnet sporadisk hos pasienter, har det ikke vært mulig å fastslå en smittesammenheng med sikkerhet. Men flere av pasientene har bodd på gård med storfe eller sau.

Konklusjon

Det er trolig liten sannsynlighet for at norskprodusert svinekjøtt skal inneholde VTEC O157. Denne vurderingen er begrunnet i den tilsynelatende lave forekomsten av VTEC O157 hos svin i Norge, samt internasjonal erfaring fra land det er naturlig å sammenlikne med.

VTEC-infeksjoner er en alvorlig utfordring pga de alvorlige komplikasjonene. Sykdommen er underdiagnostisert hos mennesker. Det har vært et utbrudd med norskprodusert kjøttprodukt, morrpølse (sauekjøtt), som smittekilde. Det er ikke utført analytisk-epidemiologiske undersøkelser for å identifisere risikofaktorer.

Kunnskapsmangler

- Oppdatert kunnskap om forekomsten av potensielt humanpatogene VTEC (inkludert VTEC O157) hos norske svin og i produkter av svin.
- Epidemiologiske undersøkelser i befolkningen for å identifisere risikofaktorer og bestemme deres innbyrdes betydning.
- Fortsatt videreutvikling av effektive, DNA-baserte typemetoder til overvåking, utbruddsoppløring og molekylærepidemiologiske undersøkelser.
- Kunnskaper om virulensegenskapene til *E. coli* isolert fra dyr, mat og mennesker, inkludert betydningen av overføring, tap og inaktivering av virulensgener, slik at patogeniteten til isolater fra matkjeden kan vurderes.
- Sammenligning av isolater fra mennesker og fra matkjeden ved hjelp DNA-basert typing og undersøkelse av virulensegenskaper, for å kunne vurdere en smittesammenheng.
- Bedre kunnskaper om den reelle forekomsten og sykdomsbyrden av EHEC-infeksjoner i befolkningen, særlig med tanke på EHEC-assosiert HUS og sykdom forårsaket av non-O157.

Yersinia

Agens som patogen i matvarer

Yersinia enterocolitica er en gruppe bakterier som kan forårsake sykdom (yersiniose) både hos mennesker og dyr. Bakterien isoleres fra friske dyr, matvarer, vann og omgivelser og den kan overleve og oppformerer over flere måneder og år i fuktig jord og akvatiske miljøer. Mennesker smittes ved inntak av forurenset mat eller drikkevann. Det er kun noen få varianter (serotyper) av *Y. enterocolitica* som er dokumentert å kunne forårsake sykdom hos mennesker (14). Dyr, og da særlig gris, kan være friske bærere av humanpatogene varianter. Bakterien forekommer hyppig i munnhule/svelg og i tarminnhold hos friske griser.

I matvarer kan en forvente å finne et bredt spektrum av *Yersinia* spp hvorav de fleste ikke er humanpatogene. Serotype O:3 er vanligst i de fleste europeiske land og utgjør ca 90 % av de rapporterte humane tilfellene. O:9 er årsak til de fleste andre tilfellene. *Y. enterocolitica* kan oppformerer ved temperaturer ned mot 0 °C og i vakumpakkede matvarer. Det betyr at bakterien kan vokse i alle typer matvarer som oppbevares over 0 °C. Bakterien kan overleve svært lenge i frosne varer, men inaktiveres ved koking og steking.

Forekomst hos svin i Norge

Det er publisert en rekke artikler som belyser forekomsten av *Y. enterocolitica* hos svin og i produkter av svin her i landet (107, 108, 109, 110, 112, 113, 116). Serotype O:3 har vært dominerende, men det er mangefull dokumentasjon på forekomsten av O:9, O:8 og O:5,25 i den norske svinepopulasjonen.

I en serologisk screening ble det påvist antistoffer mot *Y. enterocolitica* O:3 i prøver fra 54,1 % av dyrene fordelt på 63,4 % av de undersøkte besetningene (145). Oppfølgende studier indikerer at det er mulig å etablere såkalte "helsepyramider" hvor besetningene i toppen av pyramiden er fri for *Y. enterocolitica* O:3, og hvor en ut fra disse kan bygge opp produksjonsbesetninger med samme helsestatus (110). En annen undersøkelse viste at på slaktetidspunktet, dvs når grisene er 150 -180 dager, kan munnslimhinne og tonsiller være vel så aktuell forurensningskilde som faeces (109). Det er dokumentert at snitt i lymfeknuter på hodet under kjøttkontrollen medfører økt risiko for forurensning av slakteskroten og derved for spredning av *Y. enterocolitica* under den videre produksjonen (107).

Internasjonal kunnskap/erfaring

Svin er det eneste matproduserende dyr som utgjør et konstant reservoar av de patogene serovariantene O:3 og O:9, mens gnagere (rotter og mus) er påvist å kunne være reservoar for O:8 (26). De fleste land i EU rapporterer lav forekomst av *Y. enterocolitica* i ferskt svinekjøtt og kjøttprodukter, men i tyske undersøkelser ble *Y. enterocolitica* påvist i henholdsvis 9,9 % i kjøttdeig og 16,7 % i ferskt kjøtt (26). Forekomsten av patogene varianter av *Y. enterocolitica* i ferdige produkter har i mange undersøkelser vært lav. Nye DNA baserte metoder (PCR) indikerer at det kan ha sammenheng med at dyrkningsmetodene har for lav sensitivitet. (32, 33, 56, 112).

Spesielle risikoforhold

Y. enterocolitica er ett av få zoonotiske agens hvor det konstant er et betydelig reservoar hos norske husdyr (svin), og ca 70 % av de diagnostiserte tilfellene av yersiniose her i landet er forårsaket av innenlands smitte.

Y. enterocolitica forekommer hyppig i tonsiller og tarminnhold hos svin. For å unngå kontaminering av slakteskroten stilles det store krav til riktig teknikk ved slakting og kjøttkontroll, spesielt ved uttak av fordøyelsestraktus og inspeksjon/fjerning av hode med tunge og tonsiller. *Y. enterocolitica* kan oppformerer på skrotter og i matvarer under lagring ved kjøleromstemperatur.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) registrerer årlig 90-150 tilfeller av yersiniose; i 2006 88 tilfeller (2 per 100 000 innbyggere) (48). Siden mange tilfeller av akutte gastroenteritter ikke får en etiologisk diagnose, er det faktiske antallet rammede personer atskillig høyere (73). Om lag 70 % av pasientene er smittet i Norge. Mer enn 98 % av tilfellene i Norge er forårsaket av serogruppe O:3, som dominerer i de fleste land. Forekomsten av yersiniose er størst i land med kjølig klima (71, 75). *Y. enterocolitica* kan oftere enn andre enteropatogene bakterier forårsake langvarige og til dels alvorlige følgetilstander, først og fremst reaktiv artritt (71, 140). De fleste sykdomstilfellene av yersiniose er sporadiske og det er registrert bare tre utbrudd av yersiniose, de to siste i årsskiftet 2005-2006 (99). Mindre utbrudd kan imidlertid overses fordi vi ikke har sensitive typemetoder som kan oppdage sammenheng mellom stammer.

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Etterforskningen av utbrudd, kasus-kontrollundersøkelser i befolkningen og fortløpende sammenlikning av alle yersiniastammer fra mennesker, dyr, mat, fôr og miljø gir kunnskap om smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker. De to siste utbruddene var begge forårsaket av norsk julesylte (40). Mikrobiologiske undersøkelser tyder på at svinekjøtt og svinekjøttprodukter er en viktig smittekilde for *Y. enterocolitica* i Norge (108, 113, 115). Grisen er det eneste dyret vi vet er regelmessig bærer av stammer som kan gi sykdom hos mennesker. Humanpatogene varianter er bare unntaksvis funnet hos andre dyr. Slaktegris er bærere av de samme serogruppene som gir opphav til yersiniose hos mennesker, og det har ikke vært mulig å påvise verken fenotypisk eller genotypisk forskjeller mellom stammer isolert fra henholdsvis gris og mennesker (17, 56, 65, 116, 117, 118, 119, 167). En kasus-kontroll-undersøkelse i fylkene rundt Oslofjorden i 1988-90 viste at konsum av udesinfisert vann og svinekjøtt og svinekjøttprodukter økte risikoen for yersiniose (129). I 1994-95 ble hygienen ved slakt av svin betydelig forbedret, blant annet ved å omslutte endetarmen med en plastpose for å unngå forurensing av slakteskroten. Etter innføring av disse forholdsreglene, ble antall registrerte tilfeller av yersiniose i befolkningen redusert med 30-40 % (114).

Konklusjon

Det er trolig moderat sannsynlighet for at norskprodusert svinekjøtt inneholder humanpatogene *Yersinia*. Denne vurderingen er begrunnet i den tilsynelatende høye forekomsten av *Yersinia* hos norske svin og at bakterien kan oppformerer i kjøtt under lagring ved kjøleromstemperatur.

To utbrudd av yersiniose i 2005-6 skyldtes forurenset svineprodukter (julesylte). Mikrobiologiske undersøkelser og en kasus-kontroll-undersøkelse fra 1988-90 tyder også på at konsum av svinekjøtt er en betydelig risikofaktor for yersiniose.

Kunnskapsmangler

- Praktiske og økonomiske utfordringer ved etablering av pyramider av svinebesetninger som dokumenteres fri for humanpatogene *Y. enterocolitica* (og andre humanpatogene mikroorganismer som *Salmonella*, *Toxoplasma* og *Trichinella* dvs "Human patogen frie besetninger" -HPF-besetninger).
- Kunnskap om forekomst av ulike serotyper av *Y. enterocolitica* hos levende svin (serologi), i svinekjøtt og produkter av svinekjøtt her i landet.
- Kunnskap om driftsmessige risikofaktorer og tiltak som kan bidra til å redusere, eventuelt eliminere forekomsten av *Y. enterocolitica* i norske svinebesetninger.
- Kunnskap om reell sykdomsforekomst i befolkningen, inkludert om legers prøvetakingspraksis.
- Oppdaterte kunnskaper om risikofaktorer for sykdom hos mennesker.
- Bedre DNA-baserte metoder til å avdekke smittekilder, i og utenfor utbrudd, må utvikles.

Mycobacterium avium

Agens som patogen i matvarer

Mycobacterium avium (*M. avium*) er syrefast stavbakterier med to underarter som gir tuberkulose forandringer hos fugl, menneske, svin og andre dyrearter; *M. avium* subsp. *hominissuis* (*Ma hominissuis*) og *M. avium* subsp. *avium* (*Ma avium*).

Begge er vidt utbredt i miljøet. Smittede fugler kan utvikle generalisert tuberkulose når de smittes med *Ma avium*, mens andre arter oftest får lesjoner begrenset til lymfeknuter nær fordøyelseskanalen. Veterinærinstituttet isolerer jevnlig *Ma avium* fra fugl og *Ma hominissuis* fra svin og andre dyrearter her i landet. Fugl har vært ansett som aktuell smittekilde til svin, men undersøkelser indikerer at mennesker og svin i Norge i liten grad smittes med fuglestammer (*Ma avium*), men med *Ma hominissuis* (12). Både *Ma hominissuis* og *Ma avium* er isolert fra biofilm i drikkevann-system, men hvorvidt dette er av betydning som smittekilde til svin og mennesker i Norge vites ikke.

Kunnskap om forekomst hos svin i Norge

I henhold til "Instruks for kjøttkontrollen" blir norske slaktesvin kontrollert for tuberkulose lesjoner. Funn av slike prosesser i bare ett organ eller på bare en begrenset del av slaktet, fører til lokal kassasjon. Ikke alle stadier av infeksjonen er synlig ved rutinemessig makroskopisk inspeksjon av slakteskrotter. Dette innebærer at kjøtt fra svin smittet med *Ma hominissuis* kan komme ut på markedet til humant konsum. Antall svineslakt med tuberkulose lesjoner her i landet varierer fra år til år og noen områder skiller seg ut med mye mykobakteriose på slaktesvin. Det er gjort få undersøkelser for å finne utbredelsen av slakt med slike lesjoner, men tidligere undersøkelser indikerte at ca 1 % av norske svineslakt hadde tuberkulose prosesser i hodets lymfeknuter (2, 31).

Internasjonal kunnskap/erfaring

Det er ikke kjent om infeksjon med *M. avium* er en zoonose, men bakterien har et zoonotisk potensiale som bør belyses ytterligere (148). Tidligere regnet man med at disse bakteriene var lite patogene for mennesker, men med økende forekomst av individ med svekket immunforsvar har slike infeksjoner blitt mer vanlige. *M. avium* isoleres ofte fra generaliserte infeksjoner hos AIDS-pasienter (7, 121), men også lungeinfeksjoner hos friske og immunkompetente mennesker synes å være et økende problem (10).

Forekomst hos mennesker

M. avium kan føre til lokalisert lymfadenitt hos barn og alvorlig lungeinfeksjon hos mennesker med predisponerende lungelidelser eller immunsvikt. Hos personer med normalt immunforsvar vil kontakt med slike mykobakterier vanligvis ikke føre til sykdom, men kan føre til positiv reaksjon ved rutinemessig tuberkulintesting. I Norge isoleres *M. avium* som årsak til sykdom hos 60-70 pasienter årlig. Bakteriene er hovedsakelig isolert fra lunger hos voksne eller halslymfeknuter hos barn (106). Undersøkelser indikerer at menneske og svin i Norge i liten grad er smittet med fuglestammer (*Ma avium*), derimot er det funnet like og nærbeslektede isolater fra mennesker og svin (12). Dette kan indikere at svin og mennesker smittes fra samme kilde (miljø eller vann), eller at de kan smitte hverandre.

Spesielle risikoforhold

Mennesker smittes hovedsakelig med atypiske mykobakterier gjennom gastrointestinaltraktus eller luftveiene, men det er ikke vist at *M. avium* kan smitte fra menneske til menneske (Argueta et al. 2000). Den viktigste smitekilden antas å være miljøet, hovedsakelig vann og jord, men smitte fra forurensede matvarer kan ikke utelukkes. Bakteriene isoleres hyppig fra vann, både fra råvannkilder, urensset og og rensset drikkevann. *M. a. avium* er resistent mot klorering og ozonbehandling, noe som fremmer overlevelsen i drikkevann og miljø (146).

Konklusjon

Det er mangelfull kunnskap om forekomsten av *M. avium* i norsk svinekjøtt.

Kunnskapsmangler

- Andelen svineslakt med synlige eller usynlige lesjoner etter infeksjon med *M. avium* er ukjent.
- Smittekilden til mennesker og svin er ukjent.
- Det er ikke kjent om *M. avium* kan etablere seg i biofilm i slakterier og i besetninger.

Toxoplasma

Agens som patogen i matvarer

Toxoplasma gondii er en encellet parasitt som har sitt voksne stadium i kattedyr. Parasittene danner oocyster (mikroskopiske "egg") som kommer ut med avføring fra kattene (endevert), og som kan spises av andre dyr (mellomvert). I mellomverten utvikles små vevscyster, og når mellomverten spises av en endevert, utvikles disse til voksne parasitter igjen. Mellomverter for *T. gondii* er mange ulike varmblodige dyr, bl.a. smågnagere, sau, svin og mennesker. Smitte kan også overføres direkte fra mellomvert til mellomvert via vevscyster. Smitte fra dyr til mennesker skjer via vevscyster i dyrenes muskulatur. Hos mellomverten kan parasitten gi opphav til sykdom (toksoplasmose). Vevscystene i kjøtt drepes ved nedfrysing til -20 °C i minst 2 dager, og ved oppvarming til 65 °C (4). En vet lite om en eventuell reduksjon av *Toxoplasma* i spekeprosesser, men spekekjøtt er vist som en mulig risikofaktor for infeksjon hos mennesker (18, 95, 162).

Forekomst hos svin i Norge

Toxoplasma er utbredt hos en lang rekke pattedyr her i landet, spesielt hos hovedverten katt og mellomverten sau. Svin kan infiseres med *Toxoplasma* ved at de spiser infiserte gnagere (rotter og mus) eller avføring fra katter. *Toxoplasma* påvises sjelden, og har liten betydning som sjukdomsårsak i moderne, intensivt svinehold. Ved serologisk screening av 321 svinebesetninger testet 2,6 % av de undersøkte grisene, fordelt på 5,3 % av besetningene, serologisk positivt for antistoffer mot *T. gondii* (144). I en lignende undersøkelse i 66 formeringsbesetninger testet 1,1 % av dyrene, fordelt på 10,6 % av besetningene, positivt (92). Det finnes ingen data vedrørende forekomst av vevscyster av *Toxoplasma gondii* i norsk svinekjøtt.

Internasjonal kunnskap/erfaring

Det er lite dokumentasjon på forekomsten av *Toxoplasma* hos matproduserende dyr og i produkter av disse. Ingen EU-land rapporterte om positive funn hos svin i 2005 (26). I en europeisk multisenter-studie kom ikke svin ut som risikofaktor (18). En amerikansk undersøkelse over prevalence av *T. gondii* i produkter fra storfe, kylling og svin konkluderte imidlertid med at det er spesielt stor risiko for smitte ved inntak av dårlig varmebehandlet kjøtt fra svin (22).

Fra Nederland er det dokumentasjon på at det er markert høyere risiko for *Toxoplasma*-infeksjon hos svin som går ute (5,6 %) sammenlignet med svin som holdes i moderne, innedørs oppdrett (0,4 %). Av de intensivt drevne besetningene hadde 4 % infiserte dyr. Til sammenligning hadde 33 % av besetningene med utedrift sero positive dyr (35). I en serbisk undersøkelse hadde 28,9 % av slaktegrisene antistoffer mot *T. gondii*. Blant de seropositive var det 4 % som hadde høye titere som indikasjon på akutt infeksjon (78).

Spesielle risikoforhold

De infektive vevscystene er mikroskopiske og påvises ikke ved vanlig kjøttkontroll. Hvis antall besetninger med utegående slaktegriser øker, er det grunn til å følge opp forekomsten av *Toxoplasma*-infeksjon i disse besetningene.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Toksoplasmose forløper som regel uten symptomer eller med milde og generelle symptomer. Et overvåkingssystem basert på innmelding av tilfeller vil derfor ikke fungere. Sykdommens relevans for folkehelsen er at smitte i svangerskapet kan forårsake alvorlige skader på fosteret eller abort; risikoen er høyest når smitten skjer sent i svangerskapet. Om lag 10-20 % av gravide i Norge har vært smittet før svangerskapet og er dermed beskyttet (54, 55). Om lag 1 av 500 kvinner smittes i svangerskapet. Man regner med at det årlig fødes inntil 50 barn med medfødt toksoplasmose. Det er ingen registrerte utbrudd av toksoplasmose i Norge.

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

En kasus-kontrollundersøkelse blant gravide i Norge i 1992-1994 viste at spising av rå eller ufullstendig varmebehandlede kjøttdeig- eller farseprodukter, sauekjøtt og svinekjøtt var viktige risikofaktorer for serokonversjon og kunne forklare 69 % av tilfellene (64). Det ble ikke funnet noen sammenheng med storfekjøtt.

