

KUNNMAT2

– Kunnskapsnotat om mattrygghet
i næringsmiddelindustrien



Kunnskapsnotat om mattrygghet i næringsmiddelindustrien

Denne rapporten er én av to delrapporter som presenterer en oversikt over forskningen som er gjort innen mattrygghet i Norge i perioden 2012-2019 og er et svar på BIONÆRs oppdrag om produksjon av kunnskapsnotater innen landbasert matproduksjon. Rapporten har også med mattrygghetsforskning på sjømat.

Rapporten omfatter selve forskningen som er gjort, bevilgninger og avdekker kunnskapshull. Rapporten er skrevet for forvaltningen, brukere, organisasjoner, studenter og offentligheten generelt.

Vi håper at rapporten vil bidra til at leseren kan skaffe seg en lettfattelig kunnskapsoversikt.

Bidragstere

Bidragstere i dette kunnskapsnotatet kommer fra mattrygghetsmiljøene ved Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet (NMBU), Nofima, Veterinærinstituttet og Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO).

Fra NMBU: Yngvild Wasteson, Marina Elisabeth Aspholm, Bjørn-Arne Lindstedt, Jan Erik Paulsen, Maia Emilie Brenden Hoff

Fra Nofima: Even Heir, Askild Holck (prosjektleder), Helga Næs

Fra Veterinærinstituttet: Gro Johannessen, Olaug Taran Skjerdal

Fra NIBIO: Marianne Stenrød, Trine Eggen, Anna Birgitte Milford, Giovanna Ottaviani Aalmo

Forsidebilder: Håkon Sparre/NMBU

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
Innledning	5
Prosjektgruppe	5
Mattrygghet	5
Definisjoner	6
Skjæringsflater mellom KUNMAT1 og KUNMAT2	7
Avgrensning av oppdraget	7
Innhenting av informasjon	8
Fordeling av forskningsmidler	9
Prosjekt- og litteraturgjennomgang	12
Smittestoffer i råvarer	12
Dekontaminering av kjøtt råvarer	13
Nye råvarer til mat og fôr	13
Forskning på spesifikke patogener og mikrobielle toksiner i matkjeden	14
<i>Campylobacter</i>	14
<i>Listeria</i>	14
<i>Salmonella</i>	15
<i>Yersinia enterocolitica</i>	15
STEC (VTEC)	15
Bakterielle toksiner i melk og melkeprodukter	16
Andre smittestoffer	16
Antimikrobiell resistens	17
Prosessering	17
Mikrobiologiske undersøkelser ved prosessering	18
Effekt av spesifikke prosesseringstrinn	18
Andre mattrygghetsprosjekter	21
Vann	22
Risikovurdering	23
Produksjonshygiene	25
Fremmedstoffer	25
Naturlige toksiner	25
Matkontaktmaterialer	26
Prosessfremkalte stoffer	26

Tilsetningsstoffer og aromastoffer	27
Forbrukeratferd	27
Overvåknings- og kontrollprogrammer	28
Næringsmiddelbårne utbrudd og overvåkning.....	28
Politikk og regelverk.....	31
Regelverksutvikling	31
Mattrygghet og kostholdsråd	31
Mattrygghet og mat og helsefaget i skolen	32
Rutiner for laboratoriepraksis.....	32
Redelighet i opplysninger om mat.....	32
Verdsetting av Mattilsynets arbeid på plantehelsefeltet	32
Hurtigvarslingsutbrudd og mattrygghet	33
Handelsrestriksjoner og internasjonale avtaler.....	33
Bedrifters håndtering av mattrygghet	33
Infrastruktur.....	34
Kunnskapshull og kunnskapsbehov	35
Én helse-perspektiv.....	36
Nye råvarer og distribusjonslinjer for mat og fôr, matsvinn og forbrukeratferd	37
Emerging risks	38
Omics teknologier og Big Data	39
Fremmedstoffer	39
Emballasje	40
Samfunnsvitenskapelig forskning	40
Vurdering av kunnskapshull og kunnskapsbehov knyttet til spesifikke næringskjeder	41
Frukt og grønt	41
Korn og kornprodukter	41
Kjøtt og egg	41
Fisk og sjømat.....	42
Melk	42
Vann	43
Vedlegg 1: Referanser	44
Vedlegg 2: Oversikt over prosjekter	53
Vedlegg 3: Søkeord og søkestrenger	56

Sammendrag

Denne rapporten presenterer en oversikt over forskningen som er gjort innen mattrygghet i næringsmiddelindustrien (KUNMAT2) i Norge i perioden 2012-2019. Arbeidet er utført av ledende forskere innen mattrygghetsmiljøene ved NMBU, Veterinærinstituttet, Nofima og NIBIO. Rapporten baserer seg på informasjon som er hentet fra flere nettbaserte kilder, bl.a. NFRs Prosjektbanken, FHF's hjemmesider, Cordis og BIBSYS litteraturlitebase. Blant prosjektene som er registrert er det bevilget ca. 495 mill. til 55 forskningsprosjekter hvor mattrygghet utgjør en vesentlig del. Ca. 56 % av midlene er gått til prosjekter som først og fremst omhandler prosessering, mens 23 % omhandler fremmedstoffer og smittestoffer, og 15 % råvarer. Tallene er kun veiledende siden de enkelte prosjektene har flere delaktiviteter innen forskjellige områder. Flesteparten av prosjektene ledes fra Nofima, Veterinærinstituttet, NMBU, Nortura SA, NIBIO og NIFES. De viktigste programmene som midlene bevilges over er BIONÆR og NOFIMA-FFL, FFL-JA, MAT-SLF og NOFIMA-SLF. Litteratursøket etter vitenskapelige artikler innen mattrygghetsforskning i Norge ga over 1800 treff hvorav en del er lite relevante. Mange av de viktigste (203) er refererte i rapporten.

Rapporten henviser til forskning utført i forbindelse med slaktehygiene, dekontaminering av kjøtt råvarer, og bruk av nye råvarer som alger og insektmel til mat og fôr.

Det er også utført studier av spesifikke patogener i matkjeden som *Campylobacter* (betydning av gårdsmiljø), *Listeria* (kartlegging av forekomst, spredningsveier, predikering av vekst, hemming), *Salmonella* (overlevelse på frukt og planter) og *Yersinia enterocolitica* (validering av ISO-metode), samt beskrevet status for kjøttrelaterte parasitter. Studier rundt antimikrobiell resistens viser at forekomsten er lav sammenlignet med de fleste europeiske land.

Mattrygghet innen prosessering av næringsmidler er et stort og omfattende tema tatt i betraktning det utall av prosesser som finnes og den store variasjonen av forskjellige råvarer. Det er utført studier rundt reduksjonen av patogene mikroorganismer ved å legge inn ekstra prosesseringstrinn som vasking med klordioksid, varmebehandling for drap av parasitter, dampbehandling av surimi, og pasteurisering for å drepe sporedannende bakterier. Man har studert betydningen av tilsetning av antimikrobielle stoffer som salter av organiske syrer og forbindelser fra krydderplanter, sett på drap av mikroorganismer ved bruk av høytrykk, og brukt UV lys til dekontaminering på matoverflater som egg, kylling og laks. Bredspektret synlig lys kan også redusere vekst av *L. monocytogenes*. I flere arbeider har en også studert hvordan øke mattryggheten i spekepølse, og sikre trygg vannforsyning.

Mange arbeider er utført innen vask og desinfeksjon og er rettet mot biofilmdannelse og bekjempelse av mikroorganismer i produksjonsmiljøene i fôrfabrikker og prosesseringsmiljøer. Ofte vil problemet bestå i etablerte husstammer som er vanskelige å bli kvitt.

Mange prosjekter dreier seg om fremmedstoffer i maten. De kan være naturlige toksiner som solanin i potet, mykotoksiner som dannes under lagring av korn, matkontakt materialer som smitter fra emballasje som bisfenol og ftalater, eller prosessfremkalte stoffer som furaner, heterosykliske aminer og nitrosaminer. Vi fant 25 studier hvor prosessfremkalte stoffer i mat har vært undersøkt.

En antatt stor andel av næringsmiddelbårne utbrudd skyldes forbrukernes behandling av maten etter at den er kommet hjem til kjøkkenet. Det er derfor viktig å forstå forbrukeratferd i forbindelse med

behandling av mat. Flere spørreundersøkelser har avdekket forbrukeratferd, og en risikobasert metode er utviklet for å gi en bedre forståelse av forbrukeratferd rundt mattrygghet.

Norge er forpliktet til å ha dokumentasjon som viser forekomsten av ulike listeførte sykdommer. Overvåknings- og kontroll/kartleggingsprogrammene bidrar kompetanseutvikling og generering av ny forskningsaktivitet. Næringsmiddelbårne utbrudd i perioden 2012-2019 er gjennomgått.

Likeledes er en gjennomgang av regelverksutvikling, mattrygghet og kostholdsråd, hurtigvarsling, handelsrestriksjoner og internasjonale avtaler, samt bedrifters håndtering av mattrygghet beskrevet.

Rapporten omhandler også kunnskapshull. Denne delen er felles for de to rapportene, siden mange av problemstillingene er overlappende.

Utfordringene knyttet til produksjon og frambud av trygg mat er sammensatte og i stadig endring. Økende fokus på bærekraft, helse og miljø bidrar til endrede forbruksmønstre knyttet til matkonsum, nye råvarer og produkter samt ny teknologi for produksjon og prosessering av mat. Demografiske endringer med blant annet aldrende befolkning og økt global handel gir også nye utfordringer innen mattrygghet. Matproduksjon basert på sirkulær økonomi etterstrebes for maksimal ressursutnyttelse og redusert matsvinn. I tillegg kommer økt reising og turisme, klimaendringer og mer sensitive analytiske metoder. Dette medfører behov for ny kunnskap for å forstå hvordan disse faktorene kan gi endringer i risiko knyttet til trygg mat og forstå hvordan nye risikoer kan kontrolleres og reduseres ved hjelp av ny teknologi og kunnskapsbaserte mattrygghetstiltak.

Det er viktig å opprettholde nødvendig og grunnleggende kompetanse hos fagmiljøene som utfører forskningen og sikre at disse blir attraktive partnere og kan lede internasjonale prosjekter innen områder som vil bidra til bærekraftig og lønnsom utvikling hos matproduserende næringer. For å svare på oppdragsgiveres skiftende forsknings- og utviklingsbehov, er det helt nødvendig med påfyll av forskningsbasert kunnskap hvor grunnleggende forskning støtter opp og videreutvikler den eksisterende brede kompetanseplattformen.

Rapporten Kunnskapshull om mat og miljø (2018) fra Vitenskapskomiteen for mat og miljø understreker spesielt at det trengs mer forskning på områder hvor Norge har et særlig ansvar og en internasjonal posisjon som produsent, distributør/eksportør, f.eks. som tilbyder av mat og sjømat. Dette gjelder særlig innen produksjon av laks og annen sjømat hvor det er tydelige utfordringer innen mattrygghet (*Listeria*), men også på nye, potensielt raskt voksende områder som alger, tang og tare. Når det gjelder landbasert matproduksjon er det behov for økt forståelse for drivkrefter for spredning av antimikrobiell resistens relatert til biocider og tungmetaller, samt kvalitative og kvantitative data om forekomst av patogener i mat og drikkevann.

Utviklingen går også mot å vurdere/inkludere både kjemiske og mikrobielle helse- og mattrygghetsutfordringer i Én-helse perspektivet. Dette innebærer å se på samspeillet mellom mennesker, dyr og miljø for å forstå forekomst og spredning av smittsomme sykdommer, herunder antimikrobiell resistens.

Sirkulær økonomi med resirkulering av avfall/bioressurser og introduksjon av dette i produksjonen av nye råvarer, samt ønske om økt bærekraft ved bruk av lokale ressurser i mat og fôr innebærer nye mattrygghetsutfordringer. Det er store endringer i hvordan mat produseres, distribueres og frembys. Småskala matproduksjon, lokal og kortreist mat med mer kan gi nye mattrygghetsutfordringer.

Det har også vært begrenset fokus på bakterier i mikrobefunn og hvordan slike samfunn påvirker mikrobenes evne til konkurranse, vekst og overlevelse under ulike betingelser i matkjeden. Stadige krav om redusert bruk av konserveringsmidler samt ønske om minimal prosessering og forlenget holdbarhet gir nye utfordringer.

Det foregår en rivende faglig utvikling innenfor -omics-teknologiene og Big Data. Disse teknologiene har totalt endret vår mulighet til å adressere viktige forskningsspørsmål for bedre utbruddsoppløring og sporing av mikroorganismene for å kartlegge reservoarer og smitteveier. Kunnskapen om genene hos organismene vil også kunne gi oss forklaring på hvorfor forskjellige stammer opptrer ulikt.

Det er også et generelt behov for økt kunnskap om produksjon og forekomst av plantetoksiner for å kunne vurdere mattrygghetsrisikoer knyttet til dette. Per i dag, er det store kunnskapshull rundt det å kunne gjennomføre nødvendige risikovurderinger for å kunne etablere vitenskapelig baserte grenseverdier. Når det gjelder overføring av prosessfremkalt kontaminanter og stoffer fra matkontaktmaterialer i mat og fôr, er det lite forskningsaktivitet i Norge. Vi trenger mer kunnskap om helseeffektene av disse stoffene.

Mattrygghet er i stor grad styrt av politiske og økonomiske faktorer gjennom bl.a. opprettelse av regelverk og overvåking, handelsrestriksjoner og bedrifters adferd. Det er klare mangler de siste 5-10 årene når det gjelder samfunnsvitenskapelig forskning på mattrygghet.

Innledning

Denne rapporten er én av to delrapporter som presenterer en oversikt over forskningen som er gjort innen mattrygghet i Norge i perioden 2012-2019, og er et svar på BIONÆRs oppdrag om produksjon av kunnskapsnotater innen landbasert matproduksjon. BIONÆR ba om at det skulle produseres notater innen områdene plantehelse, dyrehelse, dyrevelferd og mattrygghet, og at området mattrygghet skulle deles i to underområder; mattrygghet i primærleddet (KUNMAT1) og mattrygghet i næringsmiddelindustrien (KUNMAT2). Den samlede oversikten over forskningsaktivitetene skulle også identifisere kunnskapsmangler og peke på framtidige kunnskapsbehov.

Prosjektgruppe

Arbeidet er utført av en prosjektgruppe bestående av ledende forskere i mattrygghetsmiljøene ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU; Veterinærhøgskolen og Fakultet for kjemi, biovitenskap og matvitenskap), Veterinærinstituttet (VI), Nofima og Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO).

Mattrygghet

Mattrygghet kan enkelt defineres som at man ikke skal bli syk av den maten man spiser eller vannet man drikker. Dette betyr at næringsmidler ikke skal inneholde helseskadelige biologiske, kjemiske eller fysiske komponenter når de konsumeres i henhold til tiltenkt bruk. Slike komponenter kan finnes i

råvarene, eller de kan tilføres/utvikles under foredlingsprosesser, under frambud eller i hjemmet. FNs organisasjon for ernæring og landbruk (FAO) definerer mattrygghet slik:

Food safety is the absence, or safe, acceptable levels, of hazards in food that may harm the health of consumers. Foodborne hazards can be microbiological, chemical or physical in nature and are often invisible to the plain eye; bacteria, viruses or pesticide residues are some examples.

Food safety has a critical role in assuring that food stays safe at every stage of the food chain from production to harvest, processing, storage, distribution, all the way to preparation and consumption.

(<http://www.fao.org/food-safety/en/>)

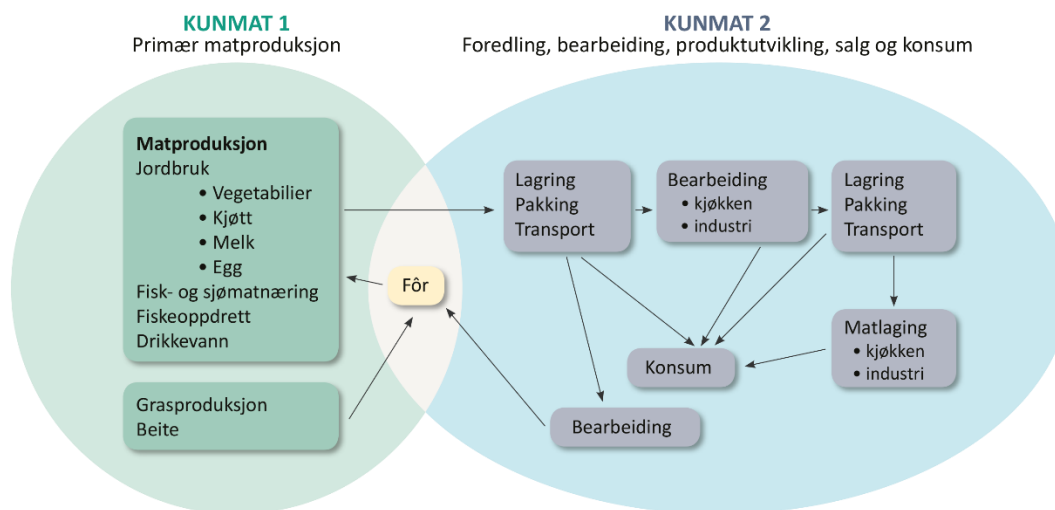
Produksjon av mat, både av animalsk og vegetabilsk opprinnelse, kan sees på som en kjede eller en syklus der alle elementer «fra jord og fjord til bord» må sees i sammenheng for at maten skal være trygg. Det er derfor viktig å kjenne til hele verdikjeden/syklus når mattrygghet skal vurderes. For noen matvarer vil det være lange produksjonskjeder som kan involvere importører, flere produsenter og prosesseringstrinn og i tillegg lagring, transport og salg. Andre produksjonskjeder kan være korte, det gjelder for eksempel lokal produksjon og frambud av ferske produkter som ikke er bearbeidet. De ulike verdikjedene er dermed assosiert med til dels svært ulike risikofaktorer og kompleksitet med hensyn på mattrygghet. Mattrygghet er av avgjørende verdi både fra et helsemessig, sosialt og økonomisk perspektiv. Hver gang en mattrygghetskrise rammer, i form av mer eller mindre omfattende utbrudd av mage-tarmsykdom og mer alvorlige, av og til fatale, sykdomstilfeller, er oppstandelsen og medieoppmerksomheten stor. Det er ikke bare de direkte effektene i form av sykdom og tilbaketreking av produkter som får konsekvenser. Tilliten til matprodusenter og deres omdømme får seg gjerne også en alvorlig knekk. De økonomiske tapene for produsentene kan bli betydelige.

Definisjoner

Fremmedstoffer er stoffer som finnes i mat og som opprinnelig ikke skal være der. Stoffene kan kategoriseres i følgende grupper: miljøgifter, naturlige toksiner, prosessframkalte stoffer, legemiddelrester, rester av plantevernmidler, stoffer som migrerer fra kontaktmaterialer, tilsetningsstoffer og aromastoffer.

Smittestoffer er mikroorganismer som kategoriseres i fire hovedgrupper: Bakterier, virus, sopp og parasitter. Etablering av en smittsom mikroorganisme i en vert kan enten manifestere seg som sykdom, dvs. en infeksjon, eller som en bærertilstand. Prioner er ikke en egen organisme, men kategorisert som et smittsomt protein.

Skjæringsflater mellom KUNMAT1 og KUNMAT2



Figur 1. Skjæringsflater mellom KUNMAT1 og KUNMAT2. Smittestoffer og fremmedstoffer kan komme inn i produksjonskjeden på ulike trinn.

Utfordringer knyttet til mattrygghet finnes i alle deler av produksjonen, og vil til en viss grad overlape mellom den primære og den sekundære produksjonen. I denne rapporten går en inn på mattrygghetsutfordringer under foredling, bearbeiding, produktutvikling, salg og konsum.

Avgrensning av oppdraget

Etter føring fra forskningsrådet skal rapporten i utgangspunktet ha fokus på mattrygghetsforskningen som er gjort innenfor BIONÆRS programområde, samt FFL/JA-prosjekter. Det vil si med hovedtyngden på landbasert matproduksjon. Forskning relatert til fisk og sjømat er imidlertid også inkludert i rapporten. Under arbeidet kom det også frem en rekke program med ett eller få prosjekter som falt under temaet «mattrygghet» (se figur 1) – disse ble det også naturlig å inkludere i denne rapporten.

I all hovedsak er det kun vitenskapelig publiserte arbeider som det er referert til i rapporten. Noe informasjon er også hentet fra offentlige rapporter, masteroppgaver og PhD avhandlinger.

En del temaer som grenser til mattrygghet eller som *kan tenkes* ha en tilknytning til mattrygghet er ikke tatt med. Mye er av denne forskningen er støttet av institusjonenes grunnbevilgninger. Noe er likevel tatt med der tilknytningen til mattrygghet er sterkere. Dette gjelder for eksempel karakterisering og forekomst av plasmider som koder for toksiner. Prosjekter hvor mattrygghet kun utgjør en minimal del av prosjektet er utelatt. Andre områder som er utelatt er forskning rundt tilsetningsstoffer, mikroplast, nanomaterialer, genmodifisert mat og fysiske farer som radioaktivitet, emballasjeprojekter når det er pakketeknologi og ikke mattrygghet i holdbarhetsanalyser som er i fokus, produktutvikling når mattrygghet utgjør kun en marginal del av prosjektet, medisinsk og helserelevante problemstillinger som redusering av saltinnhold i maten.