Konklusjon

Det er trolig liten til moderat sannsynlighet for at norskprodusert svinekjøtt skal inneholde vevscyster av *Toxoplasma*. Denne vurderingen er begrunnet i den tilsynelatende lave forekomsten av *Toxoplasma* hos svin i Norge.

Konsum av rått eller ufullstendig varmebehandlet sauekjøtt, svinekjøtt eller kjøttdeig- og farseprodukter, er forbundet med høy sannsynlighet for å bli smittet med *Toxoplasma gondii* i svangerskapet.

Kunnskapsmangler

- Kunnskap om det er praktisk og økonomisk mulig å deklare svinebesetninger fri for *Toxoplasma* (se mer under *Yersinia* og oppsummerende konklusjoner).
- Kunnskap om forekomsten av og risikofaktorer for *Toxoplasma* hos svin her i landet.
- Sensitive og spesifikke metoder for påvisning av *Toxoplasma* i kjøtt og kjøttprodukter.
- Det er behov for oppdaterte kunnskaper om risikofaktorer for smitte til mennesker og deres relative betydning.

Trichinella

Agens som patogen i matvarer

Trikinose er en zoonotisk sykdom forårsaket av parasitten *Trichinella*. Det er fire arter av *Trichinella*; *T. spiralis*, *T. nativa*, *T. britovi* og *T. pseudospiralis*. Av disse har *T. spiralis* størst betydning som årsak til trikinose hos mennesker. *Trichinella* spp kan forekomme hos en rekke pattedyr, inkludert mennesker som smittes ved å spise infisert kjøtt som ikke har vært frosset eller tilstrekkelig kokt. Den vanligste smitekilden til mennesker er svinekjøtt, særlig kjøtt fra villsvin. Parasitten drepes av koking og i de fleste tilfeller av frysing.

Forekomst hos svin i Norge

Alle griseslakt i Norge kontrolleres for forekomst av trikiner. Det var ingen positive funn i 2006 og siste funn av trikiner hos gris her i landet var i 1994 (52).

Internasjonal kunnskap/erfaring

I 2005 ble det i EU rapportert funn av trikiner hos 43 tamsvin og 554 villsvin, flest i Polen, Latvia og Spania (26). En serologisk screening i Nederland indikerte at alle de undersøkte dyrene var fri for *Trichinella* (35). EU har åpnet for at definerte besetninger, regioner eller land kan gis status som fri for *Trichinella* hos gris. Det forutsetter dokumentert kunnskap om forekomsten av *Trichinella* hos ville indikator dyr, f eks rev.

Spesielle risikoforhold

Svin som oppdrettes ute vurderes som spesielt utsatt for smitte med *Trichinella* spp.

Sykdom hos mennesker

Siste rapporterte tilfellet av trikinose hos mennesker i Norge hvor smitten var ervervet innenlands var i 1980. Siste humane tilfellet infisert i utlandet var i 1996.

I 2005 ble det rapportert 175 tilfeller av trikinose hos mennesker i EU, flest tilfeller fra Polen, Latvia, Spania og Frankrike (26). Initielt registreres kvalme, oppkast, diaré og magesmerter, senere opptrer ofte hodepine, feber, hoste, ledd- og muskelsmerter og hudkløe. De alvorligste tilfellene er dødelige.

Konklusjon

Det er neglisjerbar sannsynlighet for at norsk svinekjøtt skal inneholde *Trichinella* spp. Denne vurderingen er begrunnet i den svært lave forekomsten av trikiner hos svin i Norge. Det er grunn til spesiell oppfølging av griser som oppdrettes ute.

Kunnskapsmangler

- Kostnadseffektive metoder (serologi) for dokumentasjon av besetningsstatus med henblikk på forekomst av *Trichinella*.
- Kunnskap om forekomsten av *Trichinella*, både type og prevalence, hos ville indikator dyr, for eksempel rev.

Giardia* og *Cryptosporidium

Agens som patogen i matvarer

Giardia duodenalis (syn. *Giardia lamblia*, *G. intestinalis*) og *Cryptosporidium* arter er encellede parasitter som kan forårsake magetarm-sykdom hos mennesker og også hos dyr (spesielt unge domestiserte dyr). Husdyr kan også være bærere av disse parasittene og slik være en potensiell kilde for smitte til menneske. Smitte til menneske kan skje ved direkte kontakt med feces, eller via kontaminert drikkevann eller matvarer (grønnsaker, frukt og bær). Ved slakting kan smitteførende avføring kontaminere slaktet og smitte kan dermed skje dersom kjøttvaren ikke har gjennomgått frysing eller tilstrekkelig varmebehandling.

G. duodenalis er delt inn i ulike assemblages (genotyper) og videre i undergrupper av disse igjen på basis av molekylære undersøkelser. Forskjellige genotyper av *Giardia* og *Cryptosporidium* har forskjellig potensial til å gi sykdom hos mennesker.

C. parvum (bovin genotype) er den klart viktigste zoonotiske *Cryptosporidium* arten. *C. meleagridis* (fjærfe) og *C. felis* (katt) rangerer som nr 2 og 3, men også andre *Cryptosporidium* arter er påvist hos mennesker, da hovedsakelig fra pasienter med nedsatt immunforsvar.

Giardia og *Cryptosporidium* oppformerer ikke i kjøtt/kjøttprodukter og inaktiveres ved koking og steking (3, 27, 45). Ved frysing vil overlevelsen gå ned over tid (98). Generelt overlever parasittene lenger ved kjøletemperatur enn ved frysetemperatur (28, 29). *Cryptosporidium* oocyster er svært hardføre og kan overleve i miljøet i flere måneder (28), men parasittene tåler ikke uttørking (134) *Giardia* regnes generelt som mindre hardføre enn *Cryptosporidium*.

Forekomst hos svin i Norge

Det foreligger ett studium fra Norge, blant 1 – 5 uker gamle grisunger (43), dette viste at henholdsvis 8,3 % av 684 undersøkte kull og 31 % av 100 undersøkte besetninger var positive for *Cryptosporidium*. Genotyping av 9 *Cryptosporidium* isolater fra denne undersøkelsen viste 6 *C. suis* og 3 *C. genotype* pig II. 1,5 % av kullene og 10 % av besetningene i denne undersøkelsen fikk påvist *Giardia*.

Internasjonal kunnskap/erfaring

Cryptosporidium arter/genotyper er utbredt hos svin over hele verden med pin-point prevalenser helt opptil 87,5 % som referert i Hamnes *et al.* (43). forekomsten varierer blant ulike aldersgrupper og er høyest blant 1-2 måneder gamle griser.

G. duodenalis er også utbredt hos svin verden over, med forekomst på mellom 1 % og 20 % som referert i Hamnes *et al.* (43).

Spesielle risikoforhold

Dersom slakteskrotten blir tilsølt med avføring under slakteprosessen vil det være risiko for kontaminering med *Giardia* og *Cryptosporidium* og dermed en større risiko for smitte til mennesker.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Giardia duodenalis omfatter minst åtte genotyper (A-G) som hver deles inn i undertyper (37). Bare noen undertyper er påvist hos både dyr og mennesker. Det meldes årlig 300-400 tilfeller av giardiasis til Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS); minst 80 % av pasientene er smittet utenlands, hovedsakelig i Asia. Cryptosporidiose forårsakes særlig av *C. hominis* og *C. parvum* (bovin genotype). Sykdommen er ikke meldingspliktig så forekomsten er ukjent. Begge sykdommene underdiagnostiseres betydelig (125) ettersom undersøkelse av avføringsprøver for parasitter ikke utføres rutinemessig. Foreløpige data fra kartlegging av kloakk indikerer at infeksjon med disse parasittene er ganske utbredt i Norge (132).

For begge parasitter antas det at mennesker hovedsaklig blir smittet ved direkte kontakt med avføring fra andre mennesker eller ved konsum av drikkevann eller matvarer, særlig grønnsaker, frukt og bær, som er forurensset med avføring fra smittebærende personer og, særlig for cryptosporidiose, dyr (37). Drikkevann er en viktig kilde for utbrudd av disse sykdommene.

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Siden 2004 er fem utbrudd registrert. Ett utbrudd skyldtes person-til-person-smitte i en barnehage (160), et annet kontakt med kalver mens de andre skyldtes drikkevann, inkludert det store utbruddet i Bergen i 2004 (124, 133). Det er ikke gjort noen kasus-kontroll-undersøkelser av disse sykdommene i Norge.

Konklusjon

Det er mangelfull kunnskap om forekomsten av *Giardia* og *Cryptosporidium* i svinekjøtt.

Sykdom hos mennesker er betydelig underdiagnostisert; forekomsten av parasittene i kloakk og avløpsvann indikerer at infeksjonene er ganske utbredt. Kontaminert drikkevann og person-ti-person-smitte har vært sannsynlige årsaker ved utbrudd. Smitte gjennom konsum av kjøttvarer kontaminert med *Cryptosporidium*, er ikke dokumentert i Norge.

Kunnskapsmangler

- Kunnskap om hvilke arter og genotyper av *Giardia* og *Cryptosporidium* som dominerer hos henholdsvis mennesker smittet i Norge og blant dyr, slik at en eventuell smittesammenheng kan vurderes.
- Kunnskap om overlevelse av *Giardia* og *Cryptosporidium* i kjøtt/kjøttprodukter som ikke varmebehandles.
- Kunnskaper om smittekilder og risikofaktorer i Norge, og deres innbyrdes styrkeforhold.
- Kunnskap om reell forekomst av innenlandssmitte i befolkningen.

Meticillinresistente *Staphylococcus aureus* (MRSA)

Agens som patogen i matvarer

Meticillinresistente *Staphylococcus aureus* (MRSA) er resistente mot alle betalaktamantibiotika, og ofte også mot flere andre antibakterielle midler. De senere årene har MRSA etablert seg hos dyr i mange land, nylig også hos produksjonsdyr i Europa og Canada. Dette er en alvorlig utvikling da det er svært vanskelig å kontrollere spredningen av MRSA i omgivelsene. Funnene av MRSA hos produksjonsdyr aktualiserer spørsmålet om MRSA kan overføres til mennesker via kjøtt og kjøttprodukter. Det har vært begrenset fokus på mat som kilde til MRSA-smitte, selv om det er beskrevet tilfeller av slik smitte. Ved en slaktehusundersøkelse av svin i Nederland var 39 % av dyrene positive for MRSA ved svabring i nesen (20). Det er mulig at disse bakteriene kan overføres til mennesker via forurenset kjøtt. Det er fare for krysskontaminering under foredlingsprosessen. Likeledes vil kjøtt som håndteres av humane MRSA-bærere kunne kontamineres. Bakterien overlever, men vil ikke oppformerer ved kjøleromstemperatur.

Forekomst hos husdyr i Norge

Det har vært påvist ett tilfelle av MRSA hos hest her i landet (80). I en omfattende undersøkelse av penicillinresistente stafylokokker fra akutte, kroniske og subkliniske mastitter fra storfe (1996), ble MRSA ikke påvist (128). Norsk overvåkningsprogram for antibiotikaresistens hos fôr, dyr og næringsmidler (NORM-VET) har siden oppstarten i år 2000 resistentestet stafylokokker fra dyr. Det er ikke påvist meticillinresistens hos undersøkte isolater av *S. intermedius* fra hund eller *S. aureus* fra storfe og sau. Meticillinresistens er beskrevet hos koagulasenegative stafylokokker (KNS) fra norske kyr. To isolater av *S. hemolyticus* (128) og ett isolat av *S. lentus* (122) med meticillinresistens er isolert fra subklinisk mastitt hos ku.

Internasjonal kunnskap/erfaring

Ved et sykehus i Nederland ble flere pasienter smittet med MRSA hvor smitekilden var sykehusmat håndtert av MRSA-kolonisert kjøkkenpersonale (79). Et tilfelle av *S. aureus* matforgiftning forårsaket av et toksinproduserende MRSA-isolat, er beskrevet fra USA, hvor personene ble kolonisert med det samme MRSA-klon som i maten (59). I Nederland ble MRSA isolert fra to svineprodusenter og deres familier, og i begge tilfellene viste det seg at grisene var infiserte (53, 159). Senere ble 31 nederlandske svinebesetninger undersøkt for MRSA, og 23 % var positive (153). MRSA er også isolert fra griser med seborré (154). Det er vist at svineprodusenter og veterinærer som jobber med svin, har økt risiko for å være MRSA-bærere (159, 165), og det tas nå spesielle forhåndsregler (isolasjon, prøvetaking mm) når slike personer skal ha kontakt med helseinstitusjoner i Nederland.

Molekylærbiologiske undersøkelser har vist at det er varianter av ett spesifikt MRSA-klon, ST398, som er spesielt utbredt hos svin og mennesker som arbeider med svin i Nederland (20, 153, 159). Det samme MRSA-klonet er påvist hos dyr og mennesker i Tyskland og Østerrike (164), og varianter med og uten meticillinresistens er påvist hos svin og svineprodusenter i Frankrike (8) og hos svin i Danmark (42). I Nederland har man også funnet MRSA fra klinisk mastitt i tre mjølkekubesetninger og i avføringsprøver fra storfe og fjørfe (102). MRSA er også nylig påvist fra mastitt hos ku i Ungarn (61). Fra Canada er det nylig rapportert funn av MRSA i 45 % av de undersøkte svinebesetningene, hos 24,9 % av dyrene og hos 5 av 25 undersøkte svineprodusenter (77).

Spesielle risikoforhold

De siste års påvisning av ett spesifikt MRSA-klon (ST398) hos svin i flere europeiske land indikerer at denne spesielt svineadapterte klonen er utbredt i Europa og det fryktes at den kan få økt zoonotisk betydning særlig ved direkte kontakt med infiserte griser, men også ved smitte til mennesker via kjøttprodukter.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Staphylococcus aureus (gule stafylokokker) er del av den normale hud- og slimhinnefloraen, men kan også forårsake et bredt spekter av infeksjoner fra overfladiske hud- og sårinfeksjoner til alvorlige infeksjoner i indre organer, sepsis og meningitt. Bakteriene kan produsere en rekke toksiner, hvorav noen kan forårsake matforgiftning (93, 104). MRSA er gule stafylokokker som har utviklet resistens mot alle betalaktam-

antibiotika (21). Patogenitet og virulens varierer blant både antibiotikaresistente og antibiotikasensitive stammer (104).

MRSA er lite utbredt i Norge (23, 41). I 2006 ble det påvist MRSA hos 603 personer i Norge (24); 335 hadde en infeksjon, ifølge Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS). Det er ikke noe som tyder på at noen av dem ble smittet av dyr. Hvert år forekommer utbrudd av MRSA, som regel i helseinstitusjoner.

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Viktigste smittekilde for gule stafylokokker, inklusiv MRSA, er personer som er bærere av eller har infeksjon forårsaket av bakteriene. Viktigste smittevei for gule stafylokokker er direkte og indirekte kontakt mellom mennesker (106). I Nederland er MRSA utbredt blant svin og storfe og dette har fått betydning for forekomsten i befolkningen (152). Den viktigste smitteveien fra dyr til mennesker antas å være kontaktsmitte og ikke matsmitte. I en studie nylig gjennomført i Nederland ble MRSA i meget liten grad funnet i kjøttprodukter og det konkluderes med at MRSA i meget liten grad utgjør en fare for matbåren sykdom, spesielt dersom kjøttet blir riktig tilberedt før inntak (155). MRSA-stammer knyttet til utbrudd blant dyr i Europa har kun vært påvist sporadisk hos personer i Norge. Disse tilfellene har vært knyttet til person-til-person-smitte i utlandet (105).

Utbrudd av matforgiftning forårsaket av *S. aureus* er beskrevet i både Norge og utlandet. Dårlig hygiene og kontaminering fra menneske til mat hos produsent, forhandler eller ved tilberedning, blir pekt på som viktigste årsak til utbruddene (151).

Konklusjon

Det kan ikke sies noe om sannsynligheten for forekomst av MRSA hos norske svin eller i norskprodusert svinekjøtt.

Forekomsten av MRSA hos mennesker er lav i Norge. MRSA hos dyr kan ved kontakt smitte over på mennesker og derigjennom ha betydning for spredningen av MRSA i befolkningen. Smitte gjennom konsum av kjøttvarer kontaminert med MRSA, er ikke dokumentert i Norge. Det er usikkert om økt forekomst av MRSA hos produksjonsdyr vil kreve nye tiltak mot smitte gjennom mat, da dagens tiltak i forhold til slakterutiner, hygienerutiner ved håndtering av matvarer og varmebehandling av kjøttprodukter, er like effektive mot MRSA som mot sensitive gule stafylokokker.

Kunnskapsmangler

- Metoder for påvisning av MRSA er utviklet for humane prøver, og må evalueres for prøver fra svin.
- Kunnskap om epidemiologiske forhold og risikofaktorer for forekomsten av MRSA i den norske svinepopulasjonen og i produkter av svin.
- Kunnskap om hvordan kloner av meticillinresistente *S. aureus* spres mellom svin og eventuelt fra svin til mennesker.
- Sammenlignende undersøkelser av eventuelle MRSA-isolater fra svin og mennesker.
- Typebestemme alle humane MRSA-isolater og overvåke stammer assosiert med MRSA-forekomst hos husdyr.
- Analytisk-epidemiologiske undersøkelser for å bestemme risikofaktorer for smitte av MRSA hos mennesker.

Hepatitis E - virus

Hepatitis E virus (HEV) forårsaker hepatitt E hos mennesker. Hepatitt E virus er vidt utbredt og Goens *et al.* 2004 (38) konkluderte i en oversiktsartikkel med at flere dyrearter er infiserte med HEV som er antagelig svært like HEV isolert fra mennesker. De peker på infisert svinekjøtt som den sterkeste kandidaten til zoonotisk overført HEV.

Serologiske undersøkelser og PCR-tester av avføring eller organprøver indikerer at HEV er utbredt hos friske griser også i land med moderne intensiv svineproduksjon (15, 82, 101, 139). Vann kan forurenses med HEV via tilsig fra svinegjødsel. Det antas at svin kan fungere som reservoar for smitte med HEV til mennesker, og det er vist at populasjoner med personer som arbeider mye med svin (røkttere, veterinærer) har høyere forekomst av positive titere for HEV enn kontrollgrupper som ikke har regelmessig kontakt med svin (101). De siste årene er det publisert flere artikler som indikerer at konsum av rått eller mangelfullt varmebehandlet svinekjøtt, for eksempel i forbindelse med grilling, kan være årsak til sporadisk smitte av hepatitt E-virus fra svin til mennesker (38, 51, 161, 166). En amerikansk undersøkelse viste at kommersielt tilgjengelig svinelever i butikker kan inneholde infektive HEV som derved kan resultere i smitte til mennesker (30).