Innhenting av informasjon

Rapporten baserer seg på informasjon som er hentet fra flere nettbaserte kilder. Det er lagt til tre vedlegg til rapporten: Referanselisten som gir en oversikt over relevante vitenskapelige artikler publisert i perioden 2012-2019 (vedlegg 1), én tabell som gir en oversikt over relevante mattrygghetsprosjekter (vedlegg 2) og et vedlegg med søkeord og søkestrenger benyttet for å finne relevant vitenskapelig litteratur fra perioden 2012-2019 (vedlegg 3.) Det vil være overlapp mellom referansene til KUNMAT1 og KUNMAT2, fordi mange prosjekter omfatter mattrygghet i hele produksjonskjeder, fra primærproduksjonen og videre ut mot ferdig produkt. Enkelte kapitler, som «Politikk og regelverk», er identiske i KUNMAT1 og KUNMAT2.

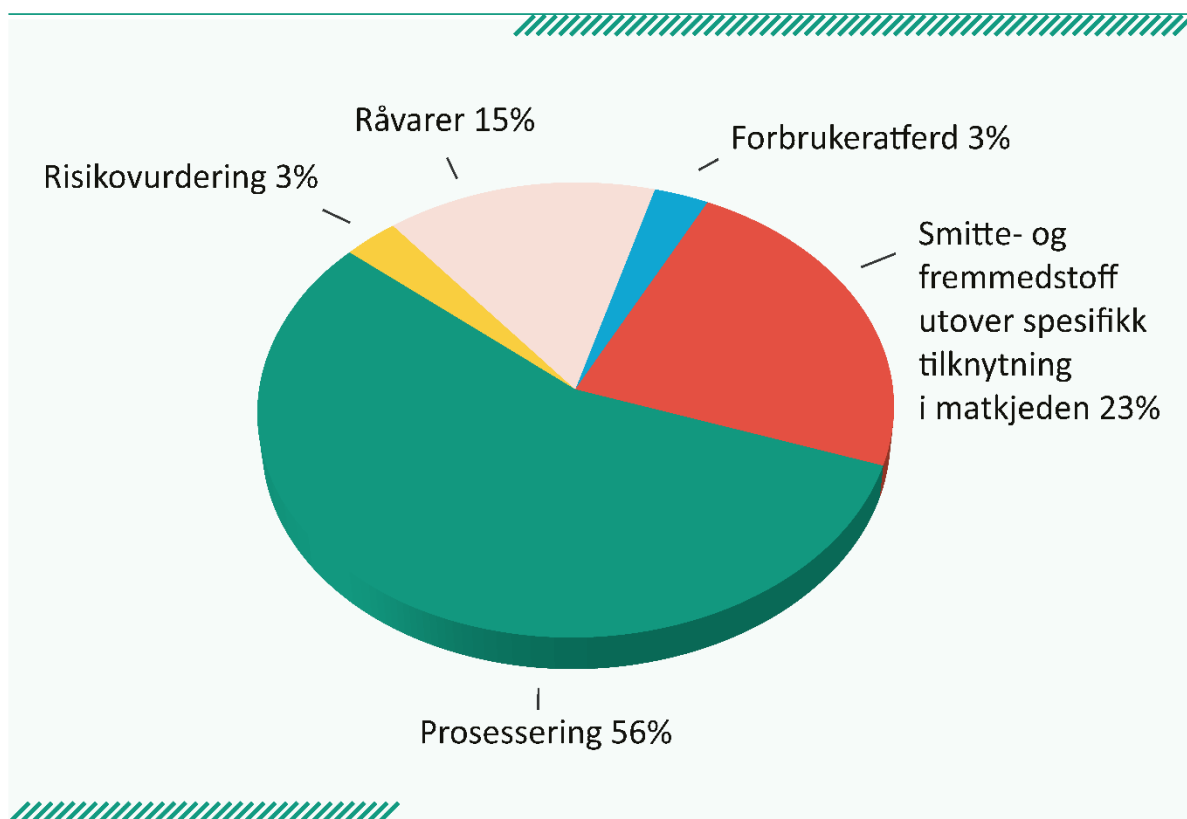
Under søkene er det tatt utgangspunkt i Prosjektbanken (<https://prosjektbanken.forskingsradet.no/>), Cristin (<https://www.cristin.no/>), årsmeldingene/-rapportene fra FFL/JA i perioden 2012-2018 (<https://www.landbruksdirektoratet.no/no/styrer-rad-utvalg/styrene-for-ffl-og-ja/arsmeldinger>), Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (<https://www.fhf.no/>) og Cordis (<https://cordis.europa.eu/>). I disse søkene er det brukt søkeordene «mattrygghet», «trygg mat» og «food safety».

Sammendragene til disse prosjektene ble så gjennomgått, og de prosjektene som ikke omhandlet mattrygghet, eller hvor mattrygghet ble vurdert til å bare være en liten del av prosjektet, ble fjernet.

Gjennom arbeidet med å bygge opp databasene er det avdekket svakheter i kildene som kan ha en viss innvirkning på databasenes kvalitet. For eksempel viser det seg at innrapporteringen om prosjekter i Cristin ofte er svært mangelfull. Siden Prosjektbanken er knyttet opp til Cristin, vil dette problemet også gjelde her. Dette fører til at det hos noen prosjekter mangler informasjon om finansieringskilder, sum av bevilgede midler og/eller antall publiserte artikler. Prosjektene som mangler informasjon omkring finansiering er rensket ut av regnestykket i arbeidet med figurer og tabeller. Det viser seg også at det er mangelfull informasjon om EU-prosjekter i Prosjektbanken. Det er derfor supplert med søk i Cordis, som er EU-kommisjonens egen oversikt over prosjekter som er finansiert av EUs rammeprogrammer. I tillegg har vi brukt oversikter fra de mest sentrale forskningsinstitusjonene innenfor mattrygghet. Opplysninger rundt finansiering er hentet fra Prosjektbanken, bortsett fra prosjektene finansiert av FFL-JA. Disse prosjektene har fått oppgitt feil finansieringsbeløp i Prosjektbanken, og korrekt beløp er hentet fra Forskningsrådet. EU-prosjektene er oppført i vedlegg 2 og omtales i teksten, men inngår ikke i tabeller og figurer.

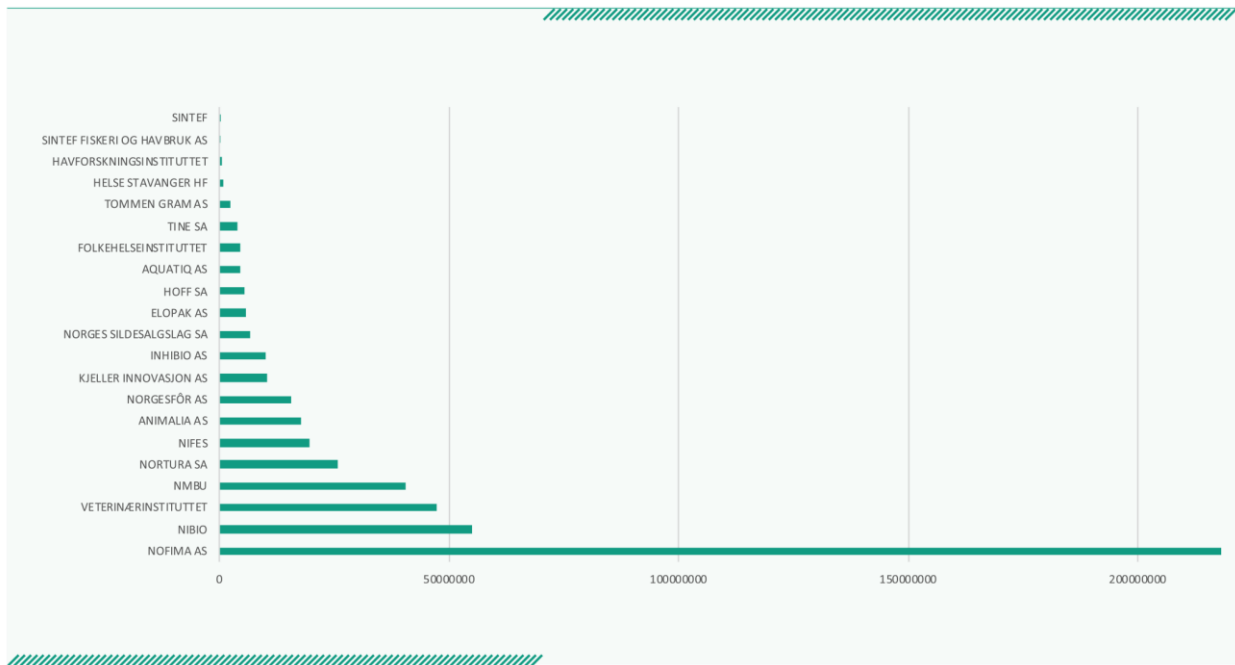
I tillegg er det gjort spesifikke litteratursøk i ISI Web of Science (http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=E69NQcVpiLIDO8oRZ86&preferencesSaved=) på relevante institusjoner og temaer for å få en oversikt over publisert litteratur. En kort beskrivelse av søkeord og søkestrenger finnes i vedlegg 3.

Fordeling av forskningsmidler

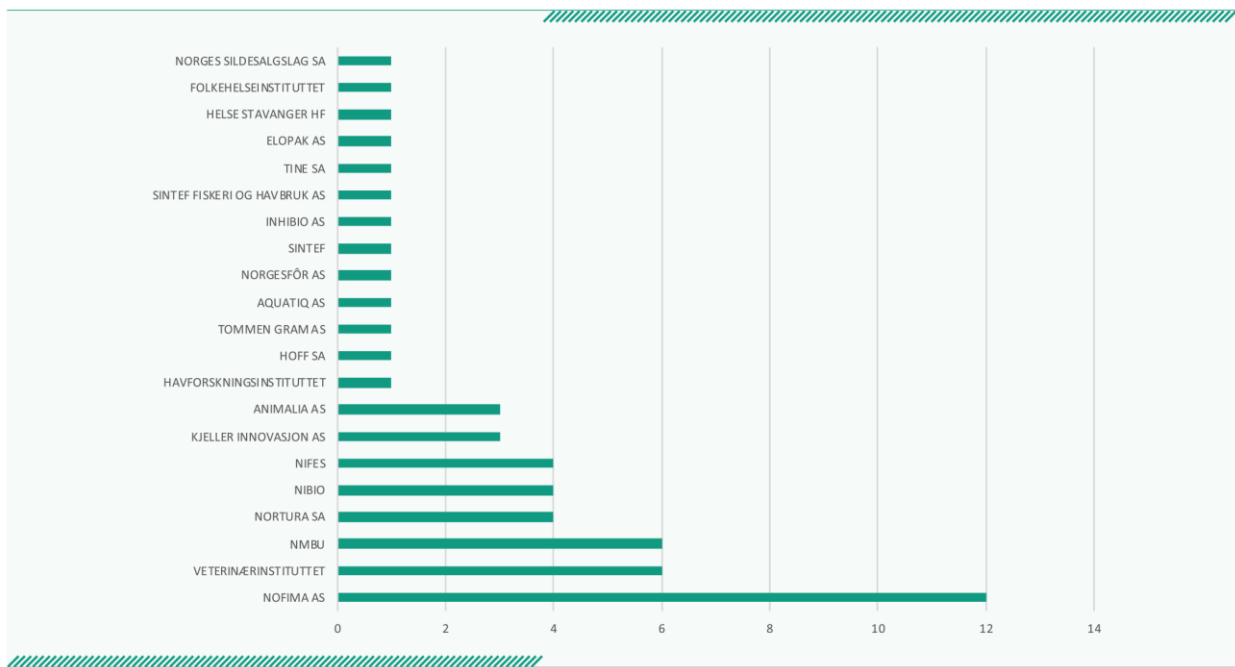


Figur 2. Midler fordelt mellom kategorier

Figur 2 viser fordelingen av forskningsmidler mellom de ulike kategoriene brukt i denne rapporten. 56 % av midlene som går til forskning på mattrygghet i næringsmiddelindustrien, finansierer prosjekter som går innunder kategorien «Prosessering». I denne kategorien inngår forskning innen prosessutvikling, prosesskontroll, nye produkter og prosesser, dekontaminering, samt vask og desinfeksjon. Forskning på råvarer (fôr, slakting og dekontaminering av slakt), har fått 15 % av de totale bevilgede midlene. Ingen av prosjektene som er gjennomgått i dette kunnskapsnotatet omhandler vannkvalitet. 23 % av forskningsmidlene går til prosjekter i kategorien «Fremmed- og smittestoff utover spesifikk tilknytning i matkjeden». Dette er toksiner og smittestoffer (bakterier, parasitter, virus og prioner).



Figur 3. Midler fordelt på ansvarlig institusjon/organisasjon



Figur 4. Antall prosjekter per ansvarlig institusjon/organisasjon

Figur 3 og figur 4 viser hvordan utdelte forskningsmidler og prosjekter fordeler seg på de ulike institusjonene og organisasjonene. Det er verdt å merke seg at det er ansvarlige institusjoner/organisasjoner som er oppført, ikke hvilke aktører som har bidratt.

Våre kilder viser at 44 % av forskningsmidlene som gikk til forskning på mattrygghet i næringsmiddelindustrien i perioden 2012-2019, gikk til prosjekter som Nofima står som prosjektansvarlig for. FFL bidrar til basisfinansiering av Nofima gjennom strategiske programmer. Ett av disse programmene utgjør ca. NOK 15-20 mill. per år i perioden 2012-2019. Dette inkluderer også midler til emballeringsforskning som ikke har fokus på mattrygghet.

Det er en rekke private aktører som får støtte. Disse tenkes å også delfinansiere sine egne prosjekter. De fem institusjonene som fikk bevilget flest midler i perioden 2012-2019 var Nofima, NIBIO, Veterinærinstituttet, NMBU og Nortura SA.

Som vist i figur 4, er institusjonene som har flest prosjekter Nofima, NMBU, Veterinærinstituttet, NIBIO, Nortura og NIFES. Hele 15 av institusjonene/organisasjonene inkludert i databasen står som ansvarlig for ett mattrygghetsrelatert prosjekt hver.

Tabell 1 gir en oversikt over hvilke program- og finansieringsordninger som har bevilget midler i perioden 2012-2019, hvor mange prosjekter disse har finansiert, sum bevilgede midler og prosentvis fordeling av disse midlene mellom de ulike programmene. BIONÆR har bevilget mest penger, men det er også en rekke programmer som har bevilget penger til ett eller få prosjekter. Enkelte prosjekter har to eller flere finansieringskilder. Dette er en oversikt basert på informasjonen som ligger i Prosjektbanken. Det kan tenkes at noen prosjekter er delfinansiert av grunnbevilgningen til de ulike institusjonene. Merk at de prosjektene som er inkludert i figurer og tabeller er de prosjektene hvor finansieringskildene og summen er kjent. En oversikt over prosjektene finnes i vedlegg 2.

Tabell 1. Oversikt over programmer, antall prosjekter og bevilgede midler

Program-område	Antall prosjekter	Sum av bevilgede midler (i NOK)	Prosentvis fordeling av bevilgede midler
BEDREHELSE	1	999998	0,20 %
BIA	2	14653765	2,96 %
BILATNAER	1	6779994	1,37 %
BIONÆR	13	108494763	21,91 %
BIONÆR/MATPROG	8	70026753	14,14 %
BIONÆR/Nortura/VI	1	9600000	1,94 %
FFL-JA	6	35376000	7,14 %
FHF	5	13974000	2,82 %
FORNY20	2	8924920	1,80 %
FORNY20/FORNY3	1	1449997	0,29 %
HAVBRUK2	1	7999992	1,62 %
HAVBRUKS	2	7299984	1,47 %
MAT-SLF	7	33501950	6,76 %
MILPAAHEL	1	4400000	0,89 %
NOFIMA-FFL	1	85052000	17,17 %
NOFIMA-SLF	1	37602130	7,59 %
SIP-KFD	1	24099990	4,87 %
STRAT-MAT	1	25000000	5,05 %
Total	55	495236236	100,00 %

Prosjekt- og litteraturgjennomgang

Smittestoffer i råvarer

Det varierer fra smittestoff til smittestoff hvor disse entrer produksjonskjedene. Viktige matbårne patogener som for eksempel *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. og Shiga-toksin produserende *E. coli* har sine reservoarer blant levende dyr, og forebyggende tiltak som gjøres på primærproduksjonsnivå har derfor betydning for å redusere forekomsten av slike patogener videre utover i produksjonsprosessene. For omtale av forskningen som gjøres for å sikre at råvarene er så trygge som mulig, henvises det til KUNMAT1-rapporten.

Ved bruk av husdyrgjødsel eller vanningsvann som er forurenset med husdyrgjødsel med smittestoffer fra levende dyr, kan disse også overføres til den vegetabilske næringskjeden med forurensete råvarer som resultat. På tilsvarende vis som for de animalske landbaserte produksjonskjedene, er forskningen på dette området omtalt i KUNMAT1-rapporten.

I tillegg til alle generelle tiltak for å sikre god slaktehygiene er det også utført forsøk med å vurdere betydningen av å skille rene og urene slaktedyr av storfe. Trimming av synlige forurensninger på slaktet så ut til å gi tilstrekkelig hygienisk kvalitet både for rene og urene dyr, så bruk av forskjellige slaktelinjer var ikke nødvendig (Hauge, Nafstad, Rotterud, & Nesbakken, 2012), (Hauge et al., 2015). Tilsvarende resultater ble også funnet for sau (Omer et al., 2015).

Slakting av oppdrettsfisk foregår på en annen måte enn for landdyr i og med at fisk transporteres i vann gjennom avlivningstrinnet og over til utblødningstank og videre i prosesseringsanlegget. Det er gjort en del forskning på sammenhengen mellom kontaminering på slakteri og kontaminerte produkter der oppdrettsfisk er råvare. Det er en økende bevissthet i næringen om kontaminerte råvarer. Et forprosjekt om kartlegging av *Listeria* i sjø, ledet av Mowi er nettopp avsluttet. Tidligere er problemstillingen blitt undersøkt i sammenheng med uttesting av metoder og prøvetakingsplaner, f.eks. i ForNy prosjektene SensiList 250711, InhibioList 245665, Tiltak for økt kontroll med *Listeria* i sjømatnæringen, og EU prosjektet BASELINE. Det samme gjelder studien til Fagerlund et al (2016) som viste potensialet for bruk av helgenomsekvensering for typing og sporing av *Listeria* i sjømat- og kyllingnæringen (Fagerlund, Langsrud, Schirmer, Moretro, & Heir, 2016). Det er gjort en rekke studier som oppdrag for enkeltaktører, i de fleste tilfeller uten at det har vært del av et prosjekt. Det mangler derfor systematisk kunnskap på området, men det finnes mye generell kunnskap basert på firmaenes egenkontroll og oppfølging av denne.

Fjørfselakting og mikrobiologisk kontroll av denne i Norge er i stor grad knyttet til *Campylobacter*, ettersom *Salmonella* er et mindre problem enn i andre land. Flokkene håndteres og prøvetas enkeltvis på slakteriet, slik at flokker med *Campylobacter* fryses, brukes i prosessert mat eller på andre måter, slik at smitte til mennesker kan unngås. Handlingsplanen bygger på og evalueres i årlige overvåkningsstudier, risikomodeller og prosjekter der smittevei har vært fokus. Eksempler på prosjekter er EU prosjektet CamCon, doktorgradsstudier og artikler som (Jonsson, Chriel, Norstrom, & Hofshagen, 2012).

Dekontaminering av kjøtt råvarer

For ytterligere å bedre hygien på slakt er det gjort forsøk med dekontaminering av saue- og lammeskrotter med damp og varmt vann (Omer et al., 2015). Behandlingene reduserte bakterietallene med omkring 1 log. Dekontaminering med damp er også testet på kylling, med 1-3 log reduksjon av mikroorganismene avhengig av behandlingstid og prøvested på kyllingene (Kure et al., 2019). Desinfisering av slakt ved fjerning av innvoller og skinn har blitt undersøkt i flere prosjekter, flere av dem ledet av kjøttbransjen (Alvseike, Prieto, Torkveen, Ruud, & Nesbakken, 2018; E. Rossvoll, Rotterud, Hauge, & Alvseike, 2018).

Nye råvarer til mat og fôr

Det har vært en del interesse for bruk av alger (tang og tare) som mat og fôr, og det har i perioden vært gjennomført en rekke prosjekt med fokus på å optimalisere produksjonsbetingelsene for slike råvarer samt å utvikle produkter med god næringsverdi og innhold av bioaktive stoffer. Det har imidlertid vært mindre fokus på eventuelle mattrygghetsutfordringer med disse nye råvarene. Biancarosa et al har vurdert fordeler og ulemper ved bruk av 21 brun-, rød- og grønalg som er vanlige i norske farvann (Biancarosa et al., 2018) og det er vist store forskjeller mellom disse gruppene makroalger ved metabolittprofilering (Belghit et al., 2017). Mange inneholder nyttige næringsstoffer, mens innholdet av fremmedstoffer er lavere enn gjeldende europeiske grenseverdier. Protein, fett og essensielle mineraler har vært undersøkt hos flere alger med tanke på bruk som mat og fôr. Den best egnede algen var soll (*Palmaria palmata*). For flere andre arter ble det vurdert at det var bedre å ekstrahere ut komponenter for bruk som ingredienser i andre produkter (Maehre, Malde, Eilertsen, & Elvevoll, 2014). Behandling og mikrobiologi hos en del spiselige alger er beskrevet (Blikra et al., 2019). Siden alger kan inneholde tungmetaller og andre giftige forbindelser, er det i tillegg gjort studier rundt nivåene av disse stoffene. Resultatene indikerer at innhold av tungmetaller ikke utgjør noen helseisiko, men at det bør utarbeides klare grenseverdier for dette (Roleda et al., 2019), (Stevant et al., 2018). Daglig inntak kan gi forhøyet jod-inntak. Forurensninger av farmasøytiske og personlig hygieneforbindelser har blitt undersøkt i alger og fisk fra Rødehavet (Ali et al., 2018).

Algae to Future-prosjektet (A2F; NFR-prosjekt 267872) (2017-2021), som ledes av NIBIO og inkluderer både vitenskapelige og næringspartnere fordelt over hele landet, vil legge grunnlaget for industriell mikroalgeproduksjon i Norge. Med bruk av naturressurser i kombinasjon med avfallsstrømmer fra eksisterende produksjonslinjer innen landbruk, akvakultur og prosessindustri skal prosjektet undersøke algenes potensial til å produsere høykvalitets proteiner, fettsyrer og karbohydrater til mat og fôr. Mattrygghetsaspektet står sentralt i arbeidet, men det er utfordringer/spørsmål knyttet til gjeldende regelverk og håndhevingen av dette.

Foods of Norway, Senter for forskningsdrevet innovasjon ledet av NMBU, har som mål å utvikle fiske- og dyrefôr basert på bærekraftige norske råvarer og gjøre produksjonen mindre avhengig av import av fôrråvarer. Hovedfokus i forskningsarbeidet så langt har vært på biomasse, næringsverdi, fôreffektivitet, effekt på fiske- og dyrehelse, produktkvalitet, mens mattrygghetsperspektivet ved de ulike løsningene er lite undersøkt.

Havforskningsinstituttet har koordinert en rekke prosjekt i perioden med fokus på nye råvarer til fôr. Aquafly (NFR prosjekt 238997) (2014-2018) hadde som mål å skreddersy insektsmel som ingrediens i laksefôr med fokus på fiskens ernæringsbehov og bærekraftig fôrproduksjon. Prosjektet 'Entofôr: fra

avfall til ressurs' (NFR-prosjekt 268344) (2016 - 2019) ser videre på insekter som ny fôringrediens for fisk og fjørfe, og skal blant annet kartlegge eksisterende vegetabiliske organiske kilder som kan brukes til insektproduksjon i Norge. Mattrygghet er ikke noen klart uttalt målsetning ved disse prosjektene selv om en slik endring i bruk av fôrråvarer vil kunne påvirke mattrygghet og human helse ved konsum av de endelige matvarene. Publiseringen fra Aquafly tar imidlertid for seg innholdet av fremmedstoffer i fôret i et mattrygghetsperspektiv (Nacher-Mestre et al., 2016) og rapporterer reduksjon i restkonsentrasjoner av arsen i fiskefilet med bruk av insektsmel i fôret. Safety-PAP (NFR prosjekt 227387) (2013-2017) hadde fokus på å undersøke mattrygghetsaspekter ved bruk av animalske bi-produkter og plantebaserte råvarer for fiskefôr. Prosjektet har resultert i en rekke vitenskapelige publikasjoner som dokumenterer kjemiske analysemetoder basert på høyoppløselig massespektrometri for å klarlegge utfordringer med restkonsentrasjoner av veterinærlegemidler (Nacher-Mestre et al., 2016), plantevernmidler (T. I. Portoles, M.; Garlito, B.; Nacher-Mestre, J.; Karalazos, V.; Silva, J.; Alm, M.; Serrano, R.; Perez-Sanchez, J.; Hernandez, F.; Berntssen, M. H. G., 2017), miljøgifter (T. Portoles, Garlito, Nacher-Mestre, Berntssen, & Perez-Sanchez, 2017) og mykotoksiner (Nacher-Mestre et al., 2015). Publikasjonene tar også i noe grad opp problemstillinger knyttet til risiko for overføring av slike reststoffer til fiskefilet for konsum.

Forskning på spesifikke patogener og mikrobielle toksiner i matkjeden

Campylobacter

Campylobacter er en bakterie som kan gi diaré sykdom. Den smitter mennesker gjennom forurenset mat eller vann, eller via smittede dyr eller fugler. Tilstedeværelsen av *Campylobacter* spp. i 18 488 norske slaktekyllingsflokker fra 623 gårder har i løpet av 2002 – 2007 blitt undersøkt for forekomst av risikofaktorer for *Campylobacter*. Studien understreker betydningen av gårdsmiljøet og klimaet for forekomsten av *Campylobacter* spp. i slaktekyllingflokker (Jonsson et al., 2012).

Listeria

L. monocytogenes gir sykdommen listeriose hos mennesker og dyr. Bakterien kan ellers finnes "overalt". *L. monocytogenes* er en av de få bakteriene det er gitt kriterier for i matloven: Det er ikke tillatt med mer enn 100 cfu/g på noe tidspunkt i lagringstiden i spiseferdig mat. Det er gjennomført en rekke prosjekter der formålet har vært å kartlegge, hemme og dokumentere tilstedeværelse av *L. monocytogenes*, samt predikere vekst av bakterier i mat, eller patogenitet for mennesker. Eksempler på prosjekter er EU prosjektene BASELINE og STARTEC og nasjonale prosjekter som ListWare, SensiList, PatFoodchain, og FHF901166. Eksempler på artikler er (De Cesare et al., 2018; Skjerdal, Reitehaug, & Eckner, 2014; Stratakos et al., 2016), (Fagerlund et al., 2016; Lorentzen, Breiland, Cooper, & Herland, 2012; Pettersen et al., 2019; Schirmer, Heir, Moretro, Skaar, & Langsrud, 2013). *L. monocytogenes* er en bakterie med stor relevans både for næringsliv og folkehelse, noe som reflekteres i at det er flere prosjekter, med ulike innfallsvinkler for bakterien (f. eks. 260711, 245665, 256259, 294910).

Genetisk fingerprinting ble brukt til å studere populasjonsdynamikken og spredningsveiene for *L. monocytogenes* under infeksjon av en musemodell (Zhang et al., 2017). Felt- og laboratorieundersøkelser har også blitt utført for å avklare om snegler kan fungere som vektor for *L. monocytogenes* og derved bidra til spredning av patogenene til dyrefôr (Gismervik et al., 2015).

Rakfisk er et langtidslagret fiskeprodukt vesentlig av ørret og røye. Produktet fermenteres i saltholdig lake, og spises uten forutgående varmebehandling. Det er et risikoprodukt og flere utbrudd av *L.*

monocytogenes har vært assosiert med bakterien. I prosjektet 'Tryggere rakfisk med forutsigbar kvalitet' (NFR199595) ser man på vekst av *L. monocytogenes* under fermentering av rakfisk ved forskjellige betingelser og samtidig tester nye strategier for å hemme bakterien.

Alemtuzumab er en medisin som brukes til å behandle kronisk lymfocytisk leukemi og multipel sklerose og det er vist at behandlingen kan assosieres med utvikling av listeriose. I en case studie fra 2017 ble det beskrevet hvordan en MS pasient fikk listeriose etter å ha spist rå pølse og en myk ost tre dager før behandling med Alemtuzumab (Holmoy, von der Lippe, & Leegaard, 2017).

Salmonella

Bladgrønnsaker, inkludert friske urter, har ofte vært involvert i *Salmonella*-utbrudd. I en studie som undersøkte overlevelse av *Salmonella* på basilikumblader og i pesto der frisk basilikum inngår som en ingrediens viste at bakterien overlevde på krydderbladene i opptil 18 dager ved 20 til 22 °C, men bare i 4 dager i pesto lagret ved 4 °C (Eckner et al., 2015). En annen studie viste at kryssforurensning med *Salmonella* kan oppstå under bearbeiding av ferske epler, og deretter kan *Salmonella* overleve i eplene i 12 dager (Perez-Rodriguez, Begum, & Johannessen, 2014).

Syntetiske bromerte furanoner har vist effekt mot etablering av biofilm av flere ulike bakteriearter. En studie fra 2014 viste at syntetisk bromert furanon kan ha en effekt mot etablering av biofilm av *Salmonella* ser. Agona og *E. coli* O103:H2 under temperaturforhold som er relevante for mat- og fôrindustrien, samt under temperaturforhold som er optimale for vekst av bakteriene (Vestby et al., 2013).

Yersinia enterocolitica

EN ISO 10273-metoden for påvisning av sykdomsfremkallende *Y. enterocolitica* i matvarer ble validert i prosjektet Mandate M / 381 finansiert av EU-kommisjonen. Totalt 14 laboratorier fra fem europeiske land (inkludert Norge) deltok i studien i løpet av 2013 og 2014 (Hallanvuori et al., 2019).

I en artikkel fra 2012 vært det rapportert om et sykdomsutbrudd i Norge (2011) som var forårsaket av *Y. enterocolitica* O9 og knyttet til spiseklar salatblanding. Mai 2014 ble det også rapportert om et *Y. enterocolitica* O9 utbrudd i en militærbase i Nord-Norge samt en økning av *Y. enterocolitica* -infeksjoner hos sivile. Også i dette tilfellet var utbruddet knyttet til en salatblanding og kilden var sannsynligvis en importert *Radicchio rosso* salat (MacDonald et al., 2016).

STEC (VTEC)

I 2006 oppstod et alvorlig matbåret EHEC-utbrudd i Norge og smittekilden var morrpølse. Sytten tilfeller ble registrert og HUS-frekvensen var 60 %. En *E. coli* stamme med serotypen O103:H25 forårsaket utbruddet og den ble ansett for å være spesielt virulent. Genomsekvensering av utbruddsstammen avslørte likhet med den tyske 2011-utbruddsstammen *E. coli* O104:H4 (L'Abee-Lund et al., 2012). Overlevelsen av forskjellige STEC under spekepølseproduksjonsprosessen og under lagring av salampølse, samt under oppvarming og frysing av produktet viste at det var stammevariasjon (T. M. Rode, Holck, Axelsson, Hoy, & Heir, 2012). Fermenterte pølser har blitt koblet til flere EHEC utbrudd. I en studie fra 2016 ble det undersøkt hvilken effekt ulike typer miljøstress, som er relevante for produksjon av fermenterte pølse, har på overlevelsen av to ulike EHEC stammer (McLeod, Mage, Heir, Axelsson, & Holck, 2016). En annen studie utviklet en modell for å forutsi overlevelsen/veksten av STEC gjennom produksjon og lagring av fermenterte pølser (Quinto et al., 2014). Når bakterier tilpasser seg stress i et

miljø kan det påvirke bakteriens evne til å overleve andre typer stress. STEC som hadde vært gjennom syrestress i pølsefermentering overlevde imidlertid ikke bedre syrestress i en *in vitro* fordøyelsesmodell (T. M. Rode et al., 2017). Det er også gjort en studie som vurderte motstandsdyktigheten hos STEC isolater og ikke-patogene *E. coli*-stammer mot matrelaterte stress som høy og lav pH, varme og høyt hydrostatisk trykk. Bakterienes evne til å danne biofilm ble også undersøkt. Studien oppdaget at ulike stammer viste store forskjeller i stresstoleranse. De mest tolerante stammene tilhørte serogruppe O157. Selv om det ble observert stor variasjon i biofilmdannelse mellom STEC-isolatene, ble det ikke funnet konsistente sammenhenger mellom biofilmdannende og evne til å motstå miljøstress. Studien bidrar til å øke kunnskapen om hvordan STEC takler stress i næringskjeden, noe som kan føre til forbedrede strategier for å forhindre STEC-infeksjoner (Alvarez-Ordóñez et al., 2013).

Desinfeksjonsmiddelet benzalkoniumklorid påvirker overlevelsen og cellemorfologien hos *E. coli* (filamentering). En studie fra 2012 viste at en subinhibitorisk nivå av benzalkoniumklorid (0,25 % av MIC) kan selekere for dannelsen av subpopulasjoner av bakterien med en økt toleranse for desinfeksjonsmiddelet (Moen, Rudi, Bore, & Langsrud, 2012).

Bakterielle toksiner i melk og melkeprodukter

Staphylococcus er en av flere mikrober som kan finnes i melk, noen ganger i så høye konsentrasjoner at det dannes nok toksiner til å gi sykdom hos mennesker selv om melken pasteuriseres. Det er tidligere gjort omfattende studier av dette for norske forhold med fokus på mastitt hos dyr og småskalaproduksjon av ost. Innenfor tidsperioden for denne kunnskapsoppsummeringen, er det gjort en omfattende studie for etiopiske forhold (Tarekgne et al., 2016) og overvåkningsprogram for norske forhold som indikerer at toksinproduksjon er høyst relevant. *Staphylococcus* toksiner er årsak til en rekke sykdomstilfeller. Genene som koder for toksinene har vært kjent i mange år, men paradoksalt nok, finnes det bare analysemetoder for noen av toksinene. EU og referanselaboratoriet for *Staphylococcus* gjennomfører nå det EU-finansierte prosjektet ToxDetect for å finne analysemetoder for toksiner fra *Staphylococcus*, *Bacillus* og Clostridier, der Norge er med. I MATFONDAVTALEN (NFR244149) studerte man forekomsten av emetisk toksin genet *cysB* hos *B. cereus* stammer isolert fra pasteurisert og ikke pasteurisert melk. I dette prosjektet ble også evnen til psykotrofe *B. cereus* stammer å produsere emetisk toksin under vekst i melk ved ulike temperaturer undersøkt.

Andre smittestoffer

Innenfor et EU cost action prosjekt er det beskrevet status for inaktivering av kjøttrelaterte parasitter i Europa (P. F. Paulsen, F.; Gerard, C.; La Carbona, S.; Robertson, L. J., 2019). De viktigste parasittene er *Toxoplasma gondii*, *Trichinella spiralis*, *Taenia saginata* og andre *Trichinella* arter. Parasittene vokser ikke i slakt, så målet er å finne metoder som inaktiverer dem. Både frysing, koking, tørking og speking kan bidra til inaktivering. I et annet nettverk (NFR271879) ser en på mulighetene for at *Klebsiella* kan overføres fra dyr til mennesker enten direkte eller via mat. *Klebsiella pneumoniae* er ofte multiresistent og vanskelig å behandle (Porcellato et al., 2018).

Kveis er betegnelsen på larvene av parasittiske rundmark som forekommer hos praktisk talt alle marine fiskeslag i våre farvann. I Norge har vi per i dag ikke problemer med *Anisakis* siden konsum av rå eller kun lett varmebehandlet villfanget fisk ikke er vanlig. Det er vel dokumentert at koking/trekking, steking etc. samt frysing i 24 timer ved -20 °C dreper kveisen. Sistnevnte prosedyre er også nedfelt i det såkalte frysekravet for å beskytte konsumentene. I FHF prosjektet 'Dokumentasjon knyttet til overlevelse av

kveis i tørrfiskproduksjon' (FHF901332) har man funnet ut at *Anisakis* ikke overlever tørkeprosessen og at tørrfisk dermed er trygg å spise.

Antimikrobiell resistens

VKM rapporten «Vurdering av antimikrobiell resistens hos bakterier i matkjeden i et folkehelseperspektiv» fra 2015 vurderte at det var en «ubetydelig sannsynlighet for at forbrukere eksponeres for bakterier fra norske husdyr og norskprodusert mat som er resistente overfor viktige antibiotika. Unntaket er fjørfekjøtt og levende gris og fjørfe». Foredling og varmebehandling av mat vil stort sett bidra til å redusere forekomsten av bakterier i mat. Dermed blir også sannsynligheten for at levende resistente bakterier overføres fra mat til mennesker mindre.

Grunnet blant annet forskjeller i slakteprosesser er det større muligheter for at fjørfeslakt forurenses av mikroorganismer fra det levende dyret sammenlignet med ved gris- og storfeslakt, noe som er en viktig begrunnelse for at ferskt fjørfekjøtt ble vurdert som en aktuell eksponeringskilde for resistente bakterier. Det er vist at det sirkulerer kloner av extended spectrum beta lactamase (ESBL) resistens i verdikjeden for fjørfe som kan gi opphav til infeksjoner hos mennesker, samtidig er det vist at fjørfe-ESBL kan være bærere av de samme resistensplasmidene som finnes i humane isolater og at disse kan overføres til miljøbakterier (Berg et al., 2017; Mo, Kristoffersen, Sunde, Nodtvedt, & Norstrom, 2016; Mo, Sunde, Ilag, Langsrud, & Heir, 2017). Så langt viser imidlertid forskningen at likheten mellom det animale og humane reservoaret av ESBL likevel er noe mindre enn antatt.

Det er også gjort studier på forekomsten av "extended spectrum cephalosporin" (ESC) resistens. Alle broilerflokker som ble slaktet i Norge mellom mai - oktober 2016 (n=2110) ble undersøkt for forekomst av ESC-resistente *Enterobacteriaceae*. Resultatene viste at 10,4% av prøvene var positive hvilket er lavere sammenlignet med 2011 (Mo, Slette-meas, Berg, Norstrom, & Sunde, 2016).

Fluoroquinoloner brukes generelt veldig lite på dyr i Norge. En studie fra 2018 undersøkte forekomsten av quinolonresistens (QR) blant 4568 *E. coli* isolater fra norske slaktekyllinger, verpehøns, storfe, kalkuner, hunder, ville fugler, rødre, reinsdyr, sauer, hester og griser. Det ble funnet at 1,4% av isolatene var positive for QR hvilket er en lav forekomst sammenlignet med de fleste europeiske land. Høyest forekomst ble funnet hos norske slaktekyllinger og ville fugler (Kaspersen et al., 2018). Det ble ikke funnet noen sammenheng mellom befolkningstetthet og forekomst av QR i denne studien. En nylig studie undersøkte resistensprofilen, resistensmekanismene for QR og slektskapet mellom QR *E. coli* isolater fra norsk kalkunkjøtt (Slette-meas et al., 2019). Quinolonresistens har også blitt funnet hos *Yersinia ruckeri* isolater fra syk smolt av Atlantisk laks (Shah et al., 2012).

Prosessering

Mattrygghet innen prosessering av næringsmidler er et stort og omfattende tema tatt i betraktning det utall av prosesser som finnes og den store variasjonen av forskjellige råvarer. Mikroorganismers overlevelse og vekst er for en stor grad bestemt av tid-temperatur kombinasjoner. Generelt vil bakterier overleve frysing og kan vokse i temperaturintervallet fra 5 - 60 °C (*Listeria* kan vokse ned mot frysepunktet). Ved høyere temperaturer vil mikroorganismer dø. Man vil derfor holde lett bederlige matvarer ved lavere temperatur enn 5 °C. Bakteriesporer kan overleve høye temperaturer, også koking,

og inaktivering av disse bakteriene må foregå ved mer drastiske metoder som trykk-koking, høytrykksbehandling eller andre metoder. Gen-forandringer som gir opphav til nye varianter av sykdomsfremkallende mikroorganismer, nye ingredienser, økende import av matvarer fra andre deler av verden og nye matretter som innebærer minimal prosessering, samt krav om økt holdbarhet, fører til at det kreves ny kunnskap om hvordan maten skal prosesseres og lagres for å betraktes som trygg.

Mikrobiologiske undersøkelser ved prosessering

Patogene mikroorganismer overlever og vokser på og i matvarer i konkurranse med andre mikroorganismer som kan være tilstede uten å påvirke maten eller som kan forringe den. Siden mikrofloraen kan bidra til å hemme veksten av patogener, vil ofte mattrygghetsstudier innebære en beskrivelse av den vanlige floraen en finner på matvaren før en fokuserer på oppførselen til patogenene. Slike studier av normalflora på produkter er beskrevet for en rekke fiskeprodukter som sushi (Hoel, Mehli, Bruheim, Vadstein, & Jakobsen, 2015), lutefisk (Lunestad, Grevskott, Roiha, & Svanevik, 2018), klippfisk (Lorentzen, Breiland, Ostli, Wang-Andersen, & Olsen, 2015), makrell (Sone, Skara, & Olsen, 2019), laks (Lovdal, 2015) og rakfisk (Bjerke et al., 2019). Hvilke grupper av mikroorganismer som dominerer under lagring vil for disse produktene avhenge av produktenes beskaffenhet (som vannaktivitet, saltinnhold, pH) og lagringsforholdene. Anaerobe lagringsforhold vil ofte føre til en oppblomstring av melkesyrebakterier, mens andre bakterier kan dominere når det er luft tilstede. I andre arbeider er mikrobiologien i melk (Mehli, Hoel, Thomassen, Jakobsen, & Karlsen, 2017), (Porcellato, Aspholm, Skeie, & Mellegard, 2019), ost (Schirmer et al., 2013), (Kure & Skaar, 2019) og salat (Utaaker, Skjerve, & Robertson, 2017) beskrevet.