Kunnskapsmangler

- Data om forekomst av hepatitt E virus hos norske svin (serologi og eventuelt isolering og karakterisering av virus).

Streptococcus suis type 2

Inntil 2005 var det på verdensbasis rapportert mer enn 200 tilfeller av smitte med *Streptococcus suis* (hovedsakelig serotype 2) til mennesker (94). De fleste tilfeller er registrert hos svineprodusenter, veterinærer, slakteriarbeidere og folk som håndterer rått svinekjøtt, inkludert kokker. Arends *et al.* (6) estimerte at årlig risiko for *S. suis* meningitt hos disse kategoriene i Nederland var 3/100 000, dvs. 1 500 ganger høyere enn hos personer som ikke kommer i kontakt med svin eller svinekjøtt til daglig. De siste årene har det vært rapportert store ubrudd med *S. suis* smitte fra svin til mennesker i Kina, dels på grunn av kontakt med sjuke dyr, dels på grunn av konsum av rått eller mangelfullt varmebehandlet kjøtt fra infiserte svin (39, 94).

Det er ikke kunnskap om forekomsten av *S. suis* i norsk svinekjøtt.

Referanser

1. Alexander T. Zoonoses. Proceedings of the 15th IPVS Congress, Birmingham, England. 1998; (1): 167-74.
2. Alfredsen S, Skjerve E. Epidemiology of mycobacterial infection in pigs in South-Western Norway. A meat inspection-based survey. Thesis for the Degree of Dr. Scient. Norges Veterinærhøgskole. 1993.
3. Anderson BC. Moist heat inactivation of *Cryptosporidium* sp. Am J Pub Health 1985; 75: 1433-4.
4. Anon. Microorganisms in food. Blackie Academic and professionals, London, UK 1998.
5. Antal EA, Høgåsen HR, Sandvik L, Mæhlen J. Listeriosis in Norway 1977-2003. Scand J Infect Dis 2007; 39: 398-404.
6. Arends JP, Zanan HC. Meningitis caused by *Streptococcus suis* in humans. Rev Inf Dis 1998; 10(1): 131-7.
7. Argueta C, Yoder S, Holtzman AE, Aronson TW, Glover N, Berlin OG, Stelma GN Jr, Froman S, Tomasek P. Isolation and identification of nontuberculous mycobacteria from foods as possible exposure sources. J Food Prot 2000; 63: 930-3.
8. Armand-Lefevre L, Ruimy R, Andrement A. Clonal comparison of *Staphylococcus aureus* isolates from healthy pig farmers, human controls, and pigs. Emerg Infect Dis 2005; 11:711-4.
9. Autio T, Sateri T, Fredriksson-Ahoma M, Rahko M, Lunden J, Korkeala H. *Listeria monocytogenes* contamination pattern in pig slaughterhouses. J Food Prot 2000; 63: 1438-42.
10. Beggs ML, Stevanova R, Eisenach KD. Species identification of *Mycobacterium avium* complex isolates by a variety of molecular techniques. J Clin Microbiol 2000; 38:508-12.
11. Berzins A, Hörman A, Lundén J, Korkeala H. Factors associated with *Listeria monocytogenes* contamination of cold-smoked pork products produced in Latvia and Lithuania. Int J Food Microbiol 2007; 115(2): 173-9.
12. Bjordal TJ, Olsen I, Jensen MR, Dahle UR, Holstad G, Djønne B. New probes for IS1245 and IS1311 restriction fragment length polymorphism of *Mycobacterium avium* subsp. *avium* and *Mycobacterium avium* subsp. *hominissuis* isolates of human and animal origin in Norway. BMC Microbiology 2007; 7: 14 doi: 10.1186/1471-2180-7-14.
13. Bonardi S, Brindani F, Pizzin G, Lucidi L, Dincau M, Liebana E, Morabito S. Detection of *Salmonella* spp., *Yersinia enterocolitica* and verocytotoxin-producing *Escherichia coli* O157 in pigs at slaughter in Italy. Int J Food Microbiol 2003; 85(1-2): 101-10.
14. Botone EJ. *Yersinia enterocolitica*: overview and epidemiologic correlates. Microb Infect 1999; 1: 323-33.
15. Caprioli A, Martelli F, Ostanello F, Bartolo Di, Ruggeri FM, Chiaro Del L, Tolari F. Detection of hepatitis E virus in Italian pig herds. Vet Rec Sept 2007; 22: 422-3.
16. Caprioli A, Morabito S, Brugère H, Oswald E. Enterohaemorrhagic *Escherichia coli*: emerging issues on virulence and modes of transmission. Vet Rec 2005; 36: 289-311.
17. Caugant DA, Aleksic S, Mollaret HH, Selander RK, Kapperud G. Clonal diversity and relationships among strains of *Yersinia enterocolitica*. J Clin Microbiol 1989; 27: 2678-83.
18. Cook AJC, Gilbert RE, Buffolano W, Zufferey J, Petersen E, Jenum PA, Foulon W, Semprini AE, Dunn DT. Sources of toxoplasma infection in pregnant women: European multicentre case-control study. European Research Network on Congenital Toxoplasmosis. BMJ 2000; 321: 142-7.
19. Davies RH, Dalziel R, Gibbens JC, Wilesmith JW, Ryan JMB, Evans SJ, Byrne C, Paiba GA, Pascoe SJS, Teale CJ. National survey for *Salmonella* in pigs, cattle and sheep at slaughter in Great Britain (1999-2000). J Appl Microbiol 2004; 96: 750-60.
20. de Neeling AJ, van den Broek MJ, Spalburg EC, van Santen-Verheuve MG, Dam-Deisz WD, Boshuizen HC, van de Giessen AW, van DE Huijsdens XW. High prevalence of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* in pigs. Vet Microbiol 2007; 122: 366-72.

21. Deurenberg RH, Vink C, Kalenic S et al. The molecular evolution of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. Clin Microbiol Infect 2007; 13: 222-35.
22. Dubey JP, Hill DE, Jones JL, Hightower AW, Kirkland E, Roberts J M, Marcet PL, Lehmann T, Vianna M C, Miska K, Sreekumar C, Kwok OC, Shen SK, Gamble HR. Prevalence of viable *Toxoplasma gondii* in beef, chicken, and pork from retail meat stores in the United States: risk assessment to consumers. J Parasit 2005; 91(5): 1082-93.
23. EARSS Annual Report 2006. Bilthoven: European Antimicrobial Resistance Surveillance System (EARSS) 2007.
24. Elstrøm P. Forekomst av MRSA i Norge i 2006. MSIS-rapport 2007; 35:22. www.msis.no.
25. Eriksson E, Nebrink E, Borch E, Aspan A, Gunnarsson A. Verocytotoxin-producing *Escherichia coli*157:H7 in the Swedish pig population. Vet Rec 2003; 152 (23): 712-7.
26. European Food Safety Authority (EFSA). The community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and foodborne outbreaks in the European Union in 2005. The EFSA Journal 2006; 94: 1-288. ISBN 978-92-9199-046-7. <http://www.efsa.europa.eu>.
27. Fayer R, Nerad T. Effects of low temperature on viability of *Cryptosporidium parvum* oocysts. Appl Environ Microbiol 1996; 62: 1431-3.
28. Fayer R, Trout JM, Jenkins MC. Infectivity of *Cryptosporidium parvum* oocysts stored in water at environmental temperatures. J parasitol 1998; 84: 1165-9.
29. Fayer R, Trout JM, Nerad T. Effects of wide range of temperatures on infectivity of *Cryptosporidium parvum* oocysts. J Eukaryot Microbiol 1996; 43: 45.
30. Feagins AR, Opriessnig T, Guenette DK, Halbur PG, Meng X-J. Detection and characterization of infectious Hepatitis E virus from commercial pig livers sold in local grocery stores in the USA. J Gen Virol 2007; 88: 912-7.
31. Flesjå KI, Ulvesæter HO. Pathological lesions in swine at slaughter. Acta Vet Scand 1979; 22: 272-82.
32. Fredriksson-Ahomaa M, Korkeala H. Low occurrence of pathogenic *Yersinia enterocolitica* in clinical, food and environmental samples: a methodological problem. Clin Microbiol Rev 2003; 16: 220-9.
33. Fredriksson-Ahomaa M, Stolle A, Stephan R. Prevalence of pathogenic *Yersinia enterocolitica* in pigs slaughtered at a Swiss abattoir Int J Food Microbiol 2007; Epub ahead of print.
34. Ghafir Y, China B, Dierick K, Zutter LD, Daube G. A seven-year survey of *Campylobacter* contamination in meat at different production stages in Belgium. J Food Microbiol 2007; 116: 111-20.
35. Giessen J, Fonville M, Bouwknecht M, Langelaar M, Vollema A. Seroprevalence of *Trichinella spiralis* and *Toxoplasma gondii* in pigs from different housing systems in The Netherlands. Vet Parasit 2007; 148 (3-4): 371-4.
36. Giovannacci I, Ragimbeau C, Queguiner S, Salvat G, Vendeuvre J-L, Carlier V, Ermet G. *Listeria monocytogenes* in pork and slaughtering and cutting plants use of RAPD, PFGE and PCR-REA for tracing and molecular epidemiology. Int J Food Microbiol 1999; 53: 127-40.
37. Gjerde B. Parasittære infeksjoner. In: Granum PE (ed.). Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner. Høyskoleforlaget, Kristiansand 2007; 284-332.
38. Goens SD, Perdue ML. Hepatitis E viruses in humans and animals. Anim Health Res Rev 2004; 5(2): 145-56.
39. Gottschalk M, Segura M, Xu J. *Streptococcus suis* infections in humans: the Chinese experience and the situation in North America. Anim Health Res Rev 2007; 8(1): 29-45.
40. Grahek-Ogden D, Schimmer B, Cudjoe KS, Nygård K, Kapperud G. Outbreak of *Yersinia enterocolitica* serogroup O:9 infection and processed pork, Norway. Emerg Infect Dis 2007 May; 13 (5): 754-6
41. Grundmann H, Aires-de-Sousa M, Boyce J et al. Emergence and resurgence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* as a public-health threat. Lancet 2006; 368: 874-85.

42. Guardabassi L, Stegger M, Skov R. Retrospective detection of methicillin resistant and susceptible *Staphylococcus aureus* ST398 in Danish slaughter pigs. *Vet Microbiol* 2007; 122: 384-6.
43. Hamnes IS, Gjerde B, Forberg T, Robertson LJ. Occurrence of *Cryptosporidium* and *Giardia* in suckling piglets in Norway *Vet Parasitol* 2007; 144: 222-33.
44. Handeland K, Refsum T, Johansen BS, Holstad G, Knutsen G, Solberg I, Schulze J Kapperud G. Prevalence of *Salmonella* Typhimurium infection in Norwegian hedgehog populations associated with two human disease outbreaks. *Epidemiol Infect* 2002; 128: 523-7.
45. Harp JA, Fayer R, Pesch BA, Jackson GJ. Effects of pasteurization on infectivity of *Cryptosporidium parvum* oocysts in water and milk. *Appl Environ Microbiol* 1996; 62: 2866-8.
46. Hauge K. Risk factors for sporadic *Campylobacter* infection. Results from a case-control study in Trøndelag, Central Norway. Project report for the degree of Master of Science, London School of Hygiene and Tropical Medicine, Department of Public Health and Policy 1996.
47. Heier B, Nygård K, Kapperud G. Campylobacteriose i Norge 2006. MSIS-rapport 2007; 35: 6. www.fhi.no.
48. Heier BT, Nygård K, Lassen J. Yersiniose i Norge 2006. MSIS-rapport 35: 11 www.fhi.no.
49. Heir E, Lindstedt BA, Nygård I, Vardund T, Hasseltvedt V, Kapperud G. Molecular epidemiology of *Salmonella* Typhimurium isolates from human sporadic and outbreak cases. *Epidemiol Infect* 2002; 128: 373-82.
50. Heir E, Lindstedt BA, Røtterud OJ, Vardund T, Kapperud G, Nesbakken T. Molecular epidemiology and disinfectant susceptibility of *Listeria monocytogenes* from meat processing plants and human infections. *Int J Food Microbiol* 2004; 96: 85-96.
51. Herremans M, Vennema H, Bakker J, van der Veer B, Duizer E, Benne CA, Waar K, Hendriks B, Schneeberger P, Blaauw G, Kooiman M, Koopmans MP. Swine-like hepatitis E viruses are a cause of unexplained hepatitis in the Netherlands. *J Viral Hepat* 2007; 14 (2): 140-6.
52. Hofshagen M, Nygård K, Hauge K. Trends and sources of zoonoses and zoonotic agents in humans, foodstuffs, animals and feedingstuffs. Annual report according to Council Directive 2003/99/EC. 2006; 1-86.
53. Huijsdens XW, van Dijke BJ, Spalburg E, van Santen-Verheuve MG, Heck ME, Pluister GN, Voss A, Wannet WJ, de Neeling AJ. Community-acquired MRSA and pig-farming. *Ann Clin Microbiol Antimicrob* 2006; 5: 26.
54. Jenum PA, Kapperud G, Stray-Pedersen B, Melby KK, Eskild A, Eng J. Prevalence of *Toxoplasma gondii* specific immunoglobulin G antibodies among pregnant women in Norway. *Epidemiol Infect* 1998; 120: 87-92.
55. Jenum PA. Diagnosis and epidemiology of *Toxoplasma gondii* infection among pregnant women in Norway. Research thesis for the degree of Dr. Med. National Institute of Public Health, and The Faculty of Medicine, University of Oslo 1999.
56. Johannessen GS, Kapperud G, Kruse H. Occurrence of pathogenic *Yersinia enterocolitica* in Norwegian pork products determined by a PCR method and a traditional culturing method. *Int. J. Food microbial*. 2000; 54: 75-80.
57. Johnsen G, Wasteson Y, Heir E, Berget OI, Herikstad H. *Escherichia coli* O157:H7 in faeces from cattle, sheep and pigs in the southwest part of Norway during 1998 and 1999. *Int J Food Microbiol* 2001; 65: 193-200.
58. Johnsen G, Zimmermann 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; 1-6 from: <http://www.actavetscand.com/content/1/1/4>.
59. Jones TF, Kellum ME, Porter SS, Bell M, Schaffner W. An outbreak of community-acquired foodborne illness caused by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Emerg Infect Dis* 2002; 8: 82-4.
60. Jore S. Baseline survey on the prevalence of *Salmonella* in slaughter pigs in Norway. Final report. National Veterinary Institute, Oslo, Norway 2007.

61. Juhasz-Kaszanyitzky E, Janosi S, Somogyi P, Dan A, van der Graaf-van Bloois, van DE Wagenaar JA. MRSA transmission between cows and humans. *Emerg Infect Dis* 2007; 13: 630-2.
62. Kapperud G, Andersson Y, Arneborn M. Kasus-kontroll-undersøkelse av *Listeria*-infeksjon. TemaNord, Nordisk ministerråd, København 2000; 502.
63. Kapperud G, Espeland G, Wahl E, Walde A, Herikstad H, Gustavsen S, Tveit I, Natås O, Bevanger L, Digranes A. Factors associated with increased and decreased risk for *Campylobacter* infection: a prospective case-control study in Norway. *Am J Epidemiol* 2003; 158: 234-42.
64. Kapperud G, Jenum PA, Stray-Pedersen B, Melby KK, Eskild A, Eng J. Risk factors for *Toxoplasma gondii* infection in pregnancy: Results of a prospective case-control study in Norway. *Am J Epidemiol* 1996; 144: 405-12.
65. Kapperud G, Lassen J, Hasseltvedt V. *Salmonella* infections in Norway: Descriptive epidemiology and a case-control study. *Epidemiol Infect* 1998; 121: 569-77.
66. Kapperud G, Lassen J, Lauwers S, Rosef O. Serotyping and biotyping of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* from sporadic cases and outbreaks in Norway. *J Clin Microbiol* 1984; 19: 157-60.
67. Kapperud G, Lassen J, Stenwig H. Epidemiology of *Salmonella typhimurium* O:4-12 in Norway: Evidence of transmission from an avian wildlife reservoir. *Am J Epidemiol* 1998; 147: 774-82.
68. Kapperud G, Nesbakken T, Dommarsnes K, Aleksic S, Mollaret H. H. Comparison of restriction endonuclease analysis and phenotypic typing methods for differentiation of *Yersinia enterocolitica* isolates. *J Clin Microbiol* 1990; 28: 1125-31.
69. Kapperud G, Rosef O. Avian wildlife reservoir of *Campylobacter fetus* subsp. *jejuni*, *Yersinia* spp., and *Salmonella* spp. in Norway. *Appl Environ Microbiol* 1983; 45: 375-80.
70. Kapperud G, Skjerve E, Bean NH, Ostroff SM, Lassen J.. Risk factors for sporadic *Campylobacter* infections: results of a case-control study in southeastern Norway. *J Clin Microbiol* 1992; 30: 3117-21.
71. Kapperud G, Slome SB. *Yersinia enterocolitica* infections. In: Evans AS, Brachman PS (eds.). *Bacterial infections of humans*. 3rd ed. Plenum Publishing Corporation, New York, USA 1998; 859-73.
72. Kapperud G. *Campylobacter*. In: Granum PE (ed.). *Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner*. Høyskoleforlaget, Kristiansand 2007; 83-97.
73. Kapperud G. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner – Forekomst og betydning. In: Granum PE (ed.). *Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner*. Høyskoleforlaget, Kristiansand. 2007; 27-47.
74. Kapperud G. *Salmonella*. In: Granum PE (ed.) *Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner*. Høyskoleforlaget, Kristiansand 2007; 117-35.
75. Kapperud G. *Yersinia enterocolitica*. In: Granum PE (ed.). *Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner*. Høyskoleforlaget, Kristiansand 2007; 165-77.
76. Kaufmann M, Zweifel C, Blanco M, Blanco JE, Blanco J, Beutin L, Stephan R. *Escherichia coli* O157 and non-O157 Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in fecal samples of finished pigs at slaughter in Switzerland. *J. Food Prot.* 2006; 69(2): 260-6.
77. Khanna T, Friendship R, Dewey C, Weese JS. Methicillin resistant *Staphylococcus aureus* colonization in pigs and pig farmers. *Vet Microbiol* 2007; doi:10.1016/j.vetmic.2007.10.006.
78. Klun I, Djurkovic-Djakovic O, Katic-Radivojevic S, Nikolic A. Cross-sectional survey on *Toxoplasma gondii* infection in cattle, sheep and pigs in Serbia: Seroprevalence and risk factors. *Vet Parasit* 2006; 135(2): 121-31.
79. Kluytmans J, van LW, Goessens W, Hollis R, Messer S, Herwaldt L, Bruining H, Heck M, Rost J van LN. Food-initiated outbreak of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* analyzed by pheno- and genotyping. *J Clin Microbiol* 1995; 33: 1121-8.
80. L`Abée-Lund.T, Wold A, Strand E, Sørnum H. Post-operative MRSA-infection in a horse – a case report. Norsk forening for mikrobiologi Mikrobiologisk vintermøte 2003.