Effekt av spesifikke prosesseringstrinn

Tilleggstrinn i matproduksjon kan inngå i produksjonen for å gi endret produktkvalitet. Disse nye prosessene kan medføre endringer i den mikrobielle stabiliteten av produktene og en må derfor undersøke betydningen av disse prosesstrinnene for mattryggheten. I andre tilfeller innføres egne prosesstrinn eller endringer i resepter nettopp for å øke mattryggheten uten at man ønsker endringer i sensorisk kvalitet.

Vasking

Grønnsaker og frukt importeres til Norge fra over 80 land. Dette innebærer en mattrygghetsutfordring siden mange av produktene ikke varmebehandles før de blir spist. Bladsalater er produkter med stor overflate som lett kan forurenses med sykdomsfremkallende bakterier fra jord eller vanningsvann. Belastningen av patogener kan reduseres ved vasking med klordioksid løst i vann (Van Haute, Tryland, Escudero, Vanneste, & Sampers, 2017).

Lakesprøyting

Kjøtt kan lakesprøytes for å øke saftigheten. Dette innebærer en risiko for at sykdomsfremkallende mikroorganismer eller bakteriofager kan komme inn i kjøttet og overleve en senere varmebehandling. Metoder for å hindre dette kan innebære bl. a. vasking av kjøttoverflaten, å unngå resirkulering av marinade eller å tilsette hemmende stoffer i marinaden (Langsrud, Heir, & Rode, 2014).

Varmebehandling

Siden mikroorganismer er følsomme for varme, er det utført studier i fiskeprodukter hvor en ser på overlevelse og vekst av patogener (eller patogensurrogater) og forringelsesflora etter varmebehandling og lagring. Varmebehandlede fiskekaker inokulert med *Listeria innocua* og *Brochothrix thermosphacta*

lagret i stabiliserende gassatmosfære fikk en betydelig forlenget holdbarhet (Abel, Rotabakk, & Lerfall, 2019). Termisk inaktivering er også studert i detalj med hensyn på betydning av matvarens mikrostruktur og mikroorganismenes utgangstilstand (Verheyen, Baka, Akkermans, Skara, & Van Impe, 2019). Gelmatrixer ga lavere drap under oppvarming. Kjernetemperatur ved oppvarming er en viktig parameter for å sikre mattryggheten. En nær-infrarød metode (NIR) for bestemmelse av kjernetemperatur under oppvarming av fiskekaker er utviklet (Wold, 2016). Denne metoden kan benyttes under produksjon og gi produsenter full kontroll på at alle fiskekakene får tilstrekkelig varmebehandling.

I en studie om varmebehandling av kjøtt, ble det vist at de fleste viktige parasitter ble drept ved varmebehandling ved 60 - 75 °C ved 15 – 30 min varming (Franssen, 2019).

Dampbehandling er en metode som kan benyttes for å redusere bakterier på overflater av produkter. I en studie kunne dampbehandling redusere *L. innocua* med 1 log på 23 sekunder i en surimi modell (Skara, Valdramidis, Rosnes, Noriega, & Van Impe, 2014).

Kjernetemperatur ved steking av kjøttdeig er en viktig parameter. Patogene *E. coli* vil kunne blandes inn i kjøttdeigen ved kverning og forårsake sykdom selv ved lave kimtall dersom ikke kjøttdeigen varmes tilstrekkelig. Dersom kjøttfarsen lagres i høy-oksygen forpakninger vil kjøttdeigen skifte til grå farge ved lav temperatur og gi forbrukere en falsk trygghet under forestillingen om at kjøttet er tilstrekkelig varmebehandlet (E. Rossvoll, Sorheim, et al., 2014).

Varmebehandling kan også påvirke fordeling av tungmetaller. For eksempel hadde klokjøtt av fryst krabbe som ble kokt høyere innhold av Kadmium enn frie krabbeklør som ble kokt direkte (Wiech et al., 2017).

Pasteurisering dvs. varmebehandling og rask kjøling blir brukt for å inaktivere mikroorganismer som finnes i råmelk. Til tross for at norsk råmelk har en høy mikrobiologisk kvalitet har meieriindustrien problemer knyttet til tilstedeværelsen av klostridier i produktene. Bakterier i melk og melkeprodukter kan gi kvalitetsforringelse som endret smak, tekstur eller farge. Enkelte arter kan også forårsake matbåren sykdom. Prosjektet 'Bacterial flora and dynamics in Norwegian milk and dairy products: potential for spoilage and disease' (NFR 244149) har samlet inn månedlige prøver av helmelk fra ulike stadier i produksjonslinjen (fra ankomst meieri, før og etter pasteurisering og lagring ved 4 og 8 °C til slutten av holdbarhetsperioden), fra to ulike meierier i Norge. Melkeprøvene ble tatt hver måned under et tidsrom på ett år for også å fange opp årstidsvariasjoner. I løpet av holdbarhetsperioden var temperatur (4 °C versus 8 °C) den viktigste påvirkningsfaktoren for sammensetningen av mikrobiotaen i melk (Porcellato et al., 2018). Bakterier av slektene *Bacillus* og *Clostridium* kan danne sporer som gjør at bakteriene kan overleve pasteurisering mens andre bakterier dør. Prosjektet viste også at forekomsten av ulike typer av *B. cereus* bakterier i melkeprøvene var tett knyttet til lagringstemperatur og årstid (Porcellato et al., 2018). Under prosjektet ble det også utviklet en ny metode for å lettere kunne skille mellom isolater som tilhører *B. cereus* gruppen. For å forebygge forekomsten av kvalitetsforringende og potensielt patogene klostridier i meieriprodukter er det behov for mer kunnskap om hvordan prosessering av melk påvirker sammensetningen og overlevelsen av Klostridiearter. Dette blir studert i et nystartet NFR prosjekt, 'Clostridia and other microbiota in raw milk and milk products: importance for product quality and food safety' (NFR295147), som skal studere forekomsten og overlevelsen hos klostridier i verdikjedene for ost og melkepulver. Kunnskapen som genereres vil bli implementert

direkte i meieriindustriens hygienearbeid. Dette vil sikre mattrygghet og fremme matproduksjon på en mer kostnadseffektiv måte.

Tining

Forskjellige tineprosesser kan ha betydning for mattryggheten av produktet. Under tineforsøk med prerigor torsk, ble det vist at tining med sirkulerende vann opp til 10 °C ga et trygt produkt med uendret holdbarhet (Roiha et al., 2018).

Antimikrobielle stoffer

Bruk av antimikrobielle stoffer kan være et tillegg for å drepe eller hemme veksten av patogene mikroorganismer (Jordan et al., 2014). Disse kan være av kjemisk natur, f. eks. organiske syrer eller salter av disse, samt en rekke andre organiske forbindelser, ofte fra krydderplanter. Røkelaks produsert med et salt av eddiksyre viste betydelig hemming av *L. monocytogenes* under lagring (Heir, Liland, Carlehog, & Hoick, 2019). Carvacrol (fra oregano) og sitral er kjemiske hemmestoffer som har vært testet for veksthemmende virkning på *E. coli* og *L. innocua* (Belda-Galbis, Leufven, Martinez, & Rodrigo, 2014; Belda-Galbis, Pina-Perez, Leufven, Martinez, & Rodrigo, 2013). I andre forsøk har man vist veksthemmende effekt av patogener som *Listeria*, *B. cereus* og *S. aureus* på matvarer ved å dekke matoverflater med sure makromolekylære forbindelser (Christensen et al., 2018). *L. monocytogenes* kan utvikle resistens mot desinfeksjonsmidler basert på kvartære ammoniumforbindelser (QAC). Det er gjort en studie som har vist at *L. monocytogenes* isolater som har QAC-resistensgenene *qacH* og *bcrABC* er utbredt i matindustrien. Rester av QAC som er til stede etter vasking av produksjonslokaler kan gi en vekstfordel for bakterier med slike resistensgener (Moretro et al., 2017).

Antimikrobielle stoffer kan også være av biologisk natur, f. eks. bakteriociner, dvs. peptider som ødelegger celledmembranen hos målceller, eller bakteriofager som infiserer patogenene.

Bakteriocinforskningen har en lang historie i Norge og fremdeles beskrives og karakteriseres bakteriociner mot patogener som *B. cereus* (Jimenez et al., 2013), *Listeria* og *Staphylococcus* (Ovchinnikov et al., 2016). En oppsummering av kunnskapen rundt bredspektrede, sirkulære bakteriociner er også gjennomført (Gabrielsen, Brede, Nes, & Diep, 2014).

Salting

Salting er en tradisjonell måte å hemme vekst av bakterier i mat. For å forbedre folkehelsen er matindustrien under press for å redusere NaCl-innholdet i ferdig-å-spise mat. Det er kjent at eksponering for og tilpasning til ulike typer av miljøstress kan påvirke bakteriers evne til å overleve og vokse i miljøer der de blir utsatte for andre type av miljøstress. I en studie publisert i 2019 er det vist at en reduksjon av NaCl-innholdet fra 5 til 0,5% kan påvirke overlevelsen av *L. monocytogenes* i en *in vitro* modell av et humant fordøyelsessystem (Pettersen et al., 2019).

Høytrykksprosessering

NFR har bevilget midler til en innledende kunnskapsoppbygging på innvirkning av høytrykksprosessering på kvalitets- og mattrygghetsparametre (NFR210499). Høytrykksbehandling kan være et alternativ til varmebehandling av produkter. Ved høyt trykk (opptil 6000 atm.) komprimeres vann til ca. 85% av normalt volum. Det antas at når trykket senkes ekspanderer volumet så bakteriene sprekker. En lang rekke proteiner vil også denaturere under denne prosessen. Høytrykksbehandling har vært benyttet til å lage modeller for reduksjon av *L. monocytogenes* i suppe. I disse forsøkene så en også at skadde celler kunne reparere seg og vokse under lagring (Ates, 2016), (Ates, 2017), (T. M. H. Rode, M. B.; Rotabakk, B.

T., 2015). *Listeria* hemmes under lagring (Stratakos et al., 2016). Høytrykk er også benyttet for å drepe *Listeria* i spiseklare salater. Vekst av skadde celler under påfølgende lagring ble hindret av en tilsatt *Weissella* hemmekultur. Bakteriesporer er mer motstandsdyktige mot høyt trykk enn de vegetative bakteriene av samme art. Effekten av to forskjellige trykknivåer på germinering og inaktivering av *Bacillus licheniformis* sporer har blitt studert. I motsetning til for *Bacillus subtilis*-sporer førte ikke behandling med høyt trykk til effektiv germinering av *B. licheniformis*-sporer. Det faktum at trykkbehandling virker ulikt på sporer viser at det kreves bedre forståelse av hvordan behandlingen påvirker sporer av forskjellige bakterier før metoden kan brukes i næringsmiddelindustrien for eliminering av sporer (Borch-Pedersen, 2017).

UV-lys til dekontaminering

UV lys er en kjent teknikk for overflatedekontaminering i lokaler og utstyr. I den senere tid er det økt interesse for å benytte UV lys til å dekontaminere matoverflater direkte. UV behandling er en overflatebehandling siden UV lys trenger lite inn i mat-matrixer. Vanligst brukt er UV-C lys med en bølgelengde på 254 nm, som gir skader på DNA. Et alternativ er å benytte et intenst puls UV lys. *Salmonella* Enteritidis er et stort problem på egg i EU. UV-C og puls UV lys ble benyttet til å drepe både *Salmonella*, STEC og *L. monocytogenes* på rene og skitne egg (Holck, Liland, Carlehog, & Heir, 2018). Likeledes så man et betydelig drap på kyllingfileter behandlet med både patogener og forringere (McLeod et al., 2018). Drap av *L. monocytogenes* ble også oppnådd på både fersk og røkt laks ved bruk av UV-C lys og puls UV lys (Holck et al., 2018). UV-arbeidene er støttet fra flere kilder (NFR224921, NFR221663, FHF901166 og EU605309).

Bredspektret synlig lys til dekontaminering

Det er nylig publisert en studie som viser at bredspektret synlig lys reduserer veksten hos *L. monocytogenes* og endrer bakteriens genespresjonsmønstre og adferd. Studien viser at bredspektret synlig lys kan ha en potensiale til å forbedre mattryggheten ved å redusere *L. monocytogenes* forurensning i matproduksjonsmiljøer (Saebo Pettersen et al., 2019).

Andre mattrygghetsprosjekter

Fisk og kjøtt

Under gjennomgangen av prosjekter som i noen grad er knyttet til mattrygghet har vi funnet flere prosjekter hvor resultatene ennå ikke er publiserte. Dette gjelder flere prosjekter relatert til oppdrett og prosessering av fisk. Et nystartet EU-prosjekt (EU773330) dreier seg om intensivering av økologisk akvakultur i Europa, både med tanke på å øke produksjonen og konkurransevnen. I et annet prosjekt (FHF900938) har man sett på hygienen rundt prerigor filetering av laks. Ved å optimalisere hygienen rundt slaktingen kan man oppnå et trygt produkt med holdbarhetstid på 18 dager. Økningen på 3 dager i forhold til tidligere, har en estimert verdi på ca 415 mill. kr. pga. redusert svinn. Nok et annet prosjekt (NFR 233689) dreier seg om filetering av fisk straks den er fanget før den lagres ved superkjøling. En slik løsning vil innebære mer prosessering i Norge samt at kostnader i forbindelse med kjølig og transport vil bli vesentlig lavere siden det bare er filetene man fokuserer på. Et viktig element er også at man forventer at hygien og mattryggheten av produktene blir bedre. I et prosjekt rundt utvanning av tørrfisk (FHF901536) ser en at utvannet tørrfisk har kort holdbarhet som kjølt produkt fordi bakterieinnholdet er høyt allerede når fisken er ferdig utvannet. Holdbarheten av slike produkter kan økes om ekstra konserveringsstrategier benyttes. Flere produsenter vurderer et fryst utvannet produkt.

Et prosjekt dreier seg om muggfritt pinnekjøtt og spekemat (NFR244627). Prosjektet ble aktualisert etter at 200 tonn pinnekjøtt måtte kastes i 2013 pga. muggvekst. En ønsket å finne smittekilder for muggen og innføre tiltak for å bedre hygien. Flere forbedringspotensialer ble identifisert og førte til forbedrede prosedyrer for salting, skylning og fjerning av salt og lagringsforhold (romløsninger, luftfuktighet, tilpasninger for forskjellige produkttyper). Dette har ført til mindre synlig muggvekst i de respektive områdene. Forsøk med forskjellige pakkegasser viste at det var mulig å hindre muggvekst med bruk av O₂ absorberer og tilsette CO₂ i pakkene (Schirmer, Wiik-Nielsen, & Skaar, 2018).

Hvert år blir tre millioner verpehøns destruert. De fleste ender deretter som bindemiddel i betong, og knappe fem prosent ender som råvare for storkjøkken. I HØNE-prosjektet (regionalt forskningsfond) vil man utnytte hønene til mat, olje og proteiner. Forskere bidrar med å finne faktorer av betydning for trygg bruk av produkter fra høne, både med tanke på mat, fôr og gjødsel.

Tryggere produksjon av spekepølse

I kjølvannet av utbruddet av EHEC i spekepølse i 2006 ble det initiert et prosjekt med tanke på å kunne produsere tryggere spekepølser. Dette arbeidet ble fortsatt i prosjektet PathFoodchain (NFR221663), en stor satsing på mattrygghet på forskjellige produkter for en stor del knyttet til patogenproduksjonshallen ved Nofima. Her så en både på effekten på overlevelse av STEC av å endre resept og prosesseringsbetingelser og på betydningen av om bakteriene var stresset (McLeod et al., 2016), (T. M. Rode et al., 2017). EHEC kunne også reduseres 5 log ved en mild varmebehandling av pølsene uten å ødelegge de sensoriske egenskapene (Heir et al., 2013). En oppsummering rundt helse og tryggheten av fermenterte pølser er beskrevet (Holck, Axelsson, McLeod, Rode, & Heir, 2017).

Listeria i sushi

Listeria er en stor utfordring for sjømatnæringen og den økende populariteten av sushi har gitt grunnlag for flere studier. Ett av disse er i det EU-finansierte BASELINE hvor det ble gjort en kartlegging av konsentrasjon av *Listeria* i naturlig kontaminert laks på prosesseringsanlegg. Det ble laget vekstmodeller for *Listeria* i rå fisk og sushi basert på internasjonale retningslinjer for belastningsstudier (Skjerdal et al., 2014). Arbeidet resulterte i en kalkulator for prediksjon av *Listeria* i sushi ut fra produksjonshygiene, lagring av råvarer og produkter hos profesjonelle aktører og hos forbruker, og gjeldende dose-respons modeller (<http://apps.vetinst.no/listeriakalkulator/>). Arbeidet er også brukt som basis for risikovurderinger for sushi i Sverige, Nederland og Norge (Skjerdal et al., 2014). Det førte også til utvikling av mer sensitive analysemetoder der den ene er en modifisering av ISO metoden (Barre et al., 2018) og den andre er ny og under kommersialisering etter verifisering av prinsippet i Fornyprosjektet SensiList (patentsøknad er inne til vurdering). Andre studier om mattryggheten til sushi med laks og kveite relatert til *Listeria* er publisert av Lorentzen et al (Lorentzen et al., 2012) og for *Aeromonas* av Hoel et al (Hoel, Vadstein, & Jakobsen, 2018).

Vann

Trygt drikkevann er av stor betydning for folkehelsen, noe som kom tydelig frem under utbruddet på Askøy i 2019 hvor ca. 2000 personer ble syke, antakelig etter å ha drukket vann forurenset med *Campylobacter*. Overvåkning og funn av *E. coli* i Oslos drikkevannskilde (Maridalsvannet) er utført over 2 år (Tryland et al., 2015). Det er funnet antibiotikaresistente isolater fra en rekke drikkevannskilder (Ullmann et al., 2019). Det er også ofte funnet muggsopp som *Aspergillus calidoustus*, *Penicillium spinulosum*, *Trichoderma viride* og *Fusarium solani* i drikkevann. Mange av sporene viser større resistens under desinfeksjon med UV lys enn *Bacillus* sporer (Hageskal, Tryland, Liltved, & Skaar, 2012). Ozon ble

funnet å være mest effektivt mot muggsporer. Problemstillinger rundt bruken av UV lys i desinfeksjon av drikkevann er beskrevet (Umar, Roddick, & Fan, 2019). Filtrering av drikkevann har også blitt undersøkt gjennom vannbærende sjikt i bakken. Både bakteriofager og bakterier ble redusert tilstrekkelig til at videre vannrensing var unødvendig (Kvitsand, Myrmel, Fiksdal, & Osterhus, 2017), (Nilsen, Christensen, Myrmel, & Heistad, 2019). Metoder for fjerning av fag og virus i drikkevann er også utviklet (Meyn, Leiknes, & König, 2012). Det er i tillegg utviklet risikomodeller for forekomst av mikroorganismer i drikkevannskilder. Disse vil kunne benyttes for å estimere forurensning før eventuelle analyseresultater foreligger (Mohammed, Tveten, & Seidu, 2019). Flere andre studier rundt kvantitative mikrobielle risikovurderinger av drikkevann foreligger for klorbaserte systemer (Pettersen & Stenstrom, 2015), modeller for krav til reduksjon av norovirus (Sokolova et al., 2015), samt modeller for human eksponering for patogener og risiko for negative helseeffekter (Nilsen & Wyller, 2016a), (Nilsen & Wyller, 2016b). I en risikovurdering fant man at dagens rensesystemer generelt er tilfredsstillende, men at det ved fremtidig økt klimadrevet nedbør kan bli en økt risiko for norovirus og *Cryptosporidium* infeksjoner (Mohammed & Seidu, 2019).