81. Lassen J, Heir E. Innenlandsk utbrudd av infeksjon forårsaket av enterohemoragisk E. coli (EHEC) sommeren 1999. MSIS-rapport 1999; 7: 43.
82. Leblanc D, Ward P, Gagné M-J, Poitras E, Müller P, Trottier Y-L, Simrad C, Houde A. Presence of hepatitis E virus in naturally infected swine herd from nursery to slaughter. *Int J Food Microbiol* 2007; 117: 160-6.
83. Lin CM, Takeuchi K, Zhang L, Dohm CB, Meyer JD, Hall PA, Doyle MP. Cross-contamination between processing equipment and deli meats by *Listeria monocytogenes*. *J Food Prot* 2006; 69(1): 71-9.
84. Lindblad M, Lindmark H, Lambertz ST, Lindquist R. Microbiological baseline study of swine carcasses at Swedish slaughterhouses. *J Food Prot* 2007; 70(8): 1790-7.
85. Lindstedt BA, Brandal., Aas L, Vardund T, Kapperud G. Study of polymorphic variable-number of tandem repeats loci in the ECOR collection and in a set of *Escherichia coli* and *Shigella* isolates for use in a genotyping assay. *J Microbiol Methods* 2007 Apr; 69(1):197-205. Epub 2007 Jan 13.
86. Lindstedt BA, Heir E, Vardund T, Melby KK, Kapperud G. Comparative fingerprinting analysis of *Campylobacter jejuni* subsp. *jejuni* strains by amplified-fragment length polymorphism genotyping. *J Clin Microbiol* 2000; 38: 3379-87.
87. Lindstedt BA, Tham W, Danielsson-Tham ML, Vardund T, Kapperud G. Multiple-locus variable-number tandem-repeats analysis of *Listeria monocytogenes* using multicolour capillary electrophoresis and comparison with pulsed-field gel electrophoresis typing. *J Microbiol Methods*. 2007 (accepted for publication).
88. Lindstedt BA, Torpdahl M, Møller Nielsen E, Vardund T, Aas L, Kapperud G. Harmonization of the multiple-locus variable-number tandem repeat analysis method between Denmark and Norway for typing *Salmonella* Typhimurium isolates and closer examination of the VNTR loci. *J Appl Microbiol* 2007; 102: 728-35.
89. Lindstedt BA, Vardund T, Aas L, Kapperud G. Multiple-locus variable-number tandem-repeats analysis of *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Typhimurium using PCR multiplexing and multicolor capillary electrophoresis. *J Microbiol Methods* 2004; 59: 163-72.
90. Lindstedt BA, Vardund T, Kapperud G. Multiple-locus variable-number tandem-repeats analysis of *Escherichia coli* O157 using PCR multiplexing and multi-colored capillary electrophoresis. *J Microbiol Methods* 2004; 8: 213-22.
91. Litrup E, Torpdahl M, Nielsen EM. Multilocus sequence typing performed on *Campylobacter coli* isolates from humans, broilers, pigs and cattle originating in Denmark. *J Appl Microbiol* 2007; 103: 210-8.
92. Lium B, Jenssen T. System for omsetning av spesifikt patogen frie (SPF) livdyr av svin. Sluttrapport SND prosjekt 6004. 1996; 1-16.
93. Lowy FD. Staphylococcus aureus infections. *N Engl J Med* 1998; 339: 520-32.
94. Lun Z-R, Wang Q-P, Chen, X-G, Li A-X, Zhu XQ. *Streptococcus suis*: an emerging zoonotic pathogen. <http://infection.thelancet.com> (7) March 2007.
95. Lunden A, Uggla A. Infectivity of *Toxoplasma gondii* in mutton following curing, smoking, freezing or microwave cooking. *Int J Food Microbiol* 1992; 15: 357-63.
96. Lyngstad T, Hopp P, Hofshagen M, Bergsjø B, Bruheim T, Eikenæs O, Flesjå K, Øvsthus B. The surveillance and control programmes for *Salmonella* in live animals, eggs and meat in Norway. In: Brun E, Hellberg H, Mørk T, Jordsmyr HM (eds.). Surveillance and control programmes for terrestrial and aquatic animals in Norway. Annual report 2006. National Veterinary Institute, Oslo, Norway 2007; 21-9.
97. Martinez I, Rørvik LM, Brox V, Lassen J, Seppola M, Gram L, Fonnesbech-Vogel B. Genetic variability among isolates of *Listeria monocytogenes* from food products, clinical samples and processing environment, estimated by PAPD typing. *Int. J. Food. Microbiol.* 2003; 84: 285-97.
98. McEvoy JM, Moriarty EM, Duffy G, Sheridan JJ, Blair IS, McDowell D. Effect of commercial freeze/tempering process on viability of *Cryptosporidium parvum* oocysts on lean and fat beef trimmings. *Meat Science* 2004; 67: 559-64.

99. Meldal H, Nygård K, Heier B, Hadju A. Varsler om mistenkte utbrudd av sykdommer i Norge 2006. MSIS-rapport 2007; 35: 5. www.fhi.no.
100. Meng J, Doyle MP. Microbiology of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in foods. In: Kaper JB, O'Brien AD (eds), *Escherichia coli* O157:H7 and other Shiga toxin-producing *E. coli* strains. Am Soc Microbiol, Washington DC 1998; 92-108.
101. Meng XJ, Wiseman B, Elvinger F, Guenette DK, Toth TE, Engle RE, Emerson SU, Purcell RH. Prevalence of antibodies to hepatitis E virus in veterinarians working with swine and in normal blood donors in the United States and other countries. J of Clin Microbiol 2002; 40: 117-22.
102. Mevius DJ, van Pelt W (eds.). MARAN 2005, Monitoring of Antimicrobial Resistance and Antibiotic Usage in Animals in the Netherlands in 2005. Food and Consumer Product Safety Authority (VWA), Netherlands, 2006.
103. Milnes AS, Stewart I, Clifton-Hadley FA, Davies RH, Newell DG, Sayers AR, Cheasty T, Cassar C, Ridley A, Cook AJC, Evans SJ, Teale CJ, Smith RP, McNally A, Toszeghy M, Futter R, Kay A, Paiba GA. 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 2007; Jul 26: 1-13. Epub ahead of print.
104. Moreillon P, Oue YA, Glauser MP. Staphylococcus aureus (including Staphylococcal Toxic Shock). In: Mandell, Douglas and Bennett's principles and practice of infectious diseases. 6. utg. Philadelphia: Churchill Livingstone 2005.
105. Nasjonalt folkehelseinstitutt. Overføring av MRSA mellom dyr og mennesker. Nasjonalt folkehelseinstituttets nettside 2007. www.fhi.no.
106. Nasjonalt folkehelseinstitutt. Smittevernhandbok for kommunehelsetjenesten. 3. utgave. Nasjonalt folkehelseinstitutt, Oslo 2005. www.fhi.no.
107. Nesbakken T, Eckner K, Høidal HK, Røtterud OJ. Occurrence of *Yersinia enterocolitica* and *Campylobacter* spp in slaughter pigs and consequences for meat inspection, slaughtering, and dressing procedures. Int J Food Microbiology 2003; 80: 231-40.
108. Nesbakken T, Gondrosen B, Kapperud G. Investigation of *Yersinia enterocolitica*, *Yersinia enterocolitica*-like bacteria, and thermotolerant campylobacters in Norwegian pork products. Int J Food Microbiol 1985; 1: 311-20.
109. Nesbakken T, Iversen T, Eckner K, Lium B. Testing of pathogenic *Yersinia enterocolitica* in pig herd based on the natural dynamic of infection. Int J Food and Microbiol 2006; 111: 99-104.
110. Nesbakken T, Iversen T, Lium B. Pig herds free from human pathogenic *Yersinia enterocolitica*. Emerg Infect Dis 2007 Dec. Epub ahead of print.
111. Nesbakken T, Kapperud G, Caugant DA. Contamination pathways of *Listeria monocytogenes* in the meat processing industry. Int J Food Microbiol 1996; 31: 161-71.
112. Nesbakken T, Kapperud G, Dommarsnes K, Skurnik M, Hornes E. Comparative study of a DNA hybridization method and two isolation procedures for detection of *Yersinia enterocolitica* O:3 in naturally contaminated pork products. Apl Environ Microbiol 1991; 57: 389-94.
113. Nesbakken T, Kapperud G. *Yersinia enterocolitica* and *Yersinia enterocolitica*-like bacteria in Norwegian slaughter pigs. Int J Food Microbiol 1985; 1: 301-9.
114. Nesbakken T, Nerbrink E, Røtterud OJ, Borch E. Reduction of *Yersinia enterocolitica* and *Listeria* spp. on pig carcasses by enclosure of the rectum during slaughter. Int J Food Microbiol 1994; 23: 197-208.
115. Nesbakken T. Aspects of the epidemiology of *Yersinia enterocolitica*, with special reference to the pig as a potential source of human infection. Research thesis for the degree of Dr. Med. Vet., Norwegian College of Veterinary Medicine, Oslo, Norway 1991.
116. Nesbakken T. Enumeration of *Yersinia enterocolitica* O:3 from the porcine oral cavity, and its occurrence on cut surfaces of pig carcasses and the environment in a slaughterhouse. Int J Food Microbiol 1988; 6(4): 287-93.

117. Nesbakken T. *Yersinia enterocolitica*. In: Fratamico PM, Bhunia AK, Smith JL (eds.). Foodborne pathogens: Microbiology and Molecular Biology.: Caister Academic Press, Norwich UK 2005; 228-49.
118. Nesbakken T. *Yersinia enterocolitica*. In: Motarjemi Y, Adams, M (eds.). Emerging Food Pathogens. Woodhead Publishing Ltd. Cambridge, UK 2005.
119. Nesbakken T. *Yersinia* species. In: Lund BM, Baird-Parker TC, Gould GW (eds.). The microbiological safety and quality of food. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publisher Inc. 2000; 1363-93.
120. Nielsen B, Wegener HC. Public health and pork products: regional perspectives of Denmark. Rev Sci Tech 1997; 16(2): 513-24.
121. Nightingale SD, Byrd LT, Southern PM, Jockusch JD, Cal SX, Wynne BA. Incidence of *Mycobacterium avium*-intracellulare complex bacteremia in human immunodeficiency virus-positive patients. Infect Dis 1992; 165: 1082-5.
122. NORM/NORM-VET 2003. Usage of Antimicrobial Agents and Occurrence of Antimicrobial Resistance in Norway. NORM/NORM-VET, Tromsø /Oslo 2004.
123. Nørrung B, Andersen JK, Schlundt J. Incidence and control of *Listeria monocytogenes* in foods in Denmark. Int J food Microbiol 1999; 53: 195-203.
124. Nygård K, Schimmer B, Søbstad O, Walde AK, Tveit I, Langeland N, Hausken T, Aavitsland P. A large community outbreak of waterborne giardiasis - delayed detection in a non-endemic urban area. BMC Public Health 2006; 6: 141.
125. Nygård K, Vold L, Robertson L, Lassen J. Underdiagnostiseres innenlandssmittede Cryptosporidium- og Giardia-infeksjoner i Norge? Tidsskrift for Den norske lægeforening 2003; 123: 3406-9.
126. Nygård K, Vold L, Stavnes TL, Lassen J. Salmonellose i Norge 2006. MSIS-rapport 2007; 35: 6. www.fhi.no.
127. Oporto B, Estban JI, Aduriz G, Juste RA, Hurtado A. Prevalence and strain diversity of thermophilic campylobacters in cattle, sheep and swine farms. J Appl Microbiol 2007; 103: 977-84.
128. Oppegaard H, Mørk T. Påvisning av meticillin-resistente *Staphylococcus haemolyticus* isolert fra melkeku med mastitt. Norsk Veterinærtidsskrift 1997; 109: 508-9.
129. Ostroff SM, Kapperud G, Hutwagner LC, Nesbakken T, Bean NH, Lassen J, Tauxe RV. Sources of sporadic *Yersinia enterocolitica* infections in Norway: a prospective case-control study. Epidemiol Infect 1994; 112: 133-41.
130. Refsum T, Handeland K, Baggesen DL, Holstad G, Kapperud G. *Salmonella* infections in avian wildlife in Norway 1969-2000. Appl Environ Microbiol 2002; 68: 5595-9.
131. Refsum T. *Salmonella* infections in wild-living birds and hedgehogs in Norway. Research thesis for the degree of Dr. Med. Vet., Norwegian School of Veterinary Science and National Veterinary Institute, Oslo 2003.
132. Robertson L, Hermansen JL, Gjerde BK. Occurrence of *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts in sewage in Norway. Appl Environ Microbiol 2006; 72: 5297-303.
133. Robertson L, Gjerde JB, Forberg T, Haugejorden G, Kielland C. A small outbreak of human cryptosporidiosis associated with calves at a dairy farm in Norway. Scand J Infect Dis 2006; 38: 810-3.
134. Robertson LJ, Campbell AT, Smith HV. Survival of *Cryptosporidium parvum* oocysts under various environmental pressures. Appl Environ Microbiol 1992; 58: 3494-500.
135. Rørvik LM, Aase B, Alvestad T, Caugant DA. Molecular epidemiological survey of *Listeria monocytogenes* in broilers and poultry products. J. Appl. Microbiol. 2003; 94: 633-40.
136. Rørvik LM, Aase B, Alvestad T, Caugant DA. Molecular epidemiological survey of *Listeria monocytogenes* in seafoods and seafood-processing plants. Appl. Environ. Microbiol. 2000; 66: 4779-84.

137. Rørvik LM, Yndestad M. *Listeria monocytogenes* in foods in Norway. Int J Food Microbiol 1991; 13(2): 97-104.
138. Rosef O, Kapperud G, Lauwers S, Gondrosen B. Serotyping of *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli*, and *Campylobacter lariidis* from domestic and wild animals. Appl Environ Microbiol 1985; 49: 1507-10.
139. Rutjes SA, Lodder, WJ, Bouwknecht M, Husman de Roda AM. Increased hepatitis E virus prevalence on Dutch pig farms from 33 to 55 % by using appropriate internal quality controls for RT-PCR. J Virol Methods 2007; 143(1): 112-6.
140. Sæbø A. *Yersinia enterocolitica* infection in Norway. A study on prevalence, epidemiology, and acute and chronic manifestations. Research thesis for the degree of Dr. Med. Institute of Surgery, University of Bergen 1995.
141. Schimmer B and the outbreak investigation team. Outbreak of haemolytic uraemic syndrome in Norway: update. 2006 Euro Surveill 11: 4.
142. Schimmer B, Nygård K, Eriksen HM, Lassen J, Lindstedt BA, Brandal LT, Kapperud G, Aavitsland P. Outbreak of haemolytic uraemic syndrome in Norway caused by *stx2a*-positive *Escherichia coli* O103:H25 traced to cured mutton sausages. Manuscript submitted.
143. Schouten JM, van de Giessen AW, Frankena K, De Jong MCM, Graat EAM. *Escherichia coli* O157 prevalence in Dutch poultry, pig finishing and veal herds and risk factors in Dutch veal herds. Prev Vet med 2005; 70(1-2): 1-15.
144. Skjerve E, Tharaldsen J, Waldeland H, Kapperud G, Nesbakken T. Antibodies to *Toxoplasma gondii* in Norwegian slaughtered sheep, pigs and cattle. Bull. Scand. Soc. Parasitol. 1996; 6: 11-7.
145. Skjerve E, Lium B, Nielsen B, Nesbakken T. Control of *Yersinia enterocolitica* in pigs at herd level. Int J Food Microbiol 1998; 45: 195-203.
146. Taylor RH, Falkinham JO 3rd, Norton CD, LeChevallier MW. Chlorine, chloramine, chlorine dioxide, and ozone susceptibility of *Mycobacterium avium*. Appl Environ Microbiol 2000; 66: 1702-5.
147. Thévenot D, Dernburg A, Vernozy-Rozand C. An updated review of *Listeria monocytogenes* in the pork meat industry and its products. J appl Microbiol 2006; 101: 7-17.
148. Thorel MF, Huchmeyer H, Weiss R, Fontaine JJ. *Mycobacterium avium* infections in animals. Literature review. Vet Res 1997; 28: 439-47.
149. Thorstensen Brandal L, Lindstedt BA, Aas L, Stavnes TL, Lassen J, Kapperud G. Octaplex PCR and fluorescence-based capillary electrophoresis for identification of human diarrheagenic *Escherichia coli* and *Shigella* spp. J Microbiol Methods 2007; 68: 331-41.
150. Torpdahl M, Sørensen G, Lindstedt BA, Møller Nielsen E. Tandem repeat analysis for surveillance of human *Salmonella* Typhimurium infections. Emerging Infectious Diseases 2007; 13: 388-95.
151. Tranter HS. Foodborne staphylococcal illness. Lancet 1990; 336: 1044-6.
152. Valkenburgh S, van Oosterom R, Stenvers O, Aalten M, Braks M, Schimmer B et al. (eds.). Zoonoses and Zoonotic Agents in Humans, Food, Animal and Feed in the Netherlands 2003-2006. Bilthoven, RIVM 2007.
153. van Duijkeren E, Ikawaty R, Broekhuizen-Stins MJ, Jansen MD, Spalburg EC, de Neeling AJ, Allaart JG, van Nes A, Wagenaar JA, Fluit AC. Transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains between different kinds of pig farms. Vet Microbiol 2007; In press. Epub ahead of print.
154. van Duijkeren E, Jansen MD, Flemming CS, de Neeling AJ, Wagenaar JA, Schoormans AHW, van Nes A, Fluit AC. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in pigs with exudative epidermitis. Emerg Infect Dis 2007; Epub ahead of print.
155. van Loo I, Diederiksen B, Savelkoul P et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in meat products, the Netherlands. Crit Rev Microbiol 2007; 13: 11.
156. Varela NP, Friendship RM, Dewey CE. Prevalence of *Campylobacter* spp. isolated from grower-finisher pigs in Ontario. Can Vet J 2007; 48 (5): 515-7.
157. Vold L, Nygård K, Kapperud G. Listeriose i Norge 2006. MSIS-rapport 2007 35: 3. www.msis.no.
158. Vold L, Nygård K, Lassen J. EHEC-infeksjoner i Norge 2006. MSIS-rapport 2007; 35: 11. www.fhi.no.

159. Voss A, Loeffen F, Bakker J, Klaassen C, Wulf M. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in pig farming. *Emerg. Infect Dis* 2005; 11: 1965-6.
160. Wahl E, Bevanger L. Utbrudd av giardiasis i en barnehage i Trondheim. *Tidsskrift for Den norske lægeforening* 2007; 127: 184-6.
161. Wang YC, Zhang HY, Xia NS, Peng G, Lan HY, Zhuang H, Zhu YH, Li SW, Tian KG, Gu WJ, Lin JX, Wu X, Li HM, Harrison TJ. Prevalence, isolation, and partial sequence analysis of hepatitis E virus from domestic animals in China. *J Med Virol* 2002; 67 (4): 516-21.
162. Warnekulasuriya M R, Johnson JD, Holliman RE. Detection of *Toxoplasma gondii* in cured meats. *Int J Food Microbiol* 1998; 45: 211-5.
163. Wasteson Y. Epidemiology of VTEC in non-ruminant animals, p. 149-160. In G. Duffy, P. Garvey, McDowell DA (eds.), *Verocytotoxigenic E. coli*. Food & Nutrition Press, Inc., Trumbull, Connecticut, USA) 2001.
164. Witte W, Strommenger B, Stanek C, Cuny C. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* ST398 in humans and animals, Central Europe *Emerg Infect Dis* 2007; 13: 255-8.
165. Wulf M, van NA, Eikelenboom-Boskamp A, de VJ, Melchers W, Klaassen C, Voss A. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in veterinary doctors and students, the Netherlands. *Emerg Infect Dis* 2006; 12: 1939-41.
166. Yazaki Y, Mizuo H, Takahashi M, Nishizawa T, Sasaki N, Gotanda Y, Okamoto H. Sporadic acute or fulminant hepatitis E in Hokkaido, Japan, may be food-borne, as suggested by the presence of hepatitis E virus in pig liver as food. *J Gen Virol* 2003; 84: 2351-7.
167. Yazdankhah S, Nesbakken T, Kapperud G. A preliminary risk assessment of *Yersinia enterocolitica* in the food chain: some aspects related to human health in Norway. Vitenskapskomiteen for mattrygghet 2005. www.vkm.no.

Delrapport IV · 13/2007



Kunnskapsstatus knyttet til mattrygghet og smittespredning

— Kjøtt og kjøttprodukter fra fjørfe

*Magne Kaldhusdal
Kofitsyo Cudjoe
Berit Djønné
Inger Sofie Hamnes
Merete Hofshagen
Gro Johannessen
Anne Margrete Urdahl*

*Georg Kapperud
Karin Nygård
Petter Elstrøm
Line Vold
Berit Tafjord Heier
Preben Aavitsland*



Veterinærinstituttet
National Veterinary Institute

 **folkehelseinstituttet**

Innhold

Innhold	100
Sammendrag og konklusjoner	101
Innledning.....	102
De vurderte agens.....	103
<i>Salmonella</i>	103
<i>Campylobacter</i>	105
Verotoksinproduserende <i>E. coli</i> (VTEC)	107
<i>Yersinia</i>	109
<i>Toxoplasma</i>	111
<i>Clostridium perfringens</i>	113
<i>Cryptosporidium</i>	114
Referanser	115

Sammendrag og konklusjoner

Epidemiologiske undersøkelser av matbårne infeksjonssjukdommer viser at agens forblir ukjent i en betydelig del av de undersøkte tilfellene. En litteraturstudie av humanpatogene agens som kan overføres via konsum av kjøtt vil derfor sannsynligvis ikke gi det fulle og hele bildet av hvilke agens som er viktigst. Men rapporten gir en oppsummering av det vi vet nå.

For alle agens gjelder generelt at grundig varmebehandling og/eller andre produksjonsprosesser som frysing, tørking, speking etc. vil ha en reduserende effekt på mengden agens tilstede fra råvare til ferdig produkt. Den reelle effekt slike prosesser vil ha på risikoen for menneskers helse er ikke diskutert i denne rapporten.

Rapporten påpeker mange kunnskapshull når det gjelder bruk av fjørfe som råvare i matproduksjon og den eventuelle risiko for menneskers helse slik bruk vil kunne medføre. Konklusjonene vedrørende risiko bør ses i lys av dette.

Dagens metoder for slakting av fjørfe innebærer en viss grad av tilsøling av slakteskrotten med avføring. Dette stiller spesielt store krav til forebyggende tiltak mot overføring av humanpatogener via fjørfekjøtt.

Det er liten risiko for at fjørfekjøtt produsert i Norge skal inneholde *Salmonella*. Denne vurderingen er begrunnet i den lave forekomsten av *Salmonella* hos fjørfe i Norge, slik denne er dokumentert gjennom et overvåkningsprogram. Forekomsten av *Salmonella* vil ofte være høyere i importert fjørfekjøtt som ikke kommer fra Sverige og Finland.

Den best dokumenterte risikoen for forekomst av humanpatogener i norsk fjørfekjøtt skriver seg fra *Campylobacter*. Risikoen for innhold av *Campylobacter* i fjørfekjøtt produsert i Norge varierer med årstida. Risikoen vurderes som middels i juni-september, og liten i resten av året.

Det er for lite kunnskap om forekomsten av *Yersinia*, *Toxoplasma*, *Cryptosporidium* og verotoksinproduserende *E. coli* hos fjørfe i Norge til å trekke noen konklusjon om fjørfekjøtt som råvare i matvareproduksjon kan inneholde slike mikrober.

Risikoen for at fjørfekjøtt skal inneholde *Clostridium perfringens* er trolig middels til stor, men det er for lite kunnskap til å konkludere om norsk fjørfekjøtt som råvare i matvareproduksjonen kan inneholde enterotoksinproduserende *C. perfringens*.

På bakgrunn av forekomsten av *Salmonella*, *Campylobacter* og *Toxoplasma* i norsk villfauna, er det av interesse å undersøke om fjørfe med tilgang til utearealer representerer en økt smitterisiko for disse mikroben.

Tabell 1. Oversikt over aktuelle agens i fjørfekjøtt. Agens som ikke er nærmere omtalt er oppført med en referanse som finnes i referanselista.

Agens	Sannsynlighet for forekomst av agens i norskproduserte fjørfekjøttprodukter	Referanser
<i>Salmonella</i>	Neglisjerbar til liten	Se teksten
<i>Campylobacter</i>	Middels	Se teksten
<i>Listeria</i>	Ukjent	4
<i>E. coli</i> (VTEC)	Ukjent	Se teksten
<i>Yersinia</i>	Ukjent	Se teksten
<i>Toxoplasma</i>	Ukjent	Se teksten
Aviært influensavirus, høypatogent	Ukjent	89
<i>Bacillus cereus</i> (enterotoksigen)	Ukjent	79
<i>Clostridium perfringens</i> (enterotoksigen)	Ukjent, men middels til stor for <i>Clostridium perfringens</i> generelt	Se teksten
<i>Clostridium botulinum</i>	Ukjent	77
<i>Cryptosporidium</i>	Ukjent	Se teksten
<i>Giardia</i>	Ukjent	56
<i>Serpulina pilosicoli</i>	Ukjent	33
<i>Staphylococcus aureus</i> (enterotoksigen)	Ukjent	23
<i>Staphylococcus aureus</i> (meticillin-resistent) (MRSA)	Ukjent	65
Vancomycin-resistente enterokokker (VRE)	Middels til stor, men synkende?	34, 48

Innledning

Mange mikrobearter som infiserer fjørfe har et zoonotisk potensiale, og noen av dem som kan overføres med fjørfekjøtt er listet i tabell 1 (se Sammendrag og konklusjoner). De artene som er nærmere omtalt i denne rapporten vurderes som viktigst i dagens situasjon. De øvrige vurderes som noe eller vesentlig mindre betydningsfulle matbårne agens i Norge i dag, og for disse er det kun vist til referanser i tabellen i dette avsnittet. Denne rangeringen av agens må tolkes forsiktig. Den er for det første ikke knyttet bare til en vurdering av fjørfekjøtt; forekomsten hos andre husdyr og vilt i Norge har også betydning. For det andre vil ny kunnskap om den nåværende situasjonen så vel som faktiske endringer i forholdet mellom mikrober og mennesker kunne endre bildet. Som tabellen under viser, så er mye ukjent når det gjelder forekomst av humanpatogene mikrober i norskproduserte fjørfekjøttprodukter.

Et særtrekk ved fjørfe er slaktemetoden. Dyra slaktes på en måte som eksponerer slakteskroten for tarmbakterier i større grad enn det som er vanlig ved slakting av større dyr. Dersom tarmfloraen omfatter humanpatogene mikrober, er risikoen for kontaminering av kjøttet stor. Dette stiller store krav til forebyggende tiltak mot tarmkolonisering med patogener, til kontroll av slakteskrott og produkt, samt til etterbehandling av slakteskrott og produkt ved mistanke om risiko for kontaminering.

Norske myndigheter stimulerer til økt utbredelse av økologisk drift og andre typer husdyrhold som innebærer at dyra har tilgang til utearealer. Dette vil trolig føre til en gradvis økt utbredelse av slike driftsformer også i fjørfekjøttproduksjonen. En slik utvikling vil sannsynligvis også ha en viss betydning for fjørfe som kilde til matbårne infeksjoner hos mennesker.

De vurderte agens

Salmonella

Agens som patogen i matvarer

Salmonellose er en sykdom hos dyr og mennesker forårsaket av bakterier innenfor slekten *Salmonella*. Det finnes over to tusen ulike varianter av salmonellabakterier, og de fleste kan gi sykdom hos mange arter inkludert menneske. Det finnes friske smittebærere blant både dyr og mennesker. Bakteriene skilles ut med avføring, og de viktigste smittemåter for mennesker er ved inntak av forurenset mat og vann og ved kontakt med infiserte dyr eller mennesker. For dyr er fôret en viktig smittekilde.

Salmonella vil overføres til kjøtt i forbindelse med fekal forurensning av slakt. *Salmonella* overlever godt frysing.

Forekomst hos fjørfe i Norge

I 1995/96 ble "Overvåkings- og kontrollprogrammet for *Salmonella* i ferskt kjøtt og ferskt fjørfekjøtt" etablert. Gjennom dette er det dokumentert at *Salmonella* meget sjelden påvises i norsk fjørfekjøtt og norsk fjørfeproduksjon og at forekomsten ligger under 0,1 %. Siden 1996 er det kun rapportert om åtte positive slaktekyllingflokker, tre kalkunflokker, tre verpehønsflokker og én foreldredryrflokk. I fjørfekjøtt (representert ved halsskinnprøver og prøver fra kjøttskrap i produksjonsbedrifter) er det siden 1996 kun rapportert om fire positive funn – alle halsskinn - tre av disse fra verpehønsflokker. *S. Enteritidis* har aldri blitt funnet i norsk fjørfeproduksjon bortsett fra ett funn våren 2007 i en flokk fra en helt nyoppstartet slaktekyllingprodusent.

I den EU-initierte "baselinestudien" (14, 15) for *Salmonella* hos slaktekylling som ble gjennomført i 2005-2006, ble én av 320 undersøkte flokker funnet positiv. I "baselinestudien" for *Salmonella* hos verpehøns (2004-2005) (13) var ingen av 318 undersøkte flokker positive.

I Norge har en del importert fjørfekjøtt blitt undersøkt for *Salmonella* i perioden 1999 – 2004 (SNTs/ Mattilsynets Mikrobiologiske kartleggings- og kontroll-programmer). Kort oppsummert ble over 8000 prøver fra fjørfekjøtt undersøkt. Ettersom en del av prøvene ble undersøkt som samleprøver er det vanskelig å angi en bestemt prevalens av positive funn, men mellom 0,7 – 3,1 % av prøvene var positive for *Salmonella*.

Internasjonal kunnskap/erfaring

De to serotypene av *Salmonella* som er mest patogene for fjørfe (*S. Pullorum* og *S. Gallinarum*) har liten betydning for folkehelsen. Det er de serotypene som vanligvis gir få eller ingen symptomer hos fjørfe som kan gi matbåren sykdom hos menneske. Svært mange serotyper har vært isolert fra fjørfe, og i USA er det gjort undersøkelser som viser at en stor del av de serotypene som oftest rapporteres som sjukdomsårsak hos menneske også er blant de som er vanligst hos høns og kalkun i samme tidsperiode (17).

Resultater fra de såkalte "baselinestudiene" som er gjennomført i alle EU-land og Norge gir det beste grunnlaget for sammenlikning av forekomst. I slaktekylling-studien (14) varierte prevalensen per land mellom 0 % og 68,2 %, mens "EU-prevalensen" var 23,7 %. Bare Finland og Sverige lå under 1 %. I "baselinestudien" for verpehøns (13) varierte prevalensen per land mellom 0 % og 79,5 %, mens "EU-prevalensen" var 30,8 %. Bare Finland, Sverige og Luxemburg lå under 1 %.

For andre fjørfe (kalkun, and, gås) finnes ikke gode sammenlignbare data, muligens med unntak for Sverige og Finland som har tilnærmet identisk overvåking som Norge. I 2005 var prevalensen i disse to land under 1 %, mens i andre europeiske land var det rapportert mellom 0 % og 15 % prevalens. I 2006-2007 er det gjennomført en baselinestudie på kalkun. Resultatene fra denne vil være tilgjengelig våren 2008.

Spesielle risikoforhold

Fjørfe blir slaktet på en måte som innebærer stor risiko for kontaminering av slakteskrott og produkt med tarmbakterier.

Ville fugler og små pattedyr som tiltrekkes besetninger med utedrift av fjørfe innebærer en risiko for smitteintroduksjon i besetningen. Erfaringer fra Sverige og Danmark tyder imidlertid ikke på at den praktiske risikoen for *Salmonella*-infeksjon er økt ved økologisk drift (55). I Norge er *S. Typhimurium* relativt utbredt i småfugl og pinnsvinpopulasjonen, dette vil kunne gi økt risiko for smitte til fjørfe ved utedrift.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Siden århundreskiftet er det årlig blitt meldt mellom 1500 og 2000 tilfeller av salmonellose til Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS); i 2006 1813 tilfeller (39 per 100 000 innbyggere) (61). Siden mange tilfeller av akutte gastroenteritter ikke får en etiologisk diagnose, er det faktiske antallet rammede personer atskillig høyere (43). Om lag 80-90 % av pasientene har ervervet sykdommen i utlandet slik at det endemiske nivå i Norge er svært lavt sammenlignet med de fleste andre europeiske land (45). Det isoleres hvert år 70-90 ulike serovarianter av *Salmonella* fra norske pasienter; de to vanligste er *S. enteritidis* (50-60 %) og *S. Typhimurium* (10-20 %). Førstnevnte er nesten alltid ervervet i andre land der bakterien er blitt vanlig i egg- og fjørfeprodukter. *S. Typhimurium* er den eneste serovarianten som har et innenlands reservoar av betydning, nemlig villfugl og piggsvin (21, 39, 40, 67, 68). De aller fleste sykdomstilfellene av salmonellose er sporadiske, men i perioden 2005-2007 ble det registrert 24 utbrudd av salmonellose, hvorav fire skyldtes smitte i utlandet (67).

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Etterforskningen av utbrudd, kasus-kontrollundersøkelser i befolkningen og fortløpende sammenlikning av alle salmonellastammer fra mennesker, dyr, mat, fôr og miljø (27, 52, 53, 84) gir kunnskap om smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker. En rekke matvarer, som oftest importerte, har forårsaket utbrudd av salmonellose; norske fjørfeprodukter har ikke hatt betydning. *Salmonella*, oftest *S. Typhimurium*, påvises en gang i blant fra norske husdyr og kjøttvarer, men dette fører sjelden til sykdomstilfeller hos mennesker som med sikkerhet kan knyttes til slike funn, med unntak av enkelte tilfeller blant personer som har hatt kontakt med dyrene. Halvparten av tilfellene av *S. Typhimurium*-infeksjon skyldes innenlands smitte fra reservoaret i piggsvin og villfugl (21, 39). En kasus-kontrollundersøkelse fra 1993-94 viste at konsum av fjørfeprodukter kjøpt under handleturer i Danmark eller Sverige var forbundet med økt risiko for salmonellose (37). Det kunne ikke påvises noen risiko knyttet til norskprodusert kjøtt eller egg, men undersøkelsen kunne heller ikke utelukke en liten risiko.

Konklusjon

Det er neglisjerbar til liten risiko for at norskprodusert fjørfekjøtt skal inneholde *Salmonella*. Denne vurderingen er begrunnet i data fra overvåkningsprogrammer over forekomsten av *Salmonella* hos norsk fjørfe. Salmonellose hos mennesker er i hovedsak enten importert (reise eller importvarer) eller forårsaket av endemiske varianter av *S. Typhimurium*, som smitter via ville småfugl, piggsvin eller drikkevann. Norsk-produserte kjøttvarer har sjelden vært identifisert som smittekilde for utbrudd eller sporadiske tilfeller av salmonellose.

Kunnskapsmangler

- Prevalens av *Salmonella* i importerte fjørfekjøttprodukter, spesielt privatimporterte og ulovlig importerte produkter.
- Samlet omfang av fjørfekjøttimport.
- Effekt på *Salmonella*-prevalens (særlig med tanke på *S. Typhimurium*) av at fjørfe har tilgang til utearealer.
- Kunnskap om reell sykdomsforekomst i befolkningen, inkludert om legers prøvetakingspraksis.
- Oppdaterte kunnskaper om risikofaktorer for sykdom hos mennesker.
- Bedre DNA-baserte metoder til å avdekke smittekilder i og utenfor utbrudd.

Campylobacter

Agens som patogen i matvarer

Campylobacter spp. er en gruppe bakterier hvorav noen, spesielt de termofile, kan gi opphav til diaré hos menneske, av og til med alvorlig ettersykdom (for eksempel Guillain-Barrés syndrom). Det er i første rekke *C. jejuni* og *C. coli* som forårsaker sykdom hos mennesker. Husdyr og ville dyr kan være friske smittebærere. Bakteriene skilles ut med avføring, og vanlige smitteveier er inntak av forurenset mat og vann eller ved direkte kontakt med dyr.

Termofile *Campylobacter* oppformerer ikke i matvarer og tåler dårlig frysing/tining og tørking. Dette betyr at det for eksempel er lite *Campylobacter* som gjenfinnes etter at slakteskrotter av storfe/gris har hengt på kjøll (1). *C. jejuni* er vanligste *Campylobacter*-art i kontaminert fjørfekjøtt. Fjørfe kan være smittebærere uten å vise påfallende tegn til sykdom. Bakteriene koloniserer tarmen, og slakteskrott og produkt kontamineres lett under slakteprosessen.

Det skal få bakterier til for at sykdom utvikles (lav infektiv dose).

Forekomst hos fjørfe i Norge

Handlingsplanen mot *Campylobacter* har gitt gode data for flokkprevalensen og forekomsten i produkter fra og med 2001. Alle slaktekyllingflokker undersøkes før og under slakting. Prevalensen av positive flokker viser en klar sesongvariasjon, med lav forekomst på etterjuls vinteren og en topp i juli-august. Flokkprevalensen på årsbasis for perioden 2002 til 2006 har variert mellom 3,3 % og 6,3 %. Prevalensen i ferske fjørfeprodukter har i samme periode variert mellom 5,0 % og 8,5 % (29).