Kjemiske plantevernmidler er et viktig tiltak for å sikre god plantehelse i primærproduksjonen, men rester av slike midler kan også opptre som forurensning i inntak for drikkevannsforsyning. I perioden er betydningen av jordbruksdrift for innhold av pesticidrester i drikkevann fra grunnvannsbrønner undersøkt i både nasjonale og europeiske prosjekt (GENESIS) ledet av NIBIO, og publiserte resultater viser funn av pesticidrester i flertallet av undersøkte grunnvannsbrønner i overflatenært grunnvann (Kvaerner, Eklo, Solbakken, Solberg, & Sorknes, 2014). Det pågår også kartleggingsprosjekter for å klarlegge forekomst av pesticidrester i viktige grunnvannskilder i områder med jordbruksdrift i utvalgte områder i Norge. Det synes imidlertid å være generelt lite fokus på rester av plantevernmidler i drikkevann og råvann til drikkevann. Gjeldende forskrifter stiller krav til en viss kontroll hos vannleverandørene, men kravene er lite spesifikke og grenseverdiene er ikke knyttet til de ulike midlenes toksisitet.

Risikovurdering

Risikovurdering er en systematisk metode for å predikere risiko ut fra tilgjengelig kunnskap. Det sies ofte at risikovurdering ikke er forskning i seg selv, men at den bygger på forskning. Dette er en sannhet med modifikasjoner, siden det internasjonalt er betydelig forskning på metodikk for risikovurdering for å få vurderingene mer kvantifiserte og nyanserte. Forskning fra en rekke områder trengs for å skaffe datagrunnlag for hver enkelt modul i risikomodellen og for risikomodeller i seg selv. Praktisk talt all forskning innen mattrygghetsområdet kan inngå som datagrunnlag i en risikovurdering. Vi har derfor ikke satt opp mange referanser her, men prøvd å vise hvilken type informasjon som trengs. Norske forskningsmiljøer har bidratt direkte og indirekte med forskning og som panelmedlemmer både i Norge (VKM) og internasjonalt (EFSA og ECDC) i risikovurderinger.

Enkeltdelene i en kvantitativ risikovurdering inkluderer vanligvis

- Prevalens av agens som skal undersøkes i råvarer og tilførsel underveis i prosessen. Datagrunnlaget er ofte overvåkningsprogrammer.
- Kvalitative og kvantitative modeller for vekst og spredning av mikrober fra jord/fjord til bord. Det finnes en rekke modeller, noen av dem tilrettelagt i dataverktøy som FSSP, ComBase og andre, men de er ofte ikke tilpasset problemstillingen risikovurderingen skal gjøres for.

Forskning på hvordan agens utvikles i konsentrasjon og egenskap ved prosessering og konservering inngår i denne modulen. Studiene kan være både anvendte og mer grunnleggende.

- Porsjonsstørrelser og forbrukeradferd. Dette er spesielt viktig for agens der det er en minste dose for respons. For agens der infektiv dose er svært lav, er det tilstrekkelig å vurdere om de aktuelle forbrukergruppene spiser matvaren som skal vurderes eller ikke. Forbrukerforskning og trendforskning er relevant her.
- Dose-respons-modeller. Dette går både på konsentrasjon og tilstedeværelse av sykdomsfremkallende egenskaper og uttrykk av disse hos agens. Dette er forventet å bli et stort forskningsområde etter at helgenomsekvensering er blitt mulig. Studier på dette området er ofte grunnforskningsbasert.

I noen tilfeller er det vanskelig å skaffe nok relevant informasjon, mens det i andre tilfeller er så mye at man må velge hvilke studier man velger ut som spesielt relevante. I begge tilfeller er transparens i utvelgelsen, uavhengighet og objektivitet viktig for at det skal kunne festes lit til vurderingen.

En begrensning for gode risikovurderinger er at informasjon om prevalens av agens ofte er konfidensielle data fra aktørens interne kontrollsystem, slik at de verken blir transparente eller uavhengige. Offentlige overvåkningsprogrammer og publiserte data blir bare stikkprøver. Dette er ikke i seg selv grunn til å la være å gjøre risikovurderinger. EFSA og VKMs vurderinger av listeriose i spiseferdige produkter illustrerer hvilke utfordringer som finnes, og hvor nyttige risikovurderinger kan være på tross av sine feil og mangler (EFSA, 2018b; Ricci et al., 2018; Skjerdal et al., 2018; VKM, 2018, 2019). Håndtering av kunnskapshull er et forskningsområde innen risikovurdering i seg selv (EFSA, 2018b). Det trengs ofte kunnskap fra dyr, mat og human helse for å gjøre en god risikovurdering. Dette er i seg selv utfordrende, men nøkkelordet 'Én helse' er viktig her. Norge er blitt mer aktive på dette området de siste årene, ikke minst gjennom en serie European Joint prosjekter (EJP) som finansieres av EU. Noen av dem er rettet mot tekniske verktøy for å kombinere kunnskap fra ulike aktører, konfidensiell og åpen informasjon med mer, som vil gjøre vurderinger lettere etter hvert.

Teksten ovenfor gjelder for risikovurderinger der man har valgt agens og system. I andre tilfeller ønsker man å først gjøre en risikorangering av ulike agens i systemet. Et eksempel på en slik prosess er gitt i Felicio et al (Felicio et al., 2015). Man benytter i slike tilfeller multikriterier, rangerer de ulike agens for hvert av kriteriene og kommer fram til en sluttsscore. Transparens og objektivitet er meget viktig når man setter opp kriterier og vurderingsgrunnlag. Studiene har ofte mange hundre referanser.

Man kan vurdere tiltak og konsekvenser av lovverk. EFSA og VKM har kontinuerlig prosesser som jobber med slike tema, for at myndighetene skal få et bedre kunnskapsgrunnlag å gjøre valg ut fra. EFSA har nettopp opprettet en gruppe for å vurdere hvordan merking av mat kan bidra til mindre matsvinn uten at det går utover mattryggheten. Eksempelet illustrerer at risikovurdering bygger på forskning, men oppgaven er å sette sammen forskning for å vurdere og predikere konsekvenser av tiltak. For å gjøre en god risikovurdering, er det derfor nødvendig at det finnes både overvåkningsprogrammer, anvendt forskning og grunnleggende forskning som kan anvendes på dagsaktuelle utfordringer.

Det er oftest myndigheter som er bestillere av risikovurderinger fra VKM og EFSA. Foranledningen er gjerne at kostholdsråd eller tiltak for å redusere visse sykdommer i befolkningen skal finnes, eller konsekvensen av at rammevilkår for produksjon av mat skal endres.

Produksjonshygiene

Produksjonshygiene retter seg mot forholdene rundt maten, i motsetning til konservering og prosessering som retter seg mot matvaren selv.

Mange studier av vask og desinfeksjon er rettet mot biofilmdannelse og bekjempelse f.eks. (Nesse et al., 2014), (Moretro, Heir, Nesse, Vestby, & Langsrud, 2012), (Vestby et al., 2013) både i fôrfabrikker og prosesseringsmiljøer. Studiene spenner fra liten skala til å undersøke effekten av antimikrobielle kuttefjølere (Moretro, Hoiby-Pettersen, Halvorsen, & Langsrud, 2012) til effekten av synlig lys i miljø (Saebo Pettersen et al., 2019), tåkelegging med desinfiserende skum, CIP vask med utprøving i anlegg, virkningsmekanismer for desinfeksjonsmidler, for å nevne noe. Studiene kan ha vært rettet mot produksjonsutstyr, vann, ventilasjonsanlegg og annet. Til tross for innsatsen har det vist seg svært vanskelig å hindre at det dannes husstammer av patogener som *Salmonella* (spesielt fôrindustri) og *Listeria* i anlegg. Dette kan tyde på at de finnes i nisjer eller smitteveier som er oversett til nå, at virkemidlene for å fjerne bakteriene som har blitt testet til nå har hatt utilstrekkelig effekt. Forskning på området anses ennå som aktuelt, spesielt dersom man evner å finne nye og/eller mer målrettede vinklinger.

Sammenhengen mellom mikrobers gensekvenser og persistens er et område med økende fokus. Eksempler på nye prosjekter på området er EU prosjektet ListAdapt og et prosjekt med typing av *Listeria*-stammer fra kjøttbransjen. Tilsvarende prosjekter finnes eller er forventet startet opp for andre næringsmidler og/eller agens.

Indirekte virkning av vask og desinfeksjon på patogener er nylig undersøkt av (Pettersen et al., 2019). Hypotesen der var at patogener som har vært utsatt for desinfeksjonsmidler trenger en lenger nølefasen før de vokser i matvaren. Formålet var å undersøke om holdbarhetstiden kunne forlenges tilsvarende denne nølefasen og at metoder for å beregne holdbarhetstid for mattrygghet kunne forbedres ved å ta høyde for dette. Hypotesen lot seg ikke bevise.

Pakking og lagring av mat kan sies å falle mer under produksjonshygiene enn under prosessering og konservering. Det er betydelig forskning på pakking i modifisert atmosfære og lagring ved lav temperatur.

Fremmedstoffer

Naturlige toksiner

Naturlige toksiner, som mykotoksiner, kan kontaminere korn, kornprodukter, frukt og fôr under lagring. Plantetoksiner, som solanin i potet, kan produseres i planten under ugunstig lagring. For å unngå helseskade gis det kostråd og håndteringsråd for å unngå grønne poteter.

Mykotoksiner

Det er gjennomført et prosjekt med fokus på hvordan prosessering påvirker forekomst av mykotoksiner i hvete og havre og risiko for helseeffekter (NFR 233770) (2014-2017) ledet av VI, i perioden. Resultatene indikerer bl.a. at forekomsten av mykotoksin er høyest i skallet og at avskalling er et viktig tiltak for havre (Ivanova et al., 2017). Det er også gjort et arbeid med å klarlegge hvordan tørking, safting og sylting av økologisk frukt og grønnsaker påvirker innholdet av positive og ikke-ønskede innholdsstoffer inkludert mykotoksinet patulin, i et prosjekt ledet av NIBIO (247218).

NIBIO er partner i EU prosjektet 'Safe Food and Feed through an Integrated ToolBox for Mycotoxin Management' (MyToolBox) hvor målsetningen er å gjøre tilgjengelig praktiske og gjennomførbare tiltak for å redusere soppvekst og mykotoksinproduksjon gjennom hele produksjonskjeden, fra jord, via prosessindustri, til avfallsbehandling og alternativ energi, for å ivareta mat- og fôrtrygghet og –sikkerhet i en bærekraftig strategi. Norske forskere bidrar også til å utvikle tiltak for å redusere mykotoksin problematikken i ulike matvarer i land i Afrika gjennom samarbeidsprosjekter med afrikanske PhD-stipendiater (NFR 290459; LeapAgri programmet).

Matkontaktmaterialer

Stoffer som migrerer fra matkontaktmaterialer kan være helseskadelige. Slike stoffer kommer fra materialer som brukes til emballasje, beholdere, prosesseringsutstyr, kjøkkenredskaper. Eksempler er bisfenoler, ftalater og PVC. I 9 studier er helseeffekter av bisfenol A og/eller ftalater undersøkt: 3 epidemiologiske studier (Folkehelseinstituttet (FHI), Den norske mor, far og barn-undersøkelsen (MoBa), UiT – Norges arktiske universitet (UiT), NTNU); 5 eksperimentelle studier (FHI, UiO, Norsk institutt for luftforskning (NILU)). Bisfenol A ble målt i urinen til australske, gravide kvinner (Callan et al., 2013). I Nederland var urinnivået av bisfenol A og ftalater hos gravide kvinner assosiert med livsstil (Philips et al., 2018). I Norge er inntaket av bisfenol A og ftalater under nivået for TDI (Sakhi et al., 2014). I én studie ble det utviklet nytt nanoteknologisk materiale som matkontaktmateriale (Ferreira et al., 2017).

Prosessfremkalte stoffer

Prosessfremkalte stoffer dannes når maten bearbeides, for eksempel ved varmebehandling og konservering. Viktige prosessfremkalte kontaminanter er akrylamid, glycidylestere, furaner, heterosykliske aminer, PAH og nitrosaminer. Mange av stoffene er karsinogener. Vi fant 25 studier hvor prosessfremkalte stoffer i mat har vært undersøkt. I 12 epidemiologiske studier ble sammenheng mellom inntak av akrylamid og helse (hovedsakelig kreft) undersøkt (EPIC-study, MoBa, FHI, Kreftregisteret, UiT, Universitetet i Oslo (UiO)). Akrylamidinntaket varierer i Europa (Freisling et al., 2013). Det er ingen sammenheng mellom endometriekreft og akrylamidinntak (Obon-Santacana et al., 2014). Det er ingen sammenheng mellom ovariekreft og akrylamidinntak (Obon-Santacana et al., 2015) og ingen sammenheng mellom pankreaskreft og akrylamidinntak (Obon-Santacana et al., 2013). Maternal akrylamideksponering kan redusere barnets fødselsvekt (Pedersen et al., 2012) (Duarte-Salles, Mendez, Meltzer, Alexander, & Haugen, 2013). Biomarkør AA Hb korrelerer lite med rapportert matinntak og akrylamidinntak (Ferrari et al., 2013). Risikovurdering av barnegrøtinntak i Estland viser MOE (eksponeringsmargin) = 185-620 (A. Elias et al., 2017). Kvinners potetkonsum (antakelig akrylamidrelatert) henger sammen med colorectal cancer (CRC) (Asli, Olsen, Braaten, Lund, & Skeie, 2017). Det er sammenheng mellom prenatal akrylamideksponering og risiko for overvekt i tidlig barndom (Kadawathagedara et al., 2018). Det er lite sannsynlig at akrylamideksponering (AA og GA addukter) øker risikoen for ovariekreft (Obon-Santacana et al., 2016). Akrylamid ble studert eksperimentelt i 2 artikler (FHI), på genskader (Hansen et al., 2018) og spermiedannelse (Gutzkow et al., 2016). Betingelser for akrylamiddannelse under potetbearbeiding (NOFIMA) ble studert i 1 artikkel (Helgerud et al., 2016). Prosessert kjøtt og kreft ble undersøkt i 2 epidemiologiske studier (EPIC-study, UiT, UiO studier). Blant røykere økte risikoen for spiserørskreft ved høyt inntak av prosessert kjøtt (Steffen et al., 2012). Det er økt risiko for CRC hos norske kvinner som spiser mye prosessert kjøtt (Parr, Hjartaker, Lund, & Veierod, 2013). I 6 studier ble stekemutagener, furan og glyoxal studert eksperimentelt (FHI) (Hoie, Monien, Glatt, Hjertholm, & Husoy, 2016; Hoie et al., 2015; Huffman et al.,

2016; Svendsen, Hoie, Alexander, Murkovic, & Husoy, 2016; Svendsen et al., 2012). Nitrosaminer i røkelaks ble undersøkt i 1 studie (Høyskolen i Sør-Trøndelag) (Lerfall & Osterlie, 2013).

Tilsetningsstoffer og aromastoffer

Tilsetningsstoffer og aromastoffer brukes for å oppnå veksthemming og ønsket produktkvalitet. De kan imidlertid være uønskede i mat hvis de brukes feil, i for store mengder eller i feil matvare.

Tilsetningsstoffer brukes også i fôr og kan havne i maten ved feil bruk. For store mengder vitaminer og mineraler i fôr kan gi uønsket innhold i maten. Vi fant 2 artikler på tilsetningsstoff, antioksidant ethoxyquin brukt i fiskefôr (Berntssen et al.; Negreira, Regueiro, Valdersnes, Berntssen, & Ornsrud, 2017)

Forbrukeratferd

Primærprodusenter, næringsmiddelprodusenter og forhandlere bidrar alle til å sikre at maten skal være så trygg som mulig. En antatt stor andel av næringsmiddelbårne utbrudd skyldes forbrukernes behandling av maten etter at den er kommet hjem til kjøkkenet. Det er derfor viktig å forstå forbrukeratferd i forbindelse med behandling av mat og hvilken betydning dette har for mattryggheten. I en studie sammenlignet man tradisjonelle og nye vaskemetoder for harde kontaktflater og håndvask hos forbrukere. I mange tilfeller er forbrukernes rutiner tilstrekkelige til å oppnå en god hygiene (E. Rossvoll et al., 2015). Det er gjort studier via spørreundersøkelser om hvorvidt forbrukere følger gode hygieniske rutiner. For hjemmelaget majones viste det seg at forbrukere utfører både gode og dårlige hygieniske handlinger (S. D. Elias, Tomasco, Alvarenga, Sant'Ana, & Tondo, 2015). Det er også gjort en studie på i hvilken grad TV-underholdning kan bidra til å endre hygiene- og kokeatferd (Borda et al., 2014). Gode rutiner på TV har potensiale til å forbedre mattrygghetene i hjemmet. I en studie blant 2000 norske forbrukere ble det vist at enslige menn hadde høyest risikoatferd med hensyn til mattrygghet og at risikoreducerende tiltak burde være rettet mot denne gruppen (E. H. Rossvoll et al., 2013). En risikobasert metode er utviklet for å gi en bedre forståelse av forbrukeratferd rundt mattrygghet (E. H. Rossvoll et al., 2012). For å nå frem til forbrukere med kunnskap om hvordan mat skal behandles på en trygg måte er det nødvendig med dybdekunnskap om forbrukeren (Ueland, 2019).

Forbrukere har forskjellige ønsker med hensyn til hvor godt hamburgere bør stekes. Ikke gjennomstekte hamburgere representerer en risiko siden bakterier kan overleve steking. Kjøttdeig lagret i høyoksygenatmosfære fører til bruning av kjøttet ved lavere temperatur og kan gi et falskt inntrykk av gjennomsteking og føre til høyere risiko for matforgiftning (E. Rossvoll, Sorheim, et al., 2014). Forbrukere har sterke følelser rundt hvordan mat skal behandles og opplysninger om risikoatferd rundt understeking av kjøtt vil ikke nødvendigvis føre til endret atferd (Olsen, Rossvoll, Langsrud, & Scholderer, 2014).

Drikking av ubehandlet vann og understeking av kylling innebærer en risiko for *Campylobacter*-infeksjoner (MacDonald, White, et al., 2015). Studien rundt dette viser at det fremdeles er behov for opplæring av forbrukere i å unngå krysskontaminering og å gi tilstrekkelig varmebehandling av kylling. Betydningen av at forbrukere opprettholder kjølekjeden for spiseklar mat er studert ved å simulere pålegg som gjentatte ganger tas ut på frokostbord og oppnår forhøyet temperatur. Her begrenser *L. monocytogenes* og *Y. enterocolitica* mattryggheten (E. Rossvoll, Ronning, et al., 2014). Strategier for å endre atferd rundt mattrygghet hos europeiske forbrukere blir studert i et stort pågående EU-prosjekt

ledet fra Norge (Safeconsume, EU727580). Problemstillinger rundt endring av atferd er blant annet relatert til at forbrukere unngår informasjon som utfordrer deres forståelse (Gaspar et al., 2016).

Bazzani et al. undersøkte hva som har betydning for norske og amerikanske forbrukere når de handler mat (Bazzani, Gustavsen, Nayga, & Rickertsen, 2018). Tolv ulike egenskaper ved maten ble sammenlignet og rangert ved hjelp av ulike økonometriske teknikker. De egenskapene som ble sammenlignet var følgende: Naturlighet (teknologier som hormonbehandling, genmodifisering eller bestråling er ikke brukt i produksjonen), Smak (at maten smaker godt), Pris (prisen man betaler for maten), Trygghet (at forbruk ikke fører til sykdom), Enkelhet (at maten er lett og rask å tilberede og spise), Ernæring (mengde og typen av fett, proteiner etc. maten inneholder), Nyhet (maten er noe nytt som forbrukeren ikke har prøvd før), Opprinnelse (om maten er produsert lokalt, i Norge eller utenlands), Rettferdighet (at bøndene, matindustrien og dagligvarehandel får en rettferdig andel av prisen), Utseende (at maten ser tiltalende og appetittvekkende ut), Miljøpåvirkning (effekter av matproduksjonen på miljøet) og Dyrevelferd (trivselen til husdyrene). Resultatene viste at både i Norge og i USA er matvaretrygghet den absolutt viktigste egenskapen for de aller fleste. Denne egenskapen ble rangert høyt over alle de andre for alle befolkningsgrupper i både Norge og USA.

Overvåknings- og kontrollprogrammer

Overvåknings- og kontroll/kartleggingsprogrammer er i utgangspunktet ikke forskning, men aktiviteten, kompetanseutviklingen og materialet som samles inn og resultatene knyttet til disse programmene vil igjen generere ny forskningsaktivitet. Norge er gjennom internasjonale avtaler forpliktet til å ha dokumentasjon som blant annet viser forekomsten av ulike listeførte sykdommer hos ulike dyreslag, inkludert zoonoser som smitter gjennom mat og vann. I tillegg utføres det en rekke programmer årlig på oppdrag fra Mattilsynet. Disse omfatter bl.a. rester av plantevernmidler i næringsmidler og fôr, plantetoksiner i næringsmidler, mugg og mykotoksiner i fôr, samt forekomst av hygieneindikatorer og ulike smittestoffer i næringsmidler. Resultatene fra disse programmene publiseres som oftest som rapporter, og av og til publiseres også resultatene som vitenskapelige artikler.