Internasjonal kunnskap/erfaring

Det er få andre land som har data som er sammenlignbare med de norske data. Sverige, Danmark og Finland har alle god oversikt over situasjonen, og årlig prevalens i slaktekyllingflokker er de seneste år ca. 20 – 30 % i Danmark, 10 – 15 % i Sverige og 5 – 10 % i Finland. For andre land er data mer usikre, men det er rapporter fra 2005 med over 85 % flokkprevalens og over 60 % prevalens i fjørfekjøtt (15). I 2008 vil det gjennomføres en "baselinestudie" angående *Campylobacter* hos slaktekyllingflokker og dette vil gi data fra alle EU-land og Norge som vil være direkte sammenlignbare.

Spesielle risikoforhold

Fjørfe blir slaktet på en måte som innebærer stor risiko for kontaminering av slakteskrott og produkt med tarmbakterier. Sannsynligheten for kontaminert produkt er størst i juli-august. Tidsmessig faller dette sammen med grillsesongen, som kan innebære redusert kjøkkenhygiene hos den enkelte konsument. Det er få bakterier som skal til for at sykdom utvikles (lav infektiv dose).

En driftsform der fjørfe har tilgang til utearealer gir økt sannsynlighet for at dyra smittes med *Campylobacter*, da bakterien er naturlig forekommende i jord, vann, vill og tam fauna, samt i insekter. Mens prevalensen hos konvensjonelt oppdretta slaktekylling i Sverige har ligget mellom 10 og 20 %, anslås flokkprevalensen hos utegående slaktekylling i Sverige til 70-100 % (12).

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) registrerer årlig 2500-3000 tilfeller av campylobacteriose; i 2006 2593 tilfeller (55 per 100 000 innbyggere) (24). Siden mange tilfeller av akutte gastroenteritter ikke får en etiologisk diagnose, er det faktiske antallet rammede personer atskillig høyere (44). Om lag 50-60 % av de norske pasientene er smittet i utlandet (43). Antallet tilfeller av både innenlands- og utenlandssmitte har økt betydelig i Norge og flere andre land siden tidlig på 1990-tallet; årsaken er ukjent. *C. jejuni* er ansvarlig for ca. 90 % av tilfellene, mens bare ca. 10 % skyldes *C. coli*. De aller fleste sykdomstilfellene av campylobacteriose er sporadiske, men i perioden 2005-2007 ble det registrert 12 utbrudd av campylobacteriose, alle med smitte i Norge (58).

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Etterforskningen av utbrudd og kasus-kontrollundersøkelser i befolkningen og gir kunnskap om smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker. Drikkevann og enkelte matvarer, som regel norskproduserte, har forårsaket utbrudd av campylobacteriose. Utbrudd forårsaket av krysskontaminering fra fjørfekjøtt skjedde i 2001 (52 pasienter) og 2001 (16 pasienter). Det er også registrert utbrudd blant arbeidere i fjørfeslakterier. Det antas at flere små utbrudd overses, mens store utbrudd forårsaket av drikkevann lett oppdages. Fire kasus-kontroll-undersøkelser av campylobacteriosesmitte viser at ikke-desinfisert drikkevann er den viktigste årsaken til sykdommen i Norge (41, 22, 35, Herikstad: upubliserte data). Konsum av fjørfeprodukter kjøpt rå kan forklare om lag 10 % av tilfellene (35). Det var økt risiko for campylobacteriose etter kontakt med husdyr (storfe, fjørfe, sau, hund og katt) eller deres avføring, særlig blant personer med yrkeseksponering, som bønder og veterinærer. Sammenlikning av campylobacterstammer fra mennesker og dyr har vist at de genotypene som isoleres fra pasienter også finnes hos ulike dyrearter, men i varierende grad (32, 38, 51, 71). Det har ikke vært mulig å bestemme den relative betydningen av dyrene som smittekilde for mennesker, bare at slik smitte kan skje.

Konklusjon

Det er middels sannsynlighet for at norskprodusert fjørfekjøtt inneholder *Campylobacter*. Dette begrunnes i resultater fra handlingsplanen, der alle slaktekyllingflokker undersøkes før og under slakting, samt overvåking av fjørfeprodukter. Det gjennomføres nå tiltak for å redusere smitte fra slaktekyllingflokker som er positive for *Campylobacter* (fryse eller varmebehandle alle flokker som er positive på prøve tatt fire dager før slakting). Likevel antas det at fjørfekjøtt i salg fortsatt kan inneholde *Campylobacter*, spesielt i juli-august, når forekomsten er høyest.

De fleste og største utbruddene av campylobacteriose samt de fleste sporadiske tilfellene er forårsaket av kontaminert drikkevann. Det er registrert noen få utbrudd der fjørfeprodukter indirekte var smittekilden. Smitte, direkte eller indirekte, fra fjørfeprodukter er også identifisert som en risikofaktor for sporadiske tilfeller.

Kunnskapsmangler

- Mekanismen bak den sterke sesongvariasjonen og årsvariasjonen i prevalens.
- Mekanismen bak kolonisering av kyllingtarmen.
- Effektive tiltak for å redusere antallet *Campylobacter* i kyllingtarmen og på slakteskrotter/produkter fra positive flokker.

Uten mer kunnskap på disse feltene er det vanskelig å finne fram til effektive tiltak både i forhold til sesongtoppen og i forhold til tiltak i enkeltbesetninger med høy prevalens.

- Kunnskap om reell sykdomsforekomst i befolkningen, inkludert om legers prøvetakingspraksis.
- Oppdaterte kunnskaper om risikofaktorer for sykdom hos mennesker.
- Bedre DNA-baserte metoder til å avdekke smittekilder i og utenfor utbrudd.

Verotoksinproduserende *E. coli* (VTEC)

– også kalt Shigatoksinproduserende *E. coli* (STEC) eller Enterohemorragiske *E. coli* (EHEC)

Agens som patogen i matvarer

Escherichia coli er en bakterie som normalt finnes i tarmen hos varmblodige dyr og mennesker. Noen *E. coli* har evnen til å danne verotoksin (VTEC) (også kalt shigatoksin, derav betegnelsen STEC) og kan gi alvorlig sykdom hos mennesker i form av blodig diaré og nyresvikt. Mange forskjellige O-grupper av VTEC har vært påvist i forbindelse med sykdom. De vanligste er O26, O103, O111, O145 og O157, men andre VTEC O-grupper kan i framtiden bli vel så viktige som årsaker til sykdom på menneske. Disse O-gruppene kan også være tilstede som vanlige ufarlige *E. coli*. De har da ikke de egenskapene som gir alvorlig sykdom hos menneske, dvs. shigatoksiner som er kodet av genene *stx*₁ og/eller *stx*₂, eller intimin (*eae*) som er tilheftningsegenskap i tarmen. De kan også være tilstede med kun *eae* og er da ikke VTEC, men kan da likevel kunne binde seg til slimhinnen i tarmen hos menneske og forårsake diaré.

Drøvtyggere, da spesielt storfe og sau, er regnet som viktigste reservoar for smitte til menneske. Dyrene er friske smittebærere av VTEC, og vanligste smittevei for mennesker er inntak av forurenset mat og vann, samt direkte kontakt med smittebærende dyr og deres avføring. Smitte kan også skje via forurenset badevann og ved personkontakt. Det skal få bakterier til for å frembringe sykdom hos menneske (lav infektiv dose).

Det er VTEC O157 man vet mest om og kunnskap om VTEC O157 er derfor det man baserer seg på ved vurderinger angående VTEC. Det er likevel viktig å være klar over at det kan være stammevariasjoner mellom forskjellige O-grupper av VTEC, og også innad i O-grupper.

VTEC overlever frysing og noen stammer har vist seg også å være svært syretolerante (61). VTEC inaktiveres ved temperaturer over 70 °C.

Forekomst hos fjørfe i Norge

Forekomsten av VTEC hos fjørfe i Norge er ukjent. Det har i ett tilfelle vært påvist VTEC O157 fra frittgående høner i Norge, men da dette var på en økologisk gård med både sau og storfe som det også ble påvist VTEC O157 fra sier det ikke noe om den reelle forekomsten hos norsk fjørfe (87).

Internasjonal kunnskap/erfaring

Man vet fra internasjonale rapporter/publikasjoner at fjørfe kan være bærere av VTEC (10, 28) og at VTEC kan påvises fra fjørfekjøtt og fjørfeprodukter (11). Noen av disse er VTEC serotyper som også er isolert fra drøvtyggere og mennesker, mens andre sannsynligvis ikke er sykdomsfremkallende for mennesker, men kan være assosiert med sykdom hos fjørfe (63). Fjørfepatogene *E. coli* er regnet for å være lite patogene for mennesker (2).

Det er lite kunnskap om betydningen av VTEC som patogen i fjørfekjøtt, men fjørfe har i noen tilfeller vært implisert som kilde i forbindelse med utbrudd av VTEC O157 hos mennesker (73, 85). Fjørfe er likevel ikke regnet som et viktig reservoar for VTEC O157, og VTEC O157 har foreløpig ikke vært påvist fra levende slaktekyllinger (8). Eksperimenter har derimot vist at VTEC O157 kan kolonisere kyllinger og at disse kan skille ut bakterien over lengre tid (3, 76, 80).

Spesielle risikoforhold

Fjørfe blir slaktet på en måte som innebærer stor risiko for kontaminering av slakteskrott og produkt med tarmbakterier.

Det skal få bakterier til for å frembringe sykdom hos menneske (lav infektiv dose). VTEC kan forårsake svært alvorlig sykdom (og eventuelt død) hos barn og personer med nedsatt immunsystem.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Siden VTEC-infeksjon ble meldingspliktig til meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) i 1995, er det blitt meldt 5-20 tilfeller i året i Norge, hvorav 2/3 er smittet i Norge (1). I 2006 ble det meldt hele 51 tilfeller, som følge av et større utbrudd (86, 75). I tiårsperioden 1997-2006 registrerte MSIS til sammen 164 tilfeller av EHEC-infeksjon, hvorav 20 utviklet HUS. Serovariant O157 utgjør noe over halvparten av stammene. Siden mange tilfeller av akutte gastroenteritter ikke får en etiologisk diagnose, er det faktiske antallet rammede personer atskillig høyere (44). Dette forholdet forsterkes ytterligere ved VTEC-infeksjoner fordi laboratoriene inntil nylig har benyttet metoder som favoriserer påvisning av sorbitol-negative O157-stammer. Dessuten blir ikke prøver fra pasienter med akutt gastroenteritt undersøkt rutinemessig for VTEC-infeksjon. Diagnostikken er blitt ytterligere vanskeliggjort ved oppdagelsen av sorbitol-positive O157-stammer og gjennom et økende antall isolater av forskjellige serovarianter der *stx*-gener ikke lar seg påvise (44). Det er registrert fire utbrudd siden 1997 med henholdsvis 4, 4 og 17 pasienter (49, 74, 75).

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Etterforskningen av utbrudd og fortløpende detaljkarakterisering av alle stammer fra mennesker (50, 54, 82) gir kunnskap om smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker. Tre registrerte utbrudd har vært forårsaket av henholdsvis ukjent kilde, salat og morrpølse (sauekjøtt). Det er av og til blitt funnet stammer fra dyr eller mat med de samme egenskapene som hos pasientisolater. Enkelte stammer har hatt samme DNA-profil som under utbruddet i 2006, og stammene har hatt et bredt spektrum av virulensgener, selv om *stx*-genene ofte men ikke alltid tilsynelatende har manglet. Til tross for at slike bakterier også er funnet sporadisk hos pasienter, har det ikke vært mulig å fastslå en smittesammenheng med sikkerhet. Men flere av pasientene har bodd på gård med storfe eller sau.

Konklusjon

Det er for lite kunnskap om forekomsten av VTEC hos fjørfe i Norge til å trekke noen konklusjon om norskprodusert fjørfe kjøtt kan inneholde VTEC.

VTEC-infeksjon er en alvorlig utfordring pga de alvorlige komplikasjonene. Sykdommen er underdiagnostisert hos mennesker. Det har vært et utbrudd med norskprodusert kjøttprodukt, morrpølse (sauekjøtt), som smittekilde. Det er ikke utført analytisk-epidemiologiske undersøkelser for å identifisere risikofaktorer.

Kunnskapsmangler

- Forekomst av VTEC hos norsk fjørfe og i fjørfe kjøtt konsumert i Norge er ukjent.
- Kunnskap om risikofaktorer i befolkningen og deres innbyrdes betydning.
- Effektive, DNA-baserte typemetoder til overvåking, utbruddsoppklaring og molekylærepidemiologiske undersøkelser.
- Patogeniteten til isolater fra matkjeden.
 - Kunnskaper om virulensegenskapene til *E. coli* isolert fra dyr, mat og mennesker, inkludert betydningen av overføring, tap og inaktivering av virulensgener.
 - Sammenliknende kunnskaper om isolater fra mennesker og fra matkjeden.
- Bedre kunnskaper om den reelle forekomsten og sykdomsbyrden av EHEC-infeksjoner i befolkningen, særlig med tanke på EHEC-assosiert HUS og sykdom forårsaket av non-O157.

Yersinia

Agens som patogen i matvarer

Yersinia spp. kan forårsake sykdom både hos dyr og mennesker (i første omgang diaré, men også ettersykdom som leddbetennelse), men dyr kan også være friske smittebærere. *Yersinia* som er kjent for å gi sykdom hos dyr tilhører vanligvis andre serogrupper enn de som isoleres ved sykdom hos mennesker. Det er *Y. enterocolitica* serogruppe O:3 og O:9 som er vanligst ved infeksjon hos mennesker i Skandinavia. Vanligste smitteåte for mennesker er via vann og mat, og da særlig svineprodukter.

Y. enterocolitica kan vokse i rått (og kokt) kjøtt ved kjøleskapstemperatur, også i vakumpakket atmosfære. Bakterien overlever frysing, men drepes ved koking og steking.

Forekomst hos fjørfe i Norge

Forekomsten av humanpatogen *Y. enterocolitica* hos norsk fjørfe og i fjørfekjøtt konsumert i Norge er ukjent.

Internasjonal kunnskap/erfaring

Y. enterocolitica har vært isolert fra fjørfe og fjørfeprodukter i flere land, men det synes ikke godt dokumentert at stammer isolert fra fjørfeprodukter har betydning for folkehelsen (7, 16, 47, 66).

Forekomsten er mangelfullt kartlagt. En undersøkelse av 4446 prøver fra fjørfe i Tyskland i 2005 viste ingen positive funn, mens funn fra Spania samme år viste at 21 % av 39 fjørfekjøttprøver fra slakteri og 8 % av 172 prøver av ferskt fjørfekjøtt fra detaljhandelen var positive for *Y. enterocolitica* (15).

Spesielle risikoforhold

Fjørfe blir slaktet på en måte som innebærer stor risiko for kontaminering av slakteskrodd og produkt med tarmbakterier.

Y. enterocolitica kan vokse ved kjøleskapstemperatur.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) registrerer årlig 90-150 tilfeller av yersiniose; i 2006 88 tilfeller (2 per 100 000 innbyggere) (25). Siden mange tilfeller av akutte gastroenteritter ikke får en etiologisk diagnose, er det faktiske antallet rammede personer atskillig høyere (44). Om lag 70 % av pasientene er smittet i Norge. Mer enn 98 % av tilfellene i Norge er forårsaket av serogruppe O:3, som dominerer i de fleste land. Forekomsten av yersiniose er størst i land med kjølig klima (42, 46). *Y. enterocolitica* kan oftere enn andre enteropatoogene bakterier forårsake langvarige og til dels alvorlige følgetilstander, først og fremst reaktiv artritt (42, 72). De fleste sykdomstilfellene av yersiniose er sporadiske og det er registrert bare tre utbrudd av yersiniose, de to siste i årsskiftet 2005-2006 (58). Mindre utbrudd kan imidlertid overses fordi vi ikke har sensitive typemetoder som kan oppdage sammenheng mellom stammer.

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Etterforskningen av utbrudd, kasus-kontrollundersøkelser i befolkningen og fortløpende sammenlikning av alle yersiniastammer fra mennesker, dyr, mat, fôr og miljø gir kunnskap om smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker. Overvåkingen gir ingen holdepunkter for at fjørfeprodukter har noen betydning i Norge. En kasus-kontroll-undersøkelse i fylkene rundt Oslofjorden i 1988-90 kunne ikke vise at konsum av fjørfekjøtt hadde noen betydning (62).

Konklusjon

Det er for lite kunnskap om forekomsten av *Yersinia* hos fjørfe i Norge til å trekke noen konklusjon om norskprodusert fjørfekjøtt kan inneholde humanpatogen *Yersinia*. Det har ikke vært utbrudd av yersiniose forårsaket av fjørfekjøtt i Norge, og det er ukjent om fjørfekjøtt har ført til sporadiske tilfeller hos mennesker.

Kunnskapsmangler

- Data om forekomst av *Yersinia* spp. hos fjørfe og i fjørfeprodukter som blir konsumert i Norge.
- Sikker kunnskap om *Y. enterocolitica* påvist i fjørfekjøtt er humanpatogene.
- Kunnskap om reell sykdomsforekomst i befolkningen, inkludert om legers prøvetakingspraksis.
- Oppdaterte kunnskaper om risikofaktorer for sykdom hos mennesker.
- Bedre DNA-baserte metoder til å avdekke smittekilder i og utenfor utbrudd.

Toxoplasma

Agens som patogen i matvarer

Toxoplasma gondii er en encellet parasitt som har sitt voksne stadium i kattedyr. Parasittene danner oocyster (mikroskopiske "egg") som kommer ut med avføring fra kattene (endeverter), og som kan spises av andre dyr (mellomvert). I mellomverten utvikles små vevscyster, og når mellomverten spises av en endeverter, utvikles disse til voksne parasitter igjen. Mellomverter for *T. gondii* er mange ulike varmblodige dyr, bl.a. smågnagere, sau, fjørfe og mennesker. Smitte kan også overføres direkte fra mellomvert til mellomvert via vevscyster. Hos mellomverten kan parasitten gi opphav til sykdom (toksoplasmose). Toksoplasmose hos mennesker har vanligvis et mildt eller symptomfritt forløp, men dersom en kvinne smittes for første gang mens hun er gravid kan det føre til abort eller alvorlige fosterskader. Et mer alvorlig forløp kan også forekomme hos mennesker med redusert immunforsvar.

Mennesker kan smittes ved å spise dårlig varmebehandlet kjøtt som inneholder infektive vevscyster. Vevscystene i kjøtt drepes ved nedfrysing til -20 °C i minst 2 dager, og ved oppvarming til 65 °C. En vet lite om en eventuell reduksjon av *Toxoplasma* i spekeprosesser, men spekekjøtt er vist som en mulig risikofaktor for infeksjon hos mennesker.

Agens som patogen i fjørfekjøtt

Toxoplasma kan infisere fjørfe, og kan avleires i muskulaturen. *Toxoplasma* påvises sjelden, og har liten betydning som sjukdomsårsak hos kommersielt fjørfe i vestlige land. Derimot er infeksjonen vanlig forekommende i frittgående bakgårdsflokker i land i den tredje verden.