Norsk overvåkningssystem for antibiotikaresistens hos mikrober (NORM) og Norsk overvåkingsprogram for antibiotikaresistens i mikrober fra fôr, dyr og næringsmidler (NORM-VET) ble etablert som deler av Regjeringens tiltaksplan mot antibiotikaresistens i 2000. Programmene utgir en felles årsrapport, som presenterer data om forekomst av antibiotikaresistens og forbruk av antibiotika til mennesker og dyr. NORM koordineres av Avdeling for mikrobiologi og smittevern, Universitetssykehuset Nord-Norge, NORM-VET av Veterinærinstituttet. Flere forskningsprosjekter og PhD-avhandlinger om antibiotikaresistens i næringskjedene har tatt utgangspunkt i data framkommet gjennom disse programmene, for eksempel om ESBL, QREC og MRSA.

Næringsmiddelbårne utbrudd og overvåking

I Norge er det Mattilsynet (MT) og helsemyndighetene som har ansvaret for overvåking av smittestoff og oppklaring av sykdomsutbrudd som skyldes smitte fra næringsmidler eller dyr. Dette ansvaret er hjemlet i lovverket. Ved FHI bedrives det også forskningsvirksomhet knyttet til utbruddsoppklaring og karakterisering av smittestoff. Hovedvekten av FHIs forskning innen næringsmiddelbårne utbrudd og sykdomsagens er en integrert del av instituttets kjerneoppgaver som statens smitteverninstitutt slik at instituttet er i stand til å gi faglig bistand, råd, veiledning og informasjon i en utbruddssituasjon.

Forskningsvirksomheten innen mattrygghet er derfor hovedsakelig finansiert fra FHIs grunnbevilgning. FHI har også som oppgave å overvåke smittsomme sykdommer hos mennesker i Norge, og er databehandlingsansvarlig for innsamling og behandling av helseopplysninger i Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS). MSIS er et sentralt helseregister som er regulert etter helseregisterloven (<https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2014-06-20-43>), med en egen forskrift (MSIS-forskriften). Både MSIS og FHIs web-baserte system for utbruddsvarsling (VESUV) benyttes i stor utstrekning som et verktøy i FHIs forskningsarbeid innen mattrygghet. I VESUV ble det i perioden 2012-2018 varslet 317 utbrudd med totalt 5653 rapporterte sykdomstilfeller hvor det var mistanke om smitte fra næringsmidler (se årsrapporter). De fleste næringsmiddelbårne utbrudd i Norge i denne perioden var assosiert med å spise utenfor hjemmet (restaurant, kafé, pub/bar og gatekjøkken). I perioden 2012-2019 har det blitt publisert mellom to til fem studier av matbårne utbrudd og/eller utbruddsagens i internasjonale fagfelleverderte tidsskrifter hvert år.

I 2012 ble det publisert to artikler som studerte *E. coli* bakterien fra det alvorlige EHEC utbruddet i 2006, én fra NMBU hvor den første 'neste-generasjons sekvenserings' (NGS) teknologien (454 sekvensering) ble benyttet til å finne ut at den norske *E. coli* O103:H25 utbruddsstammen fra 2006 var beslektet med den tyske utbruddsstammen fra 2011 som forårsaket Europas mest alvorlige *E. coli* utbrudd (L'Abée-Lund et al., 2012). Den norske 2006 *E. coli* O103:H25 stammen ble også benyttet i en studie fra Nofima hvor det ble sammenlignet hvor mye mengden av 11 *E. coli* isolater av forskjellige serogrupper ble redusert i salami under pølseproduksjonsprosessen og under tiltak etter prosess inkludert lagring, oppvarming og frysing (T. M. Rode et al., 2012). Samme år publiserte FHI en undersøkelse av et sykdomsutbrudd forårsaket av *Yersinia enterocolitica* O: 9 i Norge i 2011 som var knyttet til spiseklar salatblanding (MacDonald et al., 2012). Haukeland universitetssykehus HF publiserte en studie som tok for seg kronisk utmattelsessyndrom etter *Giardia* enteritt forårsaket av et utbrudd i Bergen 2004 med smitte fra drikkevann (Naess, Nyland, Hausken, Follestad, & Nyland, 2012).

I 2013 ble det publisert fire utbruddsrelaterte vitenskapelige artikler. I én artikkel fra NMBU ble det undersøkt om næringsmiddelassosiert kryptosporidiose virkelig var mer hyppig i nordiske land. Studien konkluderte med at det ikke er mer sannsynlig at neste utbrudd vil være i et nordisk land enn andre steder (Robertson & Chalmers, 2013). MTs distriktskontor i Trondheim og Orkdal publiserte et studium av et *Clostridium perfringens* utbrudd som ble sporet til oksestuing servert ved et hotell i Trondheim i 2012 (Wahl, Romma, & Granum, 2013). FHI og MT m.fl. publiserte i 2013 et større samarbeid om undersøkelsen rundt et *Shigella sonnei*-utbrudd i 2011 som kunne spores tilbake til importert basilikum. (B. R. Guzman-Herrador et al., 2013). FHI var også medforfatter på publiseringen av et internasjonalt samarbeid om oppklaringsarbeidet rundt et utbrudd av *Salmonella* Heidelberg forbundet med matservering på en interkontinental flygning (Rebolledo et al., 2014). I 2014 ble det publisert fem utbruddsrelaterte vitenskapelige artikler. Folkehelseinstituttet publiserte resultatet av et oppklaringsarbeid som ble påbegynt på grunn av en økning i hepatitt A-virus (HAV) infeksjoner i Norge samme år (B. Guzman-Herrador et al., 2014). FHI publiserte samme år også et oppklaringsarbeid av et utbrudd av gastroenteritt etter en julebuffé som ble servert 4-9 desember 2012 til ca. 1300 hotellgjester ved et hotell i Norge (MacDonald, Moller, et al., 2015), (Herrador et al., 2013).

I 2014 ble resultatet av en større internasjonal OECD-sponset workshop publisert, hvor man diskuterte hvordan man best kan benytte all informasjonen som gjøres tilgjengelig ved de nyeste sekvenseringsteknologiene for å bekjempe Shiga-toksinproduserende *E. coli* (STEC) i globale

matproduksjonssystemer, der Akershus universitetssykehus HF stilte med Norges representant (Franz et al., 2014). I en publikasjon fra Sykehuset i Vestfold HF ble symptomatisk og asymptomatisk sekundær overføring av *Cryptosporidium parvum* etter to beslektede utbrudd hos skolebarn undersøkt (Johansen et al., 2015). Veterinærinstituttet var medforfatter på en publikasjon som utviklet en semikvantitativ modell for risikorangeing av patogener i uforedlede matvarer som ikke er av animalsk opprinnelse i EU (Felicio et al., 2015), (Herrador et al., 2014).

I 2015 ble det publisert seks vitenskapelige artikler som omhandler utbrudd eller utbruddsagens. NMBU publiserte et studium som var en oppfølger av EHEC O103:H25 utbruddet i 2006 hvor man oppdaget at kommensale *E. coli* Stx2 lysogener produserte høye nivåer av bakteriofager etter spontan profageinduksjon. Man konkluderte med at man ikke kan utelukke kommensale *E. coli* lysogener som bidragsyttere til den høye frekvensen av HUS under 2006-utbruddet (Iversen, L'Abée-Lund, Aspholm, Arnesen, & Lindback, 2015). Veterinærinstituttet publiserte en studie av hvordan *Salmonella* overlevde på basilikumplanter og i pesto (Eckner et al., 2015). FHI publiserte en undersøkelse av STEC-infeksjoner i Norge, 1992-2012, og hvor de karakteriserte STEC-isolatene for å identifisere risikofaktorer for hemolytisk uremisk syndrom (HUS) (Brandal et al., 2015). I en oppfølgingsartikkel til HAV-utbruddet i 2014 peker FHI på at molekylære genotypemetoder var meget viktige for å bekrefte kilden til det nasjonale utbruddet av hepatitt A i Norge (B. R. Guzman-Herrador et al., 2015). FHI oppsummerte i 2015 åtte år (2006-2013) med erfaringer med det nasjonale nettbaserte utbruddsvarslingssystemet VESUV (B. Guzman-Herrador et al., 2016). Et utbruddsopklaringsarbeid som omhandler et landsomfattende utbrudd av *Salmonella* Coeln i Norge, 2013/2014, ble publisert av FHI (Vestheim et al., 2016), (Herrador et al., 2015).

I 2016 ble det publisert fem vitenskapelige artikler som omhandler næringsmiddelbårne utbrudd eller utbruddsagens. FHI publiserte en undersøkelse som ble igangsatt på grunn av et gastroenterittutbrudd etter to møter holdt på et konferansesenter i Oslo i 2013. (Einoder-Moreno et al., 2016). FHI og NMBU publiserte i 2016 resultater fra forsøk med der man ville finne ut om forskjellige anti-terminatorgener (q-gener) kan påvirke ekspresjonsnivået til Stx2 i sterkt virulente STEC stammer, her var O103:H25 utbruddsstammen fra 2006 en del av undersøkelsen. Oppklaringen av et utbrudd av *Yersinia enterocolitica*-infeksjoner i 2014 blant militære og sivile assosiert med inntak av blandet salat, ble publisert av FHI, MT, VI og Universitetssykehuset Nord-Norge HF (MacDonald et al., 2016). Havforskningsinstituttet publiserte en undersøkelse om et utbrudd av Norovirus-infeksjon i 2013 med smitte fra skaldyrssuppe på grunn av uforutsett, utilstrekkelig oppvarming under forberedelse (Lunestad et al., 2016). FHI, Meteorologisk institutt og internasjonale samarbeidspartnere publiserte en matchet case-control studie hvor de undersøkte sammenhengen mellom tunge nedbørhendelser og vannbårne utbrudd (Herrador, de Blasio, et al., 2016), (Herrador, Berg, et al., 2016).

I 2017 ble det publisert to vitenskapelige artikler som omhandler næringsmiddelbårne utbrudd eller utbruddsagens. FHI med internasjonale samarbeidspartnere publiserte en valideringsstudie utført av flere laboratorier av «multilocus variable-number tandem repeat analysis (MLVA)» metoden for *Salmonella* enterica serovar Enteritidis gjennomført i 2015 (Peters et al., 2017). VI og internasjonale samarbeidspartnere publiserte en oversiktsartikkel om «High-throughput sequencing (HTS)» for påvisning av matbårne patogener (Sekse et al., 2017), (Herrador et al., 2017).

I 2018 ble det publisert tre vitenskapelige artikler som omhandler næringsmiddelbårne utbrudd eller utbruddsagens. ANIMALIA og NMBU publiserte en oversiktsartikkel om matbårne utbrudd relatert til

kjøtt og kjøttprodukter, publisert i fagfelleverderte tidsskrifter i perioden 1980-2015 (Omer et al., 2018). Universitetet i Bergen publiserte en oversiktsartikkel som omhandler sykdommen Konzo. Konzo er en distinkt nevrologisk sykdom assosiert med forgiftning av mat (cassava) (Kashala-Abotnes et al., 2019). VI og NMBU publiserte en studie om overlevelse av *L. monocytogenes* under fordøyelse i mage-tarmkanalen etter eksponering for 5 og 0,5% natriumklorid (Pettersen et al., 2019). I 2019 ble det publisert fem vitenskapelige artikler som omhandler næringsmiddelbårne utbrudd eller utbruddsagens. FHI publiserte en artikkel om helgenomsekvensering av *Salmonella* Chester (2000 til 2016) (Siira et al., 2019). NMBU publiserte en artikkel om et kryptosporidioseutbrudd i 2018 (Robertson, Temesgen, Tysnes, & Eikas, 2019). NTNU publiserte en oversiktsartikkel om betydningen av mesofile *Aeromonas* spp. i minimalt behandlet spiseklar sjømat (Hoel, Vadstein, & Jakobsen, 2019). FHI var medforfatter på en større artikkel om oppklaringen av et internasjonalt utbrudd av *Sermonella enterica* serotype Enteritidis knyttet til egg fra Polen (Pijnacker et al., 2019), (Lyngstad et al., 2019; MacDonald et al., 2018).

Politikk og regelverk

Regelverksutvikling

Et dokument skrevet i regi av Helse- og omsorgsdepartementet, Landbruks- og matdepartementet og Nærings- og fiskeridepartementet i 2014 gir en oversikt over organisering, ansvarsfordeling og samarbeidsrutiner innen internasjonalt arbeid som gjøres på områdene mattrygghet, forbrukerhensyn, dyre- og fiskehelse, dyrevelferd, plantehelse og kosmetikk (Anon., 2014). Ifølge dette dokumentet er matområdet «ett av de fagområdene som har den mest omfattende internasjonale dimensjonen, og som derfor er mest berørt av internasjonale avtaler om regulering, standarder, normer, tilsyn og samarbeid.» Spesielt viktige er EØS-avtalen, WTO-avtalen og Avtale om veterinære og plantesanitære tiltak (SPS-avtalen).

Hvordan rammene for dagens system som skal sikre mattrygghet gradvis har blitt bygget opp er dekket i en Masteroppgave i historie (Ø. Paulsen, 2013). Her kommer det blant annet fram at ulike grep ofte har blitt tatt i kjølvannet av ulike matskandaler som har blitt dekket i media. Oppgaven beskriver også hvordan Mattilsynet har gått fra direkte kontroll av mattrygghet, til såkalt systemkontroll. Det skildres også et historisk forløp der samfunnet ser ut til å ha gått fra å akseptere risiko, til å nærmest forlange en nullvisjon for risiko, en visjon, som har vist seg å være problematisk å gjennomføre.

Utforming av regelverk er dekket i flere arbeider. Paschen-Eriksen skriver om hvordan politikktutformingen av EØS-lovverket utformes og hvilke aktører som påvirker denne (Paschen-Eriksen, 2014). Mattrygghet kommer inn som et viktig element i utformingen av dette regelverket.

Regelverksendringer er også nevnt i NIBIOs publikasjon «Mat og Industri», som hadde siste utgave i 2015. Utgaven fra 2013 omhandler kort innstramming og forenkling av regelverket for mattrygghet, som det antas kommer som følge av hestekjøttskandalen (Rålm, 2013).

Mattrygghet og kostholdsråd

I en masteroppgave fra 2014 argumenteres det for at mat- og helsesektoren har ulike forståelsesrammer til kostholdsråd og mattrygghet, og at trekk ved organisasjonskontekstene og aktørenes profesjonstilknytning forsterker forskjellen mellom sektorene (Andersen, 2014). Case studiet er mat- og helsesektorens håndtering av usikkerheten vedrørende helserisikoen knyttet til miljøgifter i

oppdrettslaks, sommeren 2013. Oppdrag til VKM fra Mattilsynet har ofte utgangspunkt i at kostholdsråd skal revideres.

Mattrygghet og mat og helsefaget i skolen

En bacheloroppgave fra 2019 omhandler mattrygghet som en del av undervisningen i mat og helsefaget. Den viser hvordan mattrygghetskonseptet ble trukket frem i både kjerneelementet «Helsefremmende kosthold» og kompetansemålene i den nye læreplanen i mat og helse, og poengterer viktigheten av å utvikle kunnskap om tilberedning av mat på en trygg og helsefremmende måte (Hovig, Jensen, & Kirkevold, 2019). Dette begrunnes med økning i mat- og vannbårne infeksjoner i de siste femti årene på grunn av en økt forekomst av sykdomsfremkallende mikroorganismer i næringsmidler, husdyr og dyrefôr, som en konsekvens av forandringer i husdyrhold, næringsmiddelproduksjon og handelsmønstre. Oppgaven sammenligner Norge med andre land hvor trender er enda verre.

Rutiner for laboratoriepraksis

Analysen av rutiner for laboratoriepraksis er gjennomført i en Masteroppgave fra 2015 (Dostanic, 2015). Oppgaven gjennomgår tidligere forskning på bl.a. hygienerutiner og hvordan kunnskap om bakterien *Campylobacter* ble etablert i Norge. Integrasjon av denne nye mikroben i næringsmiddelkontrollen og relasjoner med samfunnet er også en del av studiet. Hovedresultat gir økt kunnskap om integrasjonen av *Campylobacter* i norsk veterinær- og mattrygghetssystem. Oppgaven viser også at *Campylobacter* har endret seg i løpet av disse årene.

Redelighet i opplysninger om mat

Temaet redelighet når det gjelder opplysninger om mat er dekket i en artikkel fra 2013 (Bang, 2013). Artikkelen undersøker virkemidler som benyttes innen matlovgivningen for å ivareta redelighetshensynet. Den forklarer også hvordan redelighet er en del av lovgivningen om mattrygghet og tilknyttet til det norske mattrygghetsregelverkets forhold til EU/EØS. I tillegg nevnes internasjonale regler utenom dette området. En del av analysen omhandler matmerking, regler og sporbarhet. Selv om lovverket blir mer avansert og harmonisert står man likevel overfor store utfordringer når det gjelder håndhevingen av dette lovverket. Rammebetingelsene for produksjon kan være forskjellige i forskjellige land og dette er i strid med redelighetslovgivningen som har som mål å oppnå trygg mat for forbrukeren.

Nofima deltar i flere europeiske samarbeidsprosjekt på dette området. Dette omfatter nettverksprosjektet AUTHENT-NET (2016-2018) for forskning rettet mot matautentisitet, som blant annet skal legge til rette for et bærekraftig samarbeid mellom nasjonale og internasjonale forskningsfinansieringsorganisasjoner innenfor matautentisitet og styrke forbrukernes tillit. EUChinaSafe (2017-2021) tar opp problemstillinger knyttet til mattrygghet og matjuks mellom EU og Kina. Prosjektet har fokus på de produktene som oftest er utsatt for kjemisk og mikrobiologisk juks, som meieriprodukter og morsmelkerstatning, bearbeidet kjøtt, frukt/grønnsaker, vin, honning og krydder.

Verdsetting av Mattilsynets arbeid på plante-helsefeltet

Prosjektet PLANTVALUE (NFR-prosjekt 268273) (2017-2020) som ledes av NIBIO, har som mål å bidra til økt kunnskap om verdien av arbeidet som gjøres på området plante-helse, og hvordan dette arbeidet kan forbedres. I to av casene er mattrygghet et sentralt element, det gjelder caset som omhandler plantevernmiddelester i epler, og håndtering av mykotoksiner i korn. Prosjektet inneholder også en studie av forbrukernes verdsetting av de er sikret trygg mat, med epler og korn som case.

Hurtigvarslingsutbrudd og mattrygghet

I 2005 etablerte Folkehelseinstituttet et nettbasert hurtigvarslingssystem for utbrudd kalt Vesuv (B. Guzman-Herrador et al., 2016). Systemet brukes til obligatoriske utbruddsvarsler fra kommunale medisinske funksjonærer, helseinstitusjoner og matsikkerhetsmyndigheter. Fra 2013 er det rapportert om 1426 utbrudd. Totalt 474 utbrudd (33,2 %) var assosiert med mat eller drikkevann. Det nettbaserte hurtigvarslingssystemet har vist seg å være et nyttig verktøy for å forbedre rapportering og muliggjøre rask og effektiv informasjonsdeling mellom forskjellige myndigheter på både lokalt og nasjonalt nivå. Det er også et viktig verktøy for hendelsesbasert rapportering, slik det kreves i det internasjonale helseregelverket (IHR) (WHO, 2005).

Handelsrestriksjoner og internasjonale avtaler

I noe forskningsarbeid er det beskrevet situasjoner der hensyn til mattrygghet har vært brukt som årsak for å ikke importere matvarer. Dette har vært relevant for norsk fiskeeksport, som har møtt handelsrestriksjoner fra Kina og Russland begrunnet med mattrygghetshensyn (C. Elvestad, 2014; C. Elvestad, 2017). På samme måte viser (Medin, 2019), at effekten av matstandarder kan være heterogen på tvers av sektorer eller land, og at WTO og utenlandske matstandarder har hatt negativ påvirkning på Norges totale sjømateksport.

Norges tilpasning til EU på mat- og landbruksfeltet er dekket i Veggeland (2016), som ser på hvordan handelsrelasjonene med EU har utviklet seg på mat- og landbruksfeltet siden EØS-avtalen trådte i kraft (F. Veggeland, 2016). Her kommer det blant annet fram at Norge gjennom veterinæravtalen mistet muligheten til å bruke kontroll ved grensepassering og opphold i karantene som virkemidler for å overvåke og kontrollere folke- og dyrehelsen knyttet til handel med land i EØS-området. Dette ble erstattet med andre tiltak som stikkprøvekontroll og krav til internkontroll i næringsvirksomheter. Norge har argumentert med hensyn til dyre- og folkehelse for å ha veterinær grensekontroll som en del av EØS avtalen. Dette har tilsynelatende vært i konflikt med hensynet til sjømatnæringens markedsadgang.

I et NUPI-notat ser Veggeland på TTIP (Transatlantic Trade and Investment Partnership) forhandlingene med spesielt fokus på sanitære og phytosanitære tiltak (Frode Veggeland, 2016). Notatet gir en historisk oversikt over transatlantisk samarbeid om reguleringer, inkludert vurderinger av spesielle regulerings saker relatert til hormoner, GMO og klorert kylling. Notatet beskriver betydningen av gjensidig anerkjennelse ved tilpasningsvurderinger, og vurderinger av likhet i verdi når det gjelder reguleringer og standarder som metoder for å forenkle handel. I tillegg inneholder notatet analyser av rollen disse reguleringsverktøyene kan ha i TTIP. Notatet ble skrevet i prosjektet «Konsekvenser for Norge av en TTIP-avtale og norske veivalg», finansiert av Nærings- og fiskeridepartementet og som pågikk i perioden februar til november 2016.

Bedrifters håndtering av mattrygghet

Staten har et omfattende ansvar for å regulere mattrygghet. Hvordan staten velger å organisere og styre mattrygghetsområdet, herunder gjennom lovgivning og internasjonale avtaler, har derfor stor betydning for håndtering av problemet med patogener i matkjeden. I den strategiske satsingen PatFoodchain (NFR 221663) (2012-2018) ledet av Nofima, ble både offentlig og privat styring og regulering studert med hovedfokus på kjøttindustriens strategier for å sikre mattrygghet. Utgangspunktet er at i tillegg til offentlig styring, vil næringens selvstendige håndtering være helt essensiell for å sikre mattryggheten. En studie om rammeverk for risikoanalyse i Norge, Italia og Sverige er gjennomført og data for en

sammenlignende studie av norske og svenske matbedrifters strategier for å redusere patogener i mat er samlet inn. Disse resultatene er imidlertid ikke vitenskapelig publisert i perioden.

I det EU-finansierte Leap-Agri prosjektet 'Empowering small-scale farmers (SPEAR): towards the SDGs through participative, innovative and sustainable livestock and poultry value chains (LPVC) (2018-2021) er det overordnede målet å tilby vitenskapsbaserte rammer og indikatorer som gjør en i stand til å overvåke og evaluere forbedringer i produktivitet og kvalitet (inkludert mattrygghet) på kjøtt og kyllingverdikjeder. Prosjektet vil evaluere en rekke verdikjeder i partnerlandene for å identifisere begrensningene og mulighetene for bærekraftig produksjon og forbruk og vurdere virkningene av forskjellige intervensjoner rettet mot mattrygghet og -sikkerhet og forbedring i landbrukshandelen.

I den senere tid har ansvaret for mattrygghet i stor grad blitt flyttet fra offentlig til privat sektor, og matvarekjeder har i dag egne private standarder for mat, støttet av sertifisering og overvåking av tredjepart. I en artikkel ved (Richards, Bjørkhaug, Lawrence, & Hickman, 2013) sammenlignes denne situasjonen for Norge, Storbritannia og Australia, og forfatterne finner at de private standardene ofte er satt høyere enn de offentlige. Samtidig fører dette systemet til at småskalaprodusenter i økende grad blir styrt av private markedsbaserte mekanismer mer enn av myndigheter, noe som igjen påvirker restruktureringen av landbruket. Innenfor samme tema har forskere ved institutt for filosofi og religionsvitenskap ved NTNU sett på hvilke etiske verdier som er relevante for sentrale norske matprodusenter og distributører, og deres sosiale ansvarlighet når det gjelder mattrygghet og matsikkerhet (Ursin, Myskja, & Carson, 2016). Artikkelen bruker Tine, Nortura og Coop som case, og ser på hvordan disse aktørene oppfatter og uttrykker sin sosiale ansvarlighet. Forfatterne argumenterer for at deres allsidige roller setter dem i en god posisjon for å promotere informerte forbrukervalg i et globalisert marked.

Infrastruktur

På overordnet nivå styrkes av mattrygghetsforskningen ved sammenslåingen av Norges veterinærhøgskole og UMB til NMBU, og bygging av nye lokaler for Veterinærhøgskolen og Veterinærinstituttet på Ås.

På operativt nivå styrkes mattrygghetsforskningen ved opprettelsen av Patogenhallen på Ås. Patogenhallen, patogen pilot plant, er en innesluttet produksjonshall hvor man kan produsere forskjellige typer matvarer tilsatt patogene mikroorganismer. Dette gir Nofima en unik mulighet til å studere patogeners oppførsel, overlevelse og drap under varierende prosesseringsbetingelser, samt unike muligheter for å teste effekten av dekontamineringsstrategier på og i matvarer.

Parallelt kan samme matvare lages i Nofimas vanlige prosesshaller og utsettes for samme prosesserings- eller dekontamineringstrinn uten at det tilsettes patogener. Denne maten kan benyttes til sensorisk testing så man får undersøkt om betingelsene som benyttes gir sensorisk akseptable produkter.

Kunnskapshull og kunnskapsbehov

Vurdering av kunnskapshull og kunnskapsbehov er basert på arbeidsgruppens egne analyser av innsamlet materiale, samt intervjuer med FoU-personer hos sentrale matprodusenter og bransjeorganisasjoner. Det er også innhentet informasjon fra VKM-rapporten 'Kunnskapshull om mat og miljø' (Alexander et al., 2018) samt EFSA-rapporten 'Food Safety Regulatory Research Needs 2030' (EFSA, 2019).

Utfordringene knyttet til produksjon og frambud av trygg mat er sammensatte og i stadig endring. Økende fokus på bærekraft, helse og miljø bidrar til endrede forbruksmønstre knyttet til matkonsum, nye råvarer og produkter samt ny teknologi for produksjon og prosessering av mat. Demografiske endringer med blant annet aldrende befolkning og økt global handel gir også nye utfordringer innen mattrygghet. Matproduksjon basert på sirkulær økonomi etterstrebes for maksimal ressursutnyttelse og redusert matsvinn. I tillegg kommer økt reising og turisme, klimaendringer og mer sensitive analytiske metoder. Dette medfører behov for ny kunnskap for å forstå hvordan disse faktorene kan gi endringer i risiko knyttet til trygg mat og forstå hvordan nye risikoer kan kontrolleres og reduseres ved hjelp av ny teknologi og kunnskapsbaserte mattrygghetstiltak. VKM-rapporten 'Kunnskapshull om mat og miljø' fremholder at Norge trenger aktive forskningsmiljøer innenfor VKMs ansvarsområder (Alexander et al., 2018). Rapporten omhandler kunnskapshull som er avdekket i VKMs risikovurderinger utarbeidet i 2016-2017. Hovedbudskapet er at vi trenger mer kunnskap om norske forhold for å sikre trygg mat og beskytte miljøet i Norge, og også trenger mer forskning på områder hvor Norge har et særlig ansvar og en internasjonal posisjon som produsent, distributør/eksportør. Når det gjelder landbasert matproduksjon framhever rapporten blant annet at det i de aktuelle risikovurderingene pekes på behov for økt forståelse for drivkrefter for spredning av antimikrobiell resistens relatert til biocider og tungmetaller, samt kvalitative og kvantitative data om forekomst av patogener i mat og drikkevann.

I gjennomgangen av prosjekter og litteratur er det ikke skilt på basal og anvendt forskning, men det er likevel tydelig at det finansieres svært lite basal forskning om mattrygghetsrelaterte spørsmål. FFL/JA og FHF er forskningsprogrammer styrt av næringene selv og er naturlig nok orientert mot næringenes egne utfordringer som de ønsker belyst gjennom forskningsprosjekter. Imidlertid er man også i BIONÆR-programmet meget opptatt av å være orientert mot anvendte problemstillinger, og oppfordrer til medfinansiering fra samarbeidspartnere fra aktuelle næringer. Det er høye krav til relevans i dette programmet. Anvendt forskning er avhengig av å høste ny og unik kunnskap fra basalforskningen. En fare ved ikke å finansiere mer basalt orienterte prosjekter med relevans for mattrygghet, som for eksempel forskning omkring cellebiologiske mekanismer, patogenitetsmekanismer og regulering av disse hos matbårne mikrobielle agens, samt vert-patogeninteraksjoner, er at de mer anvendte prosjektene vil ha et tynt kunnskapsgrunnlag å høste fra.

Behovet for spissere og faglige satsinger må være forankret i langsiktige kunnskapsbehov hos oppdragsgivere og i virkemiddelapparat og bør tuftes på områder der vi allerede har et godt utgangspunkt for å skape anerkjente forskningsgrupper innen mattrygghet. Dette vil bidra til å opprettholde nødvendig og grunnleggende kompetanse i fagmiljøene og sikre at disse blir attraktive partnere og ledere av prosjekter i EU og internasjonalt innen områder som vil bidra til bærekraftig og lønnsom utvikling hos matproduserende næringer. For å svare på våre oppdragsgiveres skiftende

forsknings- og utviklingsbehov, er det helt nødvendig med påfyll av forskningsbasert kunnskap hvor grunnleggende forskning støtter opp og videreutvikler den eksisterende brede kompetanseplattformen.

Det finnes eksempler på strategiske satsinger på mattrygghetsområdet. Dette inkluderer blant annet etablering av patogen pilothall ved Nofima. På bakgrunn av god forskning over tid og den unike infrastrukturen og kompetansen blant annet dette anlegget har gitt, bevilget forskningsrådet nylig 45 millioner kroner til ny forskningsinfrastruktur/utstyr til prosesshallene ved NMBU og Nofima, inkludert patogen prosesshall (FoodPilotPlant Norway: Upgrading of the Pilot Plant Facilities for Food Processing at Campus Ås (phase II)). Det følger imidlertid ingen bevilgninger til forskning for å utnytte denne muligheten til å utvikle ny kunnskap innen mattrygghet. Norge er et høykostland hvor kravet til kostnadseffektiv produksjon er særlig høy. Det er derfor vesentlig at norsk matindustri har tilgang til forskningsmiljøer som kan teste og evaluere muligheter og begrensninger som ligger i anvendelse av teknologi som også ivaretar kravene til bærekraft og mattrygghet og gir en konkurransekraftig matnæring. Forskning og implementering av mattrygghetssystemer innen den såkalte fjerde industrielle revolusjon, også kalt Industry 4.0, hvor digitale teknologier smelter sammen med fysiske, biologiske og økonomiske systemer, som er på full fart inn, vil også være en viktig del av dette.

Én helse-perspektiv

Én helse-perspektivet betyr å se på samspillet mellom mennesker, dyr og miljø for å forstå blant annet forekomst og spredning av smittsomme sykdommer, inkludert antimikrobiell resistens. Dette perspektivet er et nødvendig perspektiv i både forskning, undervisning, forvaltning og politikk, og stiller ikke minst store krav til vitenskapelig samarbeid på tvers av sektorgrensene. Det ligger utfordringer i både politikkutforming og forvaltningspraksis ettersom mye fortsatt i stor grad er sektororientert. Skal vi imidlertid kunne møte globaliseringen som også innebærer en risiko for mer smitte og tøffere mikroorganismer er Én helse-tilnærmingen nødvendig. Dette må også gjennomsyre tenkningen rundt finansieringen av forskningen og det nasjonale virkemiddelapparatet. På europeisk nivå deltar Veterinærinstituttet og Folkehelseinstituttet i mange prosjekter innenfor det store One Health European Joint Programme, og mange av de internasjonale prosjektene som går i partnerskap med land i sør skjer i et Én helse-perspektiv.

Utviklingen går også mot å vurdere/inkludere både kjemiske og mikrobielle helse- og mattrygghetsutfordringer i Én-helse perspektivet. EFSA-rapporten 'Food Safety Regulatory Research Needs 2030' (EFSA, 2019) definerer tre hovedpilarer for mattrygghetsforskningen i Europa de kommende 5-10 årene: (1) Safe food systems - Improve food safety while moving towards alternative and sustainable production systems, (2) Innovation in risk assessment - Anticipating impact of innovations and new technologies on integrated risk assessment, og (3) Holistic risk assessment - Understanding the context and delivering and communicating impactful science. Her illustreres kompleksiteten i problembildet knyttet til mattrygghet, med utfordringer i produksjonen og at det er både risiki og fordeler med eksisterende og nye produksjonsløsninger og -teknologier, samt hvordan demografiske endringer i samfunnet og endringer i forbruksmønstre påvirker mattrygghetsutfordringene. Videre fremheves det at det er viktig å sikre kompetanse slik at man kan identifisere nye kjemiske og mikrobielle mattrygghetsutfordringer, og utfordringer knyttet til resistensutvikling. Totalt sett påpekes behovet for integrerte risikoanalyser og integrerte løsninger både i produksjonen og i forhold til samfunnet/konsumenten, og behovet for ny mer helhetlig metodikk både på kartlegging, risikovurdering og tiltaksanalyse.

Nye råvarer og distribusjonslinjer for mat og fôr, matsvinn og forbrukeratferd

Forskningen på ny mat og nye råvarer for mat og fôr har så langt hatt fokus på å identifisere hva som er de gode råvarene med fokus på en bærekraftig og optimalisert produksjonsprosess, næringsverdien i råvaren og innhold av helsefremmende bioaktive stoffer. Fôrtrygghetsaspekter har i noe grad vært adressert og da i første omgang i tilknytning til bruk som fiskefôr, mens det har vært lite fokus på konkrete mattrygghetsutfordringer knyttet til matvaren som produseres for konsum. I prosjektene ser man også i noe grad en kobling av sirkulær økonomi med resirkulering av avfall/bioressurser og introduksjon av dette i produksjonen av nye råvarer. Det har vært generelt lite forskning på nye fôrråvarer til landbasert dyreproduksjon.

Å skille mellom grunnforskning og anvendt forskning er ofte hensiktsmessig, men ikke når det gjelder å skaffe datagrunnlag for risikovurdering. Her er det ikke nok å finne ut hva som er best egnet råstoff for en gitt anvendelse, men snarere å estimere konsekvensen dersom man benytter ikke-optimalt råstoff, prosess eller lagring. Det foregår i dag betydelig innovasjon med sammensetning av nye råvarer på ukjente måter, og økt bruk av biprodukter og restråstoff. Eksempler finnes langs hele kjeden, fra urbant landbruk til reko-ringer. Andre problemstillinger rundt ny mat gjelder Clean Label, med redusert bruk av konserveringsmidler og andre tilsetningsstoffer.

BIONÆR-programmet ble etablert for å kunne sette et tydeligere fokus på sirkulærøkonomien og utviklingen av denne i Norge, og programmet finansierer forskning og innovasjon som skal gi verdiskapning i norske landbaserte bionæringer og fremme bioøkonomien. Sirkulærøkonomien er en forutsetning for en mer bærekraftig ressursutnyttelse, og flere prosjekter som går ut på å redusere matsvinn og utvikle nye produkter av utradisjonelle materialer er finansiert av BIONÆR. Slike prosjekter er imidlertid lite relatert til mattrygghet. Med etablering av flere næringsssykluser der mer «avfall» sirkuleres tilbake i matproduksjonen følger en fare for at fremmedstoffer og mikroorganismer oppkonsentreres og oppformerer i slike nye sykluser. Bruk av biprodukter og restråstoff kan være effektive tiltak for å redusere matsvinn, men det forutsetter at mattryggheten ivaretas, og det trengs et kritisk søkelys på dette. Fokus på redusert matsvinn bør også gi grunnlag for risikobaserte vurderinger rundt holdbarhet som kan bidra til lengre holdbarhetstider uten å gå på akkord med matkvalitet og mattrygghet. Innen dette området ligger også et stort behov for forskningsbasert kunnskap om hvordan nye teknologier innen prosessering, pakking, distribusjon, lagring og håndtering av mat påvirker både svinn, kvalitet og mattrygghet. Det er behov for forskning for å finne ut av hvor grensen mellom akseptabelt og ikke akseptabelt går, og spesielt på områder der marginale forhold i ett ledd først får virkning i et annet ledd, for eksempel at en konserveringsmetode reduserer vekst av en patogen, men framkaller egenskaper i mikroben som gjør at den får lavere infektiv dose.

Distribusjon av mat skjer på nye måter ved netthandel, donasjon via veldedige organisasjoner eller tilfeldig praksis. Dette er igjen i utgangspunktet et godt tiltak for å hindre matsvinn, men kan slå tilbake på mattryggheten fordi man i praksis gir avkall på krav til kjølekjede og andre regulatoriske virkemidler. På tilsvarende vis vet man lite om hvordan mattryggheten påvirkes av den økte omsetning av uemballert mat. En kartlegging av dette, samt forskning som setter fokus på den riktige balansen mellom matsvinn og mattrygghet, for eksempel på kombinasjoner og lagringsbetingelser som bør unngås, er ønskelig. Utvikling av dataverktøy for beslutningsstøtte i forbindelse med spredning og vekst av uønskede mikroorganismer og stoffer i mat kan bidra til å forbedre forvaltningen av disse spørsmålene.

Forbrukerne spiller også en sentral rolle innen mattrygghet hvor endringer i forbrukerpreferanser, forbrukeradferd og demografi påvirker risiko for matbårne infeksjoner og hvilke agens vi blir syke av. Det er viktig å forstå hvordan slike endringer f.eks. redusert kjøttkonsum samt økt forbruk av ferske, kjølelagrede spiseklare matvarer i tillegg til nye råvarer, produkter og måter å lagre og tilberede maten på påvirker mattryggheten. Det trengs kunnskap om forbrukere har tilstrekkelig kunnskap til hygienisk håndtering av mat på eget kjøkken og hvordan forbrukere kan ta slik kunnskap til seg. Mat og måltider tilpasset spesielle brukergrupper, blant annet en økende aldrende befolkning, vil også stille økte krav til mattrygghet. Dette henger sammen med de store endringer i hvordan mat produseres, distribueres og frembys som beskrevet over.

Emerging risks

WHO har estimert at matbårne bakterier, virus, parasitter, toksiner og allergener forårsaker 23 millioner tilfeller av sykdom og 5000 dødsfall hvert år i Europa. Dette viser at vi fremdeles har et stort potensial for å redusere matbårne sykdom. I USA står 5 patogener: *Salmonella*, *Campylobacter*, *L. monocytogenes*, *Toxoplasma* og norovirus for mer enn 90 % av helsebyrden (Batz, Hoffmann, & Morris, 2011).

I takt med økende globalisering, økt internasjonal handel og økt transport av biomasse (mat, dyr, planter, mennesker, avfall), må vi være forberedt på at nye mikroorganismer vil bli introdusert og også vil kunne etablere seg i de norske matproduksjonskjedene. Av beredskapsmessige hensyn må vi derfor i tillegg til kunnskap om norske forhold også utvikle kunnskap om nye «emerging risks». Matkjedene kan være mulig kilde til potensielle patogener som vi tidligere ikke anså som matbårne. Det har også vært begrenset fokus på bakterier i mikrobefund og hvordan slike samfunn påvirker mikrobenes evne til konkurranse, vekst og overlevelse under ulike betingelser i matkjeden. Nye teknologier for påvisning av bakterier i komplekse miljøer og mikrobefund er derfor viktige verktøy som krever videre utvikling og anvendelse. Tarmflora og dens betydning for helse er et stadig viktigere tema etter hvert som kunnskapen om tarmflora øker. Stadig flere er opptatt av tarmhelse og hvordan denne påvirkes av maten.

Forskning og overvåking av resistente mikrober, herunder antimikrobiell resistens (AMR), har hovedsakelig vært knyttet til primærproduksjon, med noen studier om overføring av bakterier og gener i biofilm. Økt fokus på AMR i miljøet og overføring av AMR i produksjonsutstyr og/eller mat er ønskelig. Det er for eksempel en økende oppmerksomhet om hvordan potensielt toksiske metaller i miljøet kan ha betydning på utvikling av AMR, men VKM påpeker i sin rapport om dette at det fortsatt er begrenset kunnskap om sammenhengen mellom metallresistens og AMR, samt hvordan metallene kan påvirke spredning av AMR. Utvikling av AMR i matvarer der mikrobenes er tilført underveis i prosessen eller ved dyrking på områder der det er rimelig å forvente høyere forekomst av antibiotika, er også relevant. VKM gjorde i 2015 en vurdering av sannsynligheten for at mennesker eksponeres for AMR gjennom mat produsert i Norge. VKM var imidlertid tydelig på at det er stor mangel på kunnskap og forståelse for konsekvensene for forbruker ved eksponering av resistente bakterier via mat, og forskning på dette er derfor ønskelig.

Hittil har resistensforskningen i stor grad fokusert på resistente bakterier, i tillegg til noe om resistens overfor soppmidler hos muggsopp.

Omics teknologier og Big Data

Det foregår en rivende faglig utvikling innenfor -omics-teknologiene og Big Data, og disse teknologiene har totalt endret vår mulighet til å adressere viktige forskningsspørsmål. I løpet av de siste 20 årene har det vært en eksplosjon i produksjon av mikrobielle genomsekvensdata, ikke minst på grunn av tilgjengeliggjøringen av raske metoder. Med dette følger også et behov for infrastruktur og pipelines for produksjon, lagring, analysering og også deling av data, samt utdanning og trening av bioinformatikere. National Consortium for Microbial Genomics er et initiativ fra de norske forskningsmiljøene innen infeksjonsbiologi og mikrobiell genomikk med et mål om å utvikle og koordinere sin genomikk-forskning, men har hittil dessverre ikke nådd opp i konkurransen om infrastrukturmidler fra Norges forskningsråd.