Forekomst hos fjørfe i Norge

Toxoplasma er utbredt i Norge hos en lang rekke pattedyr, spesielt hos hovedverten katt og mellomverten sau. Forekomsten av *Toxoplasma* hos fjørfe i Norge er ikke kartlagt.

Internasjonal kunnskap/erfaring

I en europeisk multisenter-studie kom ikke fjørfe ut som noen sikker risikofaktor. Det gjorde derimot reiser til land utenfor Europa, USA og Canada (9).

Spesielle risikoforhold

De infektive vevscystene er mikroskopiske og kan ikke påvises ved vanlig kjøttkontroll.

Dersom en kvinne smittes for første gang mens hun er gravid kan det føre til abort eller alvorlige fosterskader. Gravide kvinner og deres fostre utgjør derfor en spesiell risikogruppe for infeksjon med *Toxoplasma*.

Fjørfe med tilgang til utearealer vil ha økt mulighet for infeksjon dersom *Toxoplasma*-infisert viltlevende fauna og katter får tilgang til slike områder.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Toksoplasmose forløper som regel uten symptomer eller med milde og generelle symptomer. Et overvåkingssystem basert på innmelding av tilfeller vil derfor ikke fungere. Sykdommens relevans for folkehelse er at smitte i svangerskapet kan forårsake alvorlige skader på fosteret eller abort; risikoen er høyest når smitten skjer sent i svangerskapet. Om lag 10-20 % av gravide i Norge har vært smittet før svangerskapet og er dermed beskyttet (30, 31). Om lag 1 av 500 kvinner smittes i svangerskapet. Man regner med at det årlig fødes inntil 50 barn med medfødt toksoplasmose. Det er ingen registrerte utbrudd av toksoplasmose i Norge.

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

En kasus-kontrollundersøkelse blant gravide i Norge i 1992-1994 viste at spising av rå eller ufullstendig varmebehandlede kjøttdeig- eller farseprodukter, sauekjøtt og svinekjøtt var viktige risikofaktorer for serokonversjon og kunne forklare 69 % av tilfellene (36). Det ble ikke funnet noen sammenheng med storfekjøtt.

Konklusjon

Det er for lite kunnskap om forekomsten av *Toxoplasma* hos fjørfe i Norge til å trekke noen konklusjon om fjørfe som råvare i matvareproduksjon kan inneholde *Toxoplasma*.

Konsum av fjørfekjøtt er ikke funnet å være en risikofaktor for å bli smittet med *Toxoplasma gondii* i svangerskapet.

Kunnskapsmangler

- Forekomst av *Toxoplasma* i norskproduserte fjørfekjøttprodukter.
- Effekt på *Toxoplasma*-prevalens i norskprodusert fjørfekjøtt av at fjørfeet har økt smittemessig kontakt med viltlevende fauna, for eksempel via tilgang til utearealer.
- Oppdaterte kunnskaper om risikofaktorer for smitte og deres relative betydning.

Clostridium perfringens

Agens som patogen i matvarer

Clostridium perfringens type A matforgiftning oppstår som følge av et enterotoksin produsert av bakterien. Det er vanligvis stammer med et kromosomalt enterotoksin-gen som gir matbåren sykdom (21). Slike stammer utgjør færre enn 5 % av alle *Clostridium perfringens*-isolater.

Matforgiftning oppstår når maten inneholder høye antall vegetative organismer som sporulerer i tarmen. Toksinet er varmelabilt, men det antas også at inntak av en ufullstendig varmebehandlet matvare der sporulering og toksinfrisetting har skjedd før konsum kan gi matforgiftning (39). *Clostridium perfringens* type A matforgiftning er en av de aller vanligste matbårne sykdommene i Norge (6). Tilstanden er høyst sannsynlig sterkt underrapportert, fordi den ikke er meldepliktig og ofte har et relativt kortvarig forløp. På tross av dette er den en av de tre til fire hyppigst rapporterte matbårne sykdommene i vestlige land (6, 81, 88). Totalkostnaden for samfunnet av *Clostridium perfringens* type A matforgiftning har vært beregnet til samme størrelsesorden som for *Campylobacter*- og *S. aureus*-assosiert matbåren sykdom (83).

Flere faktorer bidrar til den relativt høye forekomsten i matvarer: Bakterien forekommer i mange ulike miljøer, den danner sporer som overlever under ugunstige forhold for mikroben, og bakterien kan formere seg raskt i et relativt bredt temperaturspektrum (5).

Forekomst hos fjørfe i Norge

Clostridium perfringens er en tarmbakterie med svært høy forekomst hos fjørfe. Bakterietallet ved slaktning kan ha økt etter at bruken av fôrantibiotika ble avslutta i 1995. Forekomsten av stammer med enterotoksin-gen er ikke undersøkt.

Internasjonal kunnskap/erfaring

Epidemiologiske undersøkelser tyder på at kjøtt, fjørfe og sjømat er de vanligste smitekildene ved utbrudd av *Clostridium perfringens* type A matforgiftning (88). Forekomsten i fjørfekjøtt av enterotoksinproduserende stammer med kromosomalt enterotoksin-gen er ikke godt kartlagt. En amerikansk undersøkelse viste at vel 4 % av prøvene av kalkunkjøtt og i underkant av 1 % av prøvene fra slaktekylling var kontaminert med slike stammer (88). Samme undersøkelse viste også at følsom metodikk er avgjørende for å oppdage slike stammer i matvarer, da antall enterotoksinpositive bakterier ofte er lavt, og disse stammene overses lett på grunn av høyere tall av andre *C. perfringens*-stammer.

Spesielle risikoforhold

Fjørfe blir slaktet på en måte som innebærer stor risiko for kontaminering av slakteskrott og produkt med tarmbakterier.

Konklusjon

Det er for lite kunnskap om forekomsten hos fjørfe av enterotoksinproduserende *Clostridium perfringens*-varianter til å trekke noen konklusjon om norskprodusert fjørfekjøtt kan inneholde sykdomsfremkallende *Clostridium perfringens*. Det er trolig middels til stor sannsynlighet for at norskproduserte fjørfekjøttprodukter inneholder *Clostridium perfringens*. Denne vurdering er begrunnet i den høye forekomsten av *Clostridium perfringens* i tarmen hos fjørfe.

Kunnskapsmangler

- Forekomsten av humanpatogene stammer i norsk fjørfe og fjørfekjøtt er ukjent.
- Forekomsten av humanpatogene stammer i fjørfekjøttprodukter er også svært mangelfullt kartlagt internasjonalt.

Cryptosporidium

Agens som patogen i matvarer

Cryptosporidium er encellede parasitter som kan forårsake mage-tarmsykdom hos både mennesker og dyr, spesielt unge individer. Smitte fra dyr til mennesker kan skje ved direkte kontakt med avføring, eller via kontaminert drikkevann eller matvarer.

Forskjellige genotyper av *Cryptosporidium* har ulikt potensiale til å gi sykdom hos mennesker. Kalkun kan være bærer av den zoonotiske arten *Cryptosporidium meleagridis* (57, 64).

Cryptosporidium oppformerer ikke i kjøtt/kjøttprodukter og inaktiveres ved koking og steking. Ved frysing vil overlevelsen gå ned over tid. Generelt overlever parasittene lenger ved kjøletemperatur enn ved frysetemperatur.

Cryptosporidium oocyster er svært hardføre og kan overleve i miljøet i flere måneder, men parasittene tåler ikke uttørking.

Forekomst hos fjørfe i Norge

Forekomsten av *Cryptosporidium* hos norsk fjørfe er ukjent.

Internasjonal kunnskap/erfaring

Forekomsten av *Cryptosporidium meleagridis* hos fjørfe er ikke godt kartlagt. Antall rapporterte tilfeller av klinisk sjukdom hos kalkun er lavt (57).

Spesielle risikoforhold

Cryptosporidium parvum er påvist i avføring fra Canada-gjess (19). Det synes imidlertid ikke dokumentert at fjørfe spiller noen rolle som bærer av *Cryptosporidium parvum*, som er den vanligste årsak til kryptosporidiose hos menneske. Det er derfor ukjent om konsum av fjørfe som har hatt tilgang til utearealer representerer økt risiko for kryptosporidiose hos menneske.

Forekomst av sykdom i befolkningen i Norge

Kryptosporidiose forårsakes særlig av *C. hominis* og *C. parvum* (bovin genotype). Sykdommen er ikke meldingspliktig så forekomsten er ukjent. Sykdommen underdiagnostiseres betydelig (60) ettersom undersøkelse av avføringsprøver for parasitter ikke utføres rutinemessig. Foreløpige data fra kartlegging av kloakk indikerer at infeksjon med disse parasittene er ganske utbredt i Norge (69).

Det antas at mennesker hovedsaklig blir smittet ved direkte kontakt med avføring fra andre mennesker eller ved konsum av drikkevann eller matvarer, særlig grønnsaker, frukt og bær, som er forurenset med avføring fra smittebærende personer og dyr (18). Drikkevann er en viktig kilde for utbrudd.

Smittekilder og risikofaktorer for sykdom hos mennesker

Siden 2004 er ett utbrudd registrert. Det skyldtes kontakt med kalver (70). Det er ikke gjort noen kasus-kontroll-undersøkelser i Norge.

Konklusjon

Det er for lite kunnskap om forekomsten av *Cryptosporidium* hos fjørfe i Norge til å trekke noen konklusjon om fjørfe som råvare i matvareproduksjon kan inneholde *Cryptosporidium*.

Sykdom hos mennesker er betydelig underdiagnostisert; forekomsten av parasitten i kloakk og avløpsvann indikerer at infeksjonene er ganske utbredt. Kontaminert drikkevann og person-til-person-smitte har vært sannsynlige årsaker ved utbrudd. Smitte gjennom konsum av kjøttvarer kontaminert med *Cryptosporidium*, er ikke dokumentert i Norge.

Kunnskapsmangler

- Den relative betydningen av *Cryptosporidium meleagridis* for human kryptosporidiose er ufullstendig undersøkt.
- Betydningen av ulike smittekilder og smittemåter for *Cryptosporidium meleagridis*-infeksjon hos menneske.
- Forekomsten av *Cryptosporidium* hos norsk fjørfe er ukjent.
- Det er lite kunnskap om overlevelse av *Cryptosporidium* i kjøtt/kjøttprodukter som ikke varmebehandles.
- Kunnskaper om smittekilder og risikofaktorer i Norge, og deres innbyrdes styrkeforhold.
- Kunnskap om reell forekomst av innenlandssmitte i befolkningen.
- Kunnskap om eventuell sammenheng mellom smitte hos mennesker og dyr, gjennom kunnskap om hvilke arter og genotyper av *Cryptosporidium* som dominerer hos henholdsvis mennesker smittet i Norge og blant dyr.

Referanser

1. Anon. Microorganisms in food. Blackie Academic and professionals, London, UK. 1998.
2. Barnes HJ, Vaillancourt JP, Gross WB. Colibacillosis. In: Diseases of Poultry, edited by Saif YM, Ames: Iowa State Press 2003; p. 631-56.
3. Beery JT, Doyle MP, Schoeni JL. Colonization of chicken cecae by *Escherichia coli* associated with hemorrhagic colitis. Appl Environ Microbiol 1985; 49(2): 310-5.
4. Berrang ME, Lyon CE, Smith DP, Northcutt JK. Incidence of *Listeria monocytogenes* on pre-scald and post-chill chicken. J Appl Poult Res 2000; 9 (4): 546-50.
5. Brynestad S, Granum PE. *Clostridium perfringens* and foodborne infections. Int J Food Microbiol 2002; 74 (3): 195-202.
6. Brynestad S. Genetic studies on *Clostridium perfringens* enterotoxin. Thesis for the Degree of Doctor Scientiarum. Norwegian College of Veterinary Medicine, Oslo, Norway. 1997; 1-21. 82-7725-049-5.
7. Capita R,onso-Calleja C, Prieto M, Garcia-Fernandez MD, Moreno B. Incidence and pathogenicity of *Yersinia spp.* isolates from poultry in Spain. Food Microbiol 2002; 19 (4): 295-301.
8. Caprioli A, Morabito S, Brugere H, Oswald E. Enterohaemorrhagic *Escherichia coli*: emerging issues on virulence and modes of transmission. Review. Vet Res 2005; 36(3): 289-311.
9. Cook AJC, Gilbert RE, Buffolano W, Zufferey J, Petersen E, Jenum PA, Foulon W, Semprini AE, Dunn DT. Sources of toxoplasma infection in pregnant women: European multicentre case-control study. BMJ 2000; 321 (7254): 142-7.
10. Dipineto L, Santaniello A, Fontanella M, Lagos K, Fioretti A, Menna LF. 2006. Presence of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O157:H7 in living layer hens. Lett Appl Microbiol 43(3): 293-5.
11. Doyle MP, Schoeni JL. Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from retail fresh meats and poultry. Appl Environ Microbiol 1987; 53(10): 2394-6.
12. Engvall A. May organically farmed animals pose a risk for *Campylobacter* infections in humans? Acta Vet Scand 2001; 85-7 Suppl 95.
13. European Food Safety Authority (EFSA). Report of the Task Force on Zoonoses Data Collection on the Analysis of the baseline study on the prevalence of *Salmonella* in holdings of laying hen flocks of *Gallus gallus*, The EFSA Journal 2007; 97. EFSA-Q-2006-039. <http://www.efsa.europa.eu>.
14. European Food Safety Authority (EFSA). Report of the Task Force on Zoonoses Data Collection on the Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Salmonella* in broiler flocks of *Gallus gallus*, Part A, The EFSA Journal 2007; 98, 1-85. EFSA-Q-2006-040. <http://www.efsa.europa.eu>.

15. European Food Safety Authority (EFSA). The community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and foodborne outbreaks in the European Union in 2005. The EFSA Journal 2006; 94: 1-288. ISBN 978-92-9199-046-7.
<http://www.efsa.europa.eu>.
16. Floccari ME, Carranza MM, Parada JL. Assessment of virulence determinants in *Yersinia enterocolitica* 1A, O:5 strains isolated from chicken carcasses. World J Microbiol Biotechnol 2003; 19 (5): 549-50.
17. Ghast RK. *Salmonella* Infections. In: Diseases of Poultry, edited by Saif YM. Ames: Iowa State Press 2003; p. 567-613.
18. Gjerde B. Parasittære infeksjoner. In: Granum PE (ed.). Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner. Høyskoleforlaget, Kristiansand 2007; 284-332.
19. Graczyk TK, Fayer JM, Trout E, Lewis J, Farley CA, Sulaiman I, Lal AA. *Giardia* sp. cysts and infectious *Cryptosporidium parvum* oocysts in the feces of migratory Canada geese (*Branta canadensis*). Appl Envir Microbiol 1998; 64 (7): 2736-8.
20. Hafez HM, Schroth S, Stadler A, Schulze D. Detection of *salmonella*, *campylobacter*, and *verotoxin* producing *E. coli* in turkey flocks during rearing and processing. Archiv fur Geflugelkunde 2001; 65 (3): 130-6.
21. Handeland K, Refsum T, Johansen BS, Holstad G, Knutsen G, Solberg I, Schulze J Kapperud G. Prevalence of *Salmonella* Typhimurium infection in Norwegian hedgehog populations associated with two human disease outbreaks. Epidemiol Infect 2002; 128: 523-7.
22. Hauge K. Risk factors for sporadic *Campylobacter* infection. Results from a case-control study in Trøndelag, Central Norway. Project report for the degree of Master of Science, London School of Hygiene and Tropical Medicine, Department of Public Health and Policy 1996.
23. Hazariwala A, Sanders Q, Hudson CR, Hofacre C, Thayer SG, Maurer JJ. Distribution of staphylococcal enterotoxin genes among *Staphylococcus aureus*, isolates from poultry and humans with invasive staphylococcal disease. Avian Diseases 2002; 46 (1): 132-6.
24. Heier BT, Nygård K, Kapperud G. Campylobacteriose i Norge 2006. MSIS-rapport 2007; 35: 6.
www.fhi.no.
25. Heier BT, Nygård K, Lassen J. Yersiniose i Norge 2006. MSIS-rapport 2007; 35: 11 www.fhi.no.
26. Heikinheimo A, Lindstrom M, Granum PE, Korkeala H. Humans as reservoir for enterotoxin gene-carrying *Clostridium perfringens* type A. Emerging Infectious Diseases 2006; 12 (11): 1724-9.
27. Heir E, Lindstedt BA, Nygård I, Vardund T, Hasseltvedt V, Kapperud G. Molecular epidemiology of *Salmonella* Typhimurium isolates from human sporadic and outbreak cases. Epidemiol Infect 2002; 128: 373-82.
28. Heuvelink AE, Zwartkruis-Nahuis JT, van den Bisgelaar FL, van Leeuwen WJ, de Boer E. Isolation and characterization of verocytotoxin-producing *Escherichia coli* O157 from slaughter pigs and poultry. Int J Food Microbiol 1999; 1; 52(1-2): 67-75.
29. Hofshagen M. 2007. Handlingsplan mot *Campylobacter* spp. hos slaktekylling. Resultater fra Overvåking slaktekyllingflokker 2006. Rapport. Produktundersøkelser 2006. ISSN 0809-9197 (trykt utg.) ISSN 1890-3290 (online) (<http://www.vetinst.no/nor/tjenester/publikasjoner/rapportserie>)
30. Jenum PA, Kapperud G, Stray-Pedersen B, Melby KK, Eskild A, Eng J. Prevalence of *Toxoplasma gondii* specific immunoglobulin G antibodies among pregnant women in Norway. Epidemiol Infect 1998; 120: 87-92.
31. Jenum PA. Diagnosis and epidemiology of *Toxoplasma gondii* infection among pregnant women in Norway. Research thesis for the degree of Dr. Med. National Institute of Public Health, and The Faculty of Medicine, University of Oslo 1999.
32. Johnsen G, Zimmermann 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; 1-6 from: <http://www.actavetscand.com/content/1/1/4>.

33. Jordan FTW. Some other bacterial diseases. In: Poultry Diseases, edited by Jordan FTW, Alexander M, Pattison D, Faragher T. W.B. Saunders, London 2002; p. 203-17.
34. Jung WK, Hong SK, Lim JY, Lim SK, Kwon NH, Kim JM, Koo HC, Kim SH, Seo KS, Ike Y, Tanimoto K, Park YH. Phenotypic and genetic characterization of vancomycin-resistant enterococci from hospitalized humans and from poultry in Korea. FEMS Microbiol Lett 2006; 260 (2): 193-200.
35. Kapperud G, Espeland G, Wahl E, Walde A, Herikstad H, Gustavsen S, Tveit I, Natås O, Bevanger L, Digranes A. Factors associated with increased and decreased risk for *Campylobacter* infection: a prospective case-control study in Norway. Am J Epidemiol 2003; 158: 234-42.
36. Kapperud G, Jenum PA, Stray-Pedersen B, Melby KK, Eskild A, Eng J. Risk factors for *Toxoplasma gondii* infection in pregnancy: Results of a prospective case-control study in Norway. Am J Epidemiol 1996; 144: 405-12.
37. Kapperud G, Lassen J, Hasseltvedt V. *Salmonella* infections in Norway: Descriptive epidemiology and a case-control study. Epidemiol Infect 1998; 121: 569-77.
38. Kapperud G, Lassen J, Lauwers S, Rosef O. Serotyping and biotyping of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* from sporadic cases and outbreaks in Norway. J Clin Microbiol 1984; 19: 157-60.
39. Kapperud G, Lassen J, Stenwig H. Epidemiology of *Salmonella* Typhimurium O:4-12 in Norway: Evidence of transmission from an avian wildlife reservoir. Am J Epidemiol 1998; 147: 774-82.
40. Kapperud G, Rosef O. Avian wildlife reservoir of *Campylobacter fetus* subsp. *jejuni*, *Yersinia* spp., and *Salmonella* spp. in Norway. Appl Environ Microbiol 1983; 45: 375-80.
41. Kapperud G, Skjerve E, Bean NH, Ostroff SM, Lassen J. Risk factors for sporadic *Campylobacter* infections: results of a case-control study in southeastern Norway. J Clin Microbiol 1992; 30: 3117-21.
42. Kapperud G, Slome SB. *Yersinia enterocolitica* infections. In: Evans AS, Brachman PS (eds.). Bacterial infections of humans. 3rd ed. Plenum Publishing Corporation, New York, USA 1998; 859-73.
43. Kapperud G. *Campylobacter*. In: Granum PE (ed.). Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner. Høyskoleforlaget, Kristiansand 2007; 83-97.
44. Kapperud G. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner – Forekomst og betydning. In: Granum PE (ed.). Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner. Høyskoleforlaget, Kristiansand. 2007; 27-47.
45. Kapperud G. *Salmonella*. In: Granum PE (ed.) Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner. Høyskoleforlaget, Kristiansand 2007; 117-35.
46. Kapperud G. *Yersinia enterocolitica*. In: Granum PE (ed.). Matforgiftning. Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner. Høyskoleforlaget, Kristiansand 2007; 165-77.
47. Karib H, Boussatta H, Seeger H. *Yersinia-Enterocolitica* - Occurrence in Slaughtered Pigs, Raw Beef and Chicken in Morocco. Fleischwirtschaft 1994; 74 (12): 1332-3.
48. Kruse H, Johansen BK, Rorvik LM, Schaller G. The use of avoparcin as a growth promoter and the occurrence of vancomycin-resistant Enterococcus species in Norwegian poultry and swine production. Microbial Drug Resistance-Mechanisms Epidemiology and Disease 1999; 5 (2): 135-9.
49. Lassen J, Heir E. Innenlandsk utbrudd av infeksjon forårsaket av enterohemoragisk *E. coli* (EHEC) sommeren 1999. MSIS-rapport 1999; 27: 43.
50. Lindstedt BA, Brandal., Aas L, Vardund T, Kapperud G. Study of polymorphic variable-number of tandem repeats loci in the ECOR collection and in a set of *Escherichia coli* and *Shigella* isolates for use in a genotyping assay. Journal of Microbiological Methods 2007;69: 197-205.
51. Lindstedt BA, Heir E, Vardund T, Melby KK, Kapperud G. Comparative fingerprinting analysis of *Campylobacter jejuni* subsp. *jejuni* strains by amplified-fragment length polymorphism genotyping. Journal of Clinical Microbiology 2000; 38: 3379-87.
52. Lindstedt BA, Torpdahl M, Møller Nielsen E, Vardund T, Aas L, Kapperud G. Harmonization of the multiple-locus variable-number tandem repeat analysis method between Denmark and Norway for

- typing *Salmonella* Typhimurium isolates and closer examination of the VNTR loci. J Appl Microbiol 2007; 102: 728-35.
53. Lindstedt BA, Vardund T, Aas L, Kapperud G. Multiple-locus variable-number tandem-repeats analysis of *Salmonella* enterica subsp. enterica serovar Typhimurium using PCR multiplexing and multicolor capillary electrophoresis. J Microbiol Methods 2004; 59: 163-72.
 54. Lindstedt BA, Vardund T, Kapperud G. Multiple-locus variable-number tandem-repeats analysis of *Escherichia coli* O157 using PCR multiplexing and multi-colored capillary electrophoresis. J Microbiol Methods 2004; 8: 213-22.
 55. Løvland A, Kaldhusdal M, Gjevre AG, Lyngstad TM, Jarp J. Rapport fra prosjektet «Smittetrisiko og smittesanering i driftssystem med utegående høner». Oslo, Veterinærinstituttet 2005; 1-46.
 56. Mahmud MA, Chappell C, Hossain MM, Habib M, Dupont HL. Risk-Factors for Development of First Symptomatic *Giardia* Infection Among Infants of A Birth Cohort in Rural Egypt. Am J Trop Med Hyg 1995; 53 (1): 84-8.
 57. McDougald LR. Protozoal Infections. In: Diseases of Poultry, edited by Saif YM, Barnes HJ, Glisson JR, Fadly AM, McDougald LR, Swayne DE, Ames: Iowa State Press 2003; p. 973-1023.
 58. Meldal H, Nygård K, Heier B, Hadju A. Varsler om mistenkte utbrudd av sykdommer i Norge 2006. MSIS-rapport 2007; 35: 5. www.fhi.no.
 59. Meng J, Doyle MP. Microbiology of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in foods. In: Kaper JB, O'Brien AD. (eds.), *Escherichia coli* O157:H7 and other Shiga toxin-producing *E. coli* strains. Am Soc Microbiol, Washington DC 1998; 92-108.
 60. Nygård K, Vold L, Robertson L, Lassen J. Underdiagnostiseres innenlandssmittede *Cryptosporidium*- og *Giardia*-infeksjoner i Norge? Tidsskrift for Den norske lægeforening 2003; 123: 3406-9.
 61. Nygård K, Vold L, Stavnes TL, Lassen J. Salmonellose i Norge 2006. MSIS-rapport 2007; 35: 6. www.fhi.no.
 62. Ostroff SM, Kapperud G, Hutwagner LC, Nesbakken T, Bean NH, Lassen J, Tauxe RV. Sources of sporadic *Yersinia enterocolitica* infections in Norway: a prospective case-control study. Epidemiol Infect 1994; 112: 133-41.
 63. Parreira VR, Gyles CL. Shiga toxin genes in avian *Escherichia coli*. Vet Microbiol 2002; 22: 87(4): 341-52.
 64. Pedraza-Diaz S, Amar CFL, McLauchlin J, Nichols GL, Cotton KM, Godwin P, Iversen AM, Milne L, Mulla JR, Nye K, Panigrahi H, Venn SR, Wiggins R, Williams M, Youngs ER. *Cryptosporidium meleagridis* from humans: Molecular analysis and description of affected patients. J Infect 2001; 42 (4): 243-50.
 65. Pesavento G, Ducci B, Comodo N, Lo Nostro A. Antimicrobial resistance profile of *Staphylococcus aureus* isolated from raw meat: A research for methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). Food Control 2007; 18 (3): 196-200.
 66. Ramirez EI, Vazquez-Salinas QC, Rodas-Suarez OR, Pedroche FF. Isolation of *Yersinia* from raw meat (pork and chicken) and precooked meat (porcine tongues and sausages) collected from commercial establishments in Mexico City. J Food Prot 2000; 63 (4): 542-4.
 67. Refsum T, Handeland K, Baggesen DL, Holstad G, Kapperud G. *Salmonella* infections in avian wildlife in Norway 1969-2000. Appl Environ Microbiol 2002; 68: 5595-9.
 68. Refsum T. *Salmonella* infections in wild-living birds and hedgehogs in Norway. Research thesis for the degree of Dr. Med. Vet., Norwegian School of Veterinary Science and National Veterinary Institute, Oslo 2003.
 69. Robertson L, Hermansen JL, Gjerde BK. Occurrence of *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts in sewage in Norway. Appl Environ Microbiol 2006; 72: 5297-303.
 70. Robertson L, Gjerde JB, Forberg T, Haugejorden G, Kielland C. A small outbreak of human cryptosporidiosis associated with calves at a dairy farm in Norway. Scand J Infect Dis 2006; 38: 810-3.

71. Rosef O, Kapperud G, Lauwers S, Gondrosen B. Serotyping of *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli*, and *Campylobacter lariidis* from domestic and wild animals. *Applied and Environmental Microbiology* 1985; 49: 1507-10.
72. Sæbø A. *Yersinia enterocolitica* infection in Norway. A study on prevalence, epidemiology, and acute and chronic manifestations. Research thesis for the degree of Dr. Med. Institute of Surgery, University of Bergen 1995.
73. Salmon RL, Farrell ID, Hutchison JG, Coleman DJ, Gross RJ, Fry NK, Rowe B, Palmer SR. A christening party outbreak of haemorrhagic colitis and haemolytic uraemic syndrome associated with *Escherichia coli* O 157:H7). *Epidemiol Infect* 1989; 103(2): 249-54.
74. Schimmer B and the outbreak investigation team. Outbreak of haemolytic uraemic syndrome in Norway: update. 2006 *Euro Surveill* 11: 4.
75. Schimmer B, Nygård K, Eriksen HM, Lassen J, Lindstedt BA, Brandal LT, Kapperud G, Aavitsland P. Outbreak of haemolytic uraemic syndrome in Norway caused by *stx2a*-positive *Escherichia coli* O103:H25 traced to cured mutton sausages. Manuscript submitted.
76. Schoeni JL, Doyle MP. Variable colonization of chickens perorally inoculated with *Escherichia coli* O157:H7 and subsequent contamination of eggs. *Appl Environ Microbiol* 1994; 60(8): 2958-62.
77. Sharpe R I, Livesey CT. Surveillance of suspect animal toxicoses with potential food safety implications in England and Wales between 1990 and 2002. *Vet Rec* 2005; 157: 465-9.
78. Skulberg A. Mikrobielle næringsmiddelintoksikasjoner. In: Skulberg A (eds.). *Infeksjoner og mikrobielle intoksikasjoner overført gjennom næringsmidler*. Studentlitteratur, Lund 1979; p. 114-210.
79. Smith DP, Berrang ME, Feldner PW, Phillips RW, Meinersmann RJ. Detection of *Bacillus cereus* on selected retail chicken products. *J Food Prot* 2004; 67 (8): 1770-3.
80. Stavric S, Buchanan B, Gleeson TM. Intestinal colonization of young chicks with *Escherichia coli* O157:H7 and other verotoxin-producing serotypes. *J Appl Bacteriol* 1993; 74(5): 557-63.
81. Tauxe RV. Emerging foodborne pathogens. *Int J Food Microbiol* 2002; 78 (1-2): 31-41.
82. Thorstensen Brandal L, Lindstedt BA, Aas L, Stavnes TL, Lassen J, Kapperud G. Octaplex PCR and fluorescence-based capillary electrophoresis for identification of human diarrheagenic *Escherichia coli* and *Shigella* spp. *J Microbiol Methods* 2007; 68: 331-41.
83. Todd ECD. Costs of Acute Bacterial Foodborne Disease in Canada and the United-States. *Int J Food Microbiol* 1989; 9 (4): 313-26.
84. Torpdahl M, Sørensen G, Lindstedt BA, Møller Nielsen E. Tandem repeat analysis for surveillance of human *Salmonella* Typhimurium infections. *Emerging Infectious Diseases* 2007; 13: 388-95.
85. Tozzi AE, Niccolini A, Caprioli A, Luzzi I, Montini G, Zacchello G, Gianviti A, Principato F, Rizzoni G. A community outbreak of haemolytic-uraemic syndrome in children occurring in a large area of northern Italy over a period of several months. *Epidemiol Infect* 1994; 113(2): 209-19.
86. Vold L, Nygård K, Lassen J. EHEC-infeksjoner i Norge 2006. MSIS-rapport 2007; 35: 11. www.fhi.no.
87. Wasteson Y, Johannessen GS, Bruheim T, Urdahl AM, O'Sullivan K, Rorvik LM. Fluctuations in the occurrence of *Escherichia coli* O157:H7 on a Norwegian farm. *Lett Appl Microbiol* 2005; 40(5): 373-7.
88. Wen QY, McClane BA. Detection of enterotoxigenic *Clostridium perfringens* type A isolates in American retail foods. *Appl Environ Microbiol* 2004; 70 (5): 2685-91.
89. World Health Organisation- International Food Safety Authorities Network. Highly pathogenic H5N1 avian influenza outbreaks in poultry and in humans: Food safety implications. Note 7/2005, November 2005 (rev 1.5 Dec). http://who.int/entity/foodsafety/fs_management/No_07_AI_Nov05_en.pdf

71. Rosef O, Kapperud G, Lauwers S, Gondrosen B. Serotyping of *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli*, and *Campylobacter lariidis* from domestic and wild animals. *Applied and Environmental Microbiology* 1985; 49: 1507-10.
72. Sæbø A. *Yersinia enterocolitica* infection in Norway. A study on prevalence, epidemiology, and acute and chronic manifestations. Research thesis for the degree of Dr. Med. Institute of Surgery, University of Bergen 1995.
73. Salmon RL, Farrell ID, Hutchison JG, Coleman DJ, Gross RJ, Fry NK, Rowe B, Palmer SR. A christening party outbreak of haemorrhagic colitis and haemolytic uraemic syndrome associated with *Escherichia coli* O 157:H7). *Epidemiol Infect* 1989; 103(2): 249-54.
74. Schimmer B and the outbreak investigation team. Outbreak of haemolytic uraemic syndrome in Norway: update. 2006 *Euro Surveill* 11: 4.
75. Schimmer B, Nygård K, Eriksen HM, Lassen J, Lindstedt BA, Brandal LT, Kapperud G, Aavitsland P. Outbreak of haemolytic uraemic syndrome in Norway caused by *stx2a*-positive *Escherichia coli* O103:H25 traced to cured mutton sausages. Manuscript submitted.
76. Schoeni JL, Doyle MP. Variable colonization of chickens perorally inoculated with *Escherichia coli* O157:H7 and subsequent contamination of eggs. *Appl Environ Microbiol* 1994; 60(8): 2958-62.
77. Sharpe R I, Livesey CT. Surveillance of suspect animal toxicoses with potential food safety implications in England and Wales between 1990 and 2002. *Vet Rec* 2005; 157: 465-9.
78. Skulberg A. Mikrobielle næringsmiddelintoksikasjoner. In: Skulberg A (eds.). *Infeksjoner og mikrobielle intoksikasjoner overført gjennom næringsmidler*. Studentlitteratur, Lund 1979; p. 114-210.
79. Smith DP, Berrang ME, Feldner PW, Phillips RW, Meinersmann RJ. Detection of *Bacillus cereus* on selected retail chicken products. *J Food Prot* 2004; 67 (8): 1770-3.
80. Stavric S, Buchanan B, Gleeson TM. Intestinal colonization of young chicks with *Escherichia coli* O157:H7 and other verotoxin-producing serotypes. *J Appl Bacteriol* 1993; 74(5): 557-63.
81. Tauxe RV. Emerging foodborne pathogens. *Int J Food Microbiol* 2002; 78 (1-2): 31-41.
82. Thorstensen Brandal L, Lindstedt BA, Aas L, Stavnes TL, Lassen J, Kapperud G. Octaplex PCR and fluorescence-based capillary electrophoresis for identification of human diarrheagenic *Escherichia coli* and *Shigella* spp. *J Microbiol Methods* 2007; 68: 331-41.
83. Todd ECD. Costs of Acute Bacterial Foodborne Disease in Canada and the United-States. *Int J Food Microbiol* 1989; 9 (4): 313-26.
84. Torpdahl M, Sørensen G, Lindstedt BA, Møller Nielsen E. Tandem repeat analysis for surveillance of human *Salmonella* Typhimurium infections. *Emerging Infectious Diseases* 2007; 13: 388-95.
85. Tozzi AE, Niccolini A, Caprioli A, Luzzi I, Montini G, Zacchello G, Gianviti A, Principato F, Rizzoni G. A community outbreak of haemolytic-uraemic syndrome in children occurring in a large area of northern Italy over a period of several months. *Epidemiol Infect* 1994; 113(2): 209-19.
86. Vold L, Nygård K, Lassen J. EHEC-infeksjoner i Norge 2006. MSIS-rapport 2007; 35: 11. www.fhi.no.
87. Wasteson Y, Johannessen GS, Bruheim T, Urdahl AM, O'Sullivan K, Rorvik LM. Fluctuations in the occurrence of *Escherichia coli* O157:H7 on a Norwegian farm. *Lett Appl Microbiol* 2005; 40(5): 373-7.
88. Wen QY, McClane BA. Detection of enterotoxigenic *Clostridium perfringens* type A isolates in American retail foods. *Appl Environ Microbiol* 2004; 70 (5): 2685-91.
89. World Health Organisation- International Food Safety Authorities Network. Highly pathogenic H5N1 avian influenza outbreaks in poultry and in humans: Food safety implications. Note 7/2005, November 2005 (rev 1.5 Dec).
http://who.int/entity/foodsafety/fs_management/No_07_AI_Nov05_en.pdf



Veterinærinstituttet er et nasjonalt forskningsinstitutt innen dyrehelse, fiskehelse, mattrygghet og dyrevelferd med uavhengig forvaltningsstøtte til departementer og myndigheter som primæroppgave. Beredskap, diagnostikk, overvåking, referansefunksjoner, rådgivning og risikovurderinger er de viktigste virksomhetsområdene.

Veterinærinstituttet har hovedlaboratorium i Oslo og regionale laboratorier i Sandnes, Bergen, Trondheim, Harstad og Tromsø, med til sammen ca. 330 ansatte.

www.vetinst.no

Tromsø

Stakkevollvn. 23 b · 9292 Tromsø
9010 Tromsø
t 77 61 92 30 · f 77 69 49 11
vitr@vetinst.no

Harstad

Havnegata 4 · 9404 Harstad
9480 Harstad
t 77 04 15 50 · f 77 04 15 51
vih@vetinst.no

Bergen

Bontelabo 8 b · 5003 Bergen
Pb 1263 Sentrum · 5811 Bergen
t 55 36 38 38 · f 55 32 18 80
post.vib@vetinst.no

Sandnes

Kyrkjev. 334 · 4325 Sandnes
Pb 295 · 4303 Sandnes
t 51 60 35 40 · f 51 60 35 41
vis@vetinst.no

Trondheim

Tungasletta 2 · 7047 Trondheim
7485 Trondheim
t 73 58 07 27 · f 73 58 07 88
[vit@vetinst.no](mailto:vitr@vetinst.no)

Oslo

Ullevålsveien 68 · 0454 Oslo
Pb 8156 Dep. · 0033 Oslo
t 23 21 60 00 · f 23 21 60 01
post@vetinst.no