Bruk av helgenomsekvensering av både uønskede og ønskede mikroorganismer i matproduksjonskjedene gir oss også nye muligheter og utfordringer både fra forskningens, forvaltningens og næringens side. Teknologien gir økte muligheter for bedre utbruddsoppklaring og sporing av mikroorganismene for å kartlegge reservoarer og smitteveier. Helgenomdata har potensiale for å anvendes innen risikobasert overvåking og kontroll. Dette krever tverrfaglig forskning som inkluderer fenotypisk mikrobiologi, mikrobiell genomikk, transkriptomikk, proteomikk, infeksjonsbiologi og bioinformatikk. Videre er det nødvendig å utvikle kunnskap og verktøy som forvaltningen og næringen kan benytte for å hente ut potensialet denne teknologien har for å oppnå økt mattrygghet.

Fremmedstoffer

En rekke miljøgifter overføres til matproduksjonskjedene via opptak i planter, de naturlige næringskjedene, eller fôr. Vår eksponering for miljøgifter skjer hovedsakelig via mat og EFSA viser i en risikovurdering av effekter på human helse fra dioksiner og dikosinliknende PCBer i mat og fôr ((EFSA, 2018a)) at beregnet inntak ligger langt over anbefalte maksimalnivåer for flere aldersgrupper. Det forskes mye på overføring av miljøgifter i de marine matkjedene. Selv om miljøgiftene også finnes i planter, egg, melk og kjøtt, vet vi lite om hvordan de overføres i matkjedene på land.

En god human risikovurdering er avhengig av kunnskap om fremmedstoffers tilførsel til og skjebne i miljø og overføring til drikkevann og mat- og fôrplanter. Det er stor variasjon i hvordan fremmedstoffene introduseres til og overføres i primærproduksjonskjedene og disse prosessene styres av biologiske, kjemiske og/eller fysiske parametre. Det er per i dag manglende kobling mellom studier av forekomst av slike stoffer i primærproduksjonen og resulterende mattrygghetsaspekter.

For å sikre mattrygghetaspektet ved resirkulering av bioressurser til fôr, gjødselvarer og jordprodukter, er det behov for å etablere grenseverdier for en rekke fremmedstoffer. Per i dag er det store kunnskapshull for å kunne gjennomføre nødvendige risikovurderinger for å kunne etablere vitenskapelig baserte grenseverdier. Det inkluderer å i) identifisere potensielle kilder til potensielle toksiske elementer (bl.a. metaller), persistente organiske forurensninger (bl.a. dioksiner, PCB, muskstoff, flammehemmere og overflateaktive stoffer (inkl. PFOS og PFOA)), rester av legemidler og plantevernmidler med risiko for overføring til mat, ii) innhold av disse stoffene, iii) skjebnen til disse i jord og risiko for overføring til drikkevann, og mat- og fôrplanter, samt iv) hvilken belastningen det er av disse stoffene i miljø før tilføring av nye miljøgifter. Dette er nødvendig kunnskap for gjennomføring av vitenskapelig risikovurdering, og for å kunne gjøre en prioritering av hvilke stoffer vi må fokusere forsknings- og overvåkingsinnsatsen på. Forskning i perioden har vist at vi kan underestimere overføring

av miljøgifter og legemidler til viktige mat- og fôrplanter, og at det er grunn til å vurdere biologisk aktive stoffer (for eksempel legemidler) spesielt med tanke på at de er designet nettopp for å ha en biologisk effekt.

Samtidig forekomst av en rekke ulike fremmedstoffer gir behov for analysemetodikk som gir screening av mange ulike stoffer og stoffgrupper i samme prøvematriks slik at man ved risikovurderinger bygger på et mer helhetlig eksponeringsbilde. Det er en stadig utvikling av nye og bedre metoder og instrumenter for analyse av rester av fremmedstoffer i ulike matvarer. Både forskningsprosjekter og overvåkings- og kontrollprogrammene må i tiden framover gi rom for videreutvikling av analysemetodikk som utnytter høyoppløselig massespektrometri både i kvantitative metoder og i kvalitative screeningmetoder ved forskningsinstitusjonene, for å gi gode nok verktøy for å kartlegge den store bredden av ulike typer både naturlig forekommende og tilførte fremmedstoffer som kan forekomme i samme råvare for fôr og mat. Samarbeid mellom ulike fagmiljøer som arbeider med forskningsbasert utvikling av analysemetodikk er viktig og det er en stor styrke om det legges til rette for mer utnyttelse av kjemikkompetanse på tvers mellom ulike sektorer. Vi trenger også mer grunnleggende kunnskap om helseeffekter og kombinasjonseffekter av fremmedstoffene.

Når det gjelder overføring av prosessfremkalt kontaminanter og stoffer fra matkontaktmaterialer i mat og fôr, er det lite forskningsaktivitet i Norge. Vi trenger mer kunnskap om helseeffektene av disse stoffene. Minst 820 forbindelser kan dannes ved Maillard reaksjonen eller ved lipidoksidasjon ved prosessering av mat. Lite informasjon finnes om biologisk aktivitet og eksponering for disse stoffene. Over 50 stoffer er å betrakte som «mistenkelige». Både metoder for kvantitative risikovurdering av toksiske forbindelser som dannes under prosessering og metoder for å redusere toksiske forbindelser under prosessering er nødvendige. Et vanlig eksempel her er akrylamid. Et annet eksempel er furaner som finnes i varmebehandlet kaffe og prosessert babytmat.

Emballasje

Siden EU-kommisjonen la frem sin handlingsplan for sirkulær økonomi i 2015 har oppmerksomheten knyttet til emballasje generelt og plast spesielt tiltatt, både fra norske myndigheter, næringsliv og forbrukere. I januar 2016 kom EU-Kommisjonen med en plaststrategi, som en oppfølging av handlingsplanen i 2015. Her adresseres en rekke utfordringer og tiltak som krever ny forskningsbasert kunnskap. Dette vil få innvirkninger for aktørene i emballasjens verdikjede, deriblant næringsmiddelindustrien som er en stor plastbruker. Brukt plastemballasje må i større grad gå til materialgjenvinning fremfor energigjenvinning. Målet om økt bruk av resirkulert materiale til mat stiller krav til kvaliteten og tryggheten (migrasjon av stoffer i kontakt med mat) av det gjenvunnede materialet.

Det er også en utfordring i forhold til trykkfarge og migrasjon av farlige komponenter. Man trenger å bygge opp kunnskap om og metodikk for identifisering og kvantifisering av migrerende stoffer også for såkalte non intended added substanses (NIAS).

Samfunnsvitenskapelig forskning

Det er klare mangler de siste 5-10 årene når det gjelder samfunnsvitenskapelig forskning på mattrygghet, herunder forbrukerforskning, forskning på økonomiske aspekter ved håndtering av mattrygghet i matindustrien, handel og mattrygghet og utvikling av mattrygghetsregulering i

internasjonale omgivelser (EU/EØS, WTO/WTOs SPS-avtale, transatlantiske handelsrelasjoner og u-landsproblematikk). Mattrygghet er i stor grad styrt av politiske og økonomiske faktorer gjennom bl.a. opprettelse av regelverk og overvåking, handelsrestriksjoner og bedrifters adferd, og samfunnsvitenskapelig forskning har derfor stor betydning når det gjelder å sikre mattrygghet for forbrukere.

Vurdering av kunnskapshull og kunnskapsbehov knyttet til spesifikke næringskjeder

Frukt og grønt

I de senere år har det blitt flere utbrudd av matbåren sykdom knyttet til frukt og grønt, og det er flere utfordringer knyttet til produksjonskjeden. Frukt- og grønt-bransjen har stort fokus på mattrygghetsutfordringer knyttet til vann i hele kjeden, og særlig til vanningsvann. Vann som brukes i alle ledd av produksjonen testes for *E. coli*, og det er ønskelig med mer kunnskap om den faktiske betydning av funn og konsekvenser for mattrygghet. I tillegg til vanningsvann gjelder dette for eksempel spredning via vaskevann. Det er også behov for kunnskap om forekomst og etablering av patogener i produksjonsmiljø og produkter. Dette gjelder for eksempel forekomst av mugg og mykotoksiner i frukt, grønt og bær, patogene bakterier i tørre produkter, og hvordan patogener tilpasser seg til et annet miljø enn det optimale

Et annet fokus er smitterisiko fra kontaktflater, da spesielt pakkeflater, emballasje, fingre og sykdomssmitterisiko generelt fra arbeidere i primærproduksjonen. Forekomst av *Listeria*-bakterier på pakkeflater og kontaktflater generelt er en utfordring, og kunnskap om overlevelse av Norovirus er viktig for å kunne gjøre en risikovurdering uten et altfor kostbart analyseregime. Trenden med økende bruk av 'raw food', det at grønnsaker som tidligere alltid ble varmebehandlet nå i stadig større grad konsumeres rå, og økt forbruk og forespørsel etter spiseklare sammensatte produkter, kan gi nye mattrygghetsutfordringer som per i dag er for lite undersøkt.

Korn og kornprodukter

Det er et generelt behov for økt kunnskap om produksjon og forekomst av plantetoksiner for å kunne vurdere mattrygghetstrusler knyttet til dette. Det er etablert modeller for utvikling av soppsjukdommer og produksjon av mykotoksiner for flere kornsorter, sopparter og mykotoksiner. Mangelen på ko-variasjon med hensyn til hvordan værforhold påvirker nivået av de ulike mykotoksinene i det modne kornet gjør det imidlertid nødvendig å framskaffe tilsvarende kunnskap om flere av de viktige mykotoksinene for å kunne utvikle gode tiltak for å bedre mat- og fôrtryggheten. Det er også et behov for økt kunnskap om mattrygghetsutfordringer knyttet til muggsopper og mykotoksinnivåer frukt, bær og grønnsaker.

Kjøtt og egg

Norge har i internasjonal målestokk en særdeles gunstig situasjon med hensyn til zoonoser. En suksessfaktor er at problemer er håndtert med et helhetlig verdikjedeperspektiv. Til tross for dette har bransjen viktige forskningsutfordringer innen mattrygghet. Prioriterte områder innen effektiv produksjon gjelder optimalisering av målemetodikk, prosess-styring og logistikk, samt optimal råstoffutnyttelse. Innen mattrygghet er man opptatt av risikobasert og kostnadseffektiv forebygging av zoonoser og antimikrobiell resistens i hele verdikjeden, utvikling og anvendelse av kost-nytte metoder til

evaluering av tiltakene, samt risikoanalyse og spesielt risikohåndtering. Innen kvalitet og produktutvikling står bedre utnyttelse av restråstoff i fokus, mens man innen konservering, emballasje og emballering er opptatt av attraktive og trygge produkter med miljøvennlige løsninger (Animalia, NHO Mat og landbruk, Nortura, & KLF, 2015). I tillegg til punktene listet ovenfor kommer også punkter innen primærproduksjon som vil kunne ha betydning for mattryggheten under den senere prosessering av maten.

For kjøttbransjen er det spesielt viktig med kostnadseffektivitet, risikobasert forebygging og kontroll, samt objektive målemetoder og kriterier. Risikobasert forebygging er viktig for å sikre at ressursene blir benyttet på mest effektiv måte. Risikoanalyse må også sees i sammenheng med økonomiske modeller for mattrygghet for å sikre en optimal balanse mellom trygghet og kostnader. Det er behov for kunnskap hos kompetansemiljøene rundt rasjonell analyse av matkjedeinformasjon og dokumentasjon av epidemiologisk status hos dyr, samt in-line hurtigmetodikk og en tilstrekkelig fleksibilitet i regelverket som fører til åpning for innovasjon og nye tilnærminger. Et eksempel kan være å vurdere om det igjen vil være mulig å benytte slakteavfall og kjøttbenmel til husdyrfôr på en trygg måte.

Fisk og annen sjømat

På områder innen sjømat har Norge spesielle forutsetninger og et særlig ansvar som en av verdens største produsenter, distributør/eksportør og tilbyder av sjømat. Det er behov for økt matproduksjon og en stor andel av dette forventes å komme fra havet. Det er imidlertid tydelige mattrygghetsutfordringer i norsk sjømatnæring som også kan få konsekvenser utover Norges landegrensener. Dette gjelder særlig laks hvor det er tydelige utfordringer innen mattrygghet (*Listeria*), men også nye, potensielt raskt voksende matnæringer innen alger, tang og tare bør vies oppmerksomhet. Kontroll med bakterien *L. monocytogenes* anses som den største mattrygghetsutfordringen for laksenæringen og smitte via norskprodusert laks kan få store konsekvenser. Fokuset forskning gjennom flere år har gitt viktig kompetanse for økt kontroll av mikroben i både produksjonsmiljøer og fisk, men kunnskapshull er også avdekket. Dette gjelder kjennskap til smittekilder og øvrige drivere for *Listeria*-smitte i anlegg, smittenivå av *Listeria* på laksen og effekten av nyere teknologier i både produksjonsmiljøet og fisken for å hemme bakterievekst eller drepe *Listeria* på laksen. Noen av disse kunnskapshullene er også tidligere blitt formidlet i VKM-rapporten '*Listeria monocytogenes* - vurdering av helse råd til gravide og andre utsatte grupper' (Anon., 2018).

Melk

Bakteriell kontaminasjon av meieriprodukter er problematisk for meieriindustrien ettersom dette er en viktig faktor for produktenes holdbarhet, kvalitet og mattrygghet. For å redusere svinn etterlyser meieriindustrien tilstrekkelig følsomme metoder for å avsløre uønskede mikroorganismer i hele verdikjeden, fra råvarer til produkt. Metodene må gi raske svar sånn at de kan brukes og gi svar under prosessen. Det er også behov for bedre modellbaserte prediksjonsmetoder i forhold til kvalitet, holdbarhet og mattrygghet. Det lanseres nye og mer bærekraftige, ikke oljebaserte, emballasjer og meieriindustrien trenger mer kunnskap om hvilken betydning disse kan ha for mattrygghet, kvalitet og holdbarhet hos meieriprodukter. Meieriindustrien peker også på at det er lite kunnskap om bruken av plast i melkeutstyr og rørledninger, og om dette kan føre til at det frigjøres helseskadelige stoffer til produktene. Det er også uklart om Mattilsynets overvåkningsprogram for reststoffer (tungmetaller, muggtoksiner eller miljøgifter) i næringsmiddel er tilstrekkelig og representativt nok for å sikre at konsumenten ikke blir eksponert for skadelige stoffer.

Vann

Det omfattende vannbårne Askøy-utbruddet av campylobacteriose sommeren 2019 satte fokus på drikkevann som kilde til infeksjonssykdommer, og ga dette tema ny aktualitet. Ser vi på oversikten over hvordan de ulike prosjektene er fordelt på ulike produksjonskjeder, ser vi at det er relativt lite midler som er allokert til vannbårne infeksjoner, inkludert forekomst av vannbårne patogener. Det har i perioden ikke vært noe program i Norges forskningsråd som har vært naturlig adressat for søknader med fokus på drikkevannskvalitet- og trygghet. Vanningsvann er på den annen side en type vann som inngår direkte i produksjon av potensielle risikoprodukter som frukt og grønnsaker. Betydningen av vanningsvann med dårlig mikrobiologisk status og tiltak som kan bidra til frukt og grønt med økt mattrygghet har hatt begrenset forskningsfokus. På tilsvarende måte som for drikkevann har det heller ikke for dette området vært naturlige program-adressater i Norges forskningsråd. Norske forskere har imidlertid deltatt i noen internasjonale prosjekter. Det har heller ikke vært fokusert på risiko for tilførsel/resirkulering av fremmedstoffer i dyrkingssystemet gjennom vanningsvann. Dette er en problemstilling som krever økt oppmerksomhet i og med et økt bruk av kretsløpsteknologi i den sirkulære økonomien.

Vedlegg 1: Referanser

- Abel, N., Rotabakk, B. T., & Lerfall, J. (2019). Effect of heat treatment and packaging technology on the microbial load of lightly processed seafood. *Lwt-Food Science and Technology*, *101*, 123-129.
- Alexander, J., Andersen, L. F., Asare, N. Y. O., Basic, D., Elvevoll, E. O., Grahek-Ogden, D., . . . Krogdahl, Å. (2018). Kunnskapsbehov av betydning for mattrygghet og beskyttelse av miljøet. Oppsummering fra VKMs vitenskapelige uttalelser i perioden 2016-2017. *VKM report*.
- Ali, A. M., Ronning, H. T., Sydnes, L. K., Alarif, W. M., Kallenborn, R., & Al-Lihaibi, S. S. (2018). Detection of PPCPs in marine organisms from contaminated coastal waters of the Saudi Red Sea. *Science of the Total Environment*, *621*, 654-662.
- Alvarez-Ordóñez, A., Alvseike, O., Omer, M. K., Heir, E., Axelsson, L., Holck, A., & Prieto, M. (2013). Heterogeneity in resistance to food-related stresses and biofilm formation ability among verocytotoxigenic *Escherichia coli* strains. *Int J Food Microbiol*, *161*(3), 220-230.
- Alvseike, O., Prieto, M., Torkveen, K., Ruud, C., & Nesbakken, T. (2018). Meat inspection and hygiene in a Meat Factory Cell - An alternative concept. *Food Control*, *90*, 32-39.
- Andersen, C. (2014). Faren fremfor varen-eller varen fremfor faren? En organisasjonsteoretisk analyse av mat-og helsesektorens utforming av kostholdsråd. *Masteroppgave, Inst. for statsvitenskap, UiO*.
- Animalia, NHO Mat og landbruk, Nortura, & KLF. (2015). Tematiske prioriteringer for forskning i kjøtt- og eggbransjen. *Rapport*.
- Anon. (2014). Internasjonalt arbeid på områdene mattrygghet, forbrukerhensyn, innsatsvarer, dyre-og fiskehelse, dyrevelferd, plantehelse og kosmetikk. *Helse- og omsorgsdepartementet, Landbruks- og matdepartementet, Nærings- og fiskeridepartementet*.
- Anon. (2018). *Listeria monocytogenes* - vurdering av helse råd til gravide og andre utsatte grupper. *VKM rapport*, *13*.
- Asli, L. A., Olsen, A., Braaten, T., Lund, E., & Skeie, G. (2017). Potato Consumption and Risk of Colorectal Cancer in the Norwegian Women and Cancer Cohort. *Nutrition and Cancer-an International Journal*, *69*(4), 564-572.
- Ates, M. B. R., T. M.; Skipnes, D.; Lekang, O. I. (2016). Modeling of *Listeria monocytogenes* inactivation by combined high-pressure and mild-temperature treatments in model soup. *European Food Research and Technology*, *242*(2), 279-287.
- Ates, M. B. R., T. M.; Skipnes, D.; Lekang, O. I. (2017). Survival of sublethally injured *Listeria* in model soup after nonisothermal heat and high-pressure treatments. *European Food Research and Technology*, *243*(6), 1083-1090.
- Bang, H. P. H. (2013). Hvordan sikres redelige opplysninger om maten vår? *Lov og Rett*, *52*(7), 451-467.
- Barre, L., Skjerdal, T., Brasseyr, B., Papageorgiou, G. T., Odiatou, E. M., Bulawova, H., . . . Besse, N. G. (2018). Comparison of four sensitive methods for the enumeration of *Listeria monocytogenes* in naturally contaminated food matrices. *Euroreference. In press*.
- Batz, M. B., Hoffmann, S., & Morris, J. G. J. (2011). Ranking the risks: The 10 pathogen-food combinations with the greatest burden on public health. *Report, Emerging Pathogens Institute, University of Florida, USA*, 1-68.
- Bazzani, C., Gustavsen, G. W., Nayga, R. M., & Rickertsen, K. (2018). A comparative study of food values between the United States and Norway. *European Review of Agricultural Economics*, *45*(2), 239-272. doi:10.1093/erae/jbx033
- Belda-Galbis, C. M., Leufven, A., Martinez, A., & Rodrigo, D. (2014). Predictive microbiology quantification of the antimicrobial effect of carvacrol. *Journal of Food Engineering*, *141*, 37-43.
- Belda-Galbis, C. M., Pina-Perez, M. C., Leufven, A., Martinez, A., & Rodrigo, D. (2013). Impact assessment of carvacrol and citral effect on *Escherichia coli* K12 and *Listeria innocua* growth. *Food Control*, *33*(2), 536-544.
- Belghit, I., Rasinger, J. D., Heesch, S., Biancarosa, I., Liland, N., Torstensen, B., . . . Bruckner, C. G. (2017). In-depth metabolic profiling of marine macroalgae confirms strong biochemical differences between brown, red and green algae. *Algal Research-Biomass Biofuels and Bioproducts*, *26*, 240-249. doi:10.1016/j.algal.2017.08.001
- Berg, E. S., Wester, A. L., Ahrenfeldt, J., Mo, S. S., Slettemeas, J. S., Steinbakk, M., . . . Sunde, M. (2017). Norwegian patients and retail chicken meat share cephalosporin-resistant *Escherichia coli* and IncK/bla(CMY-2) resistance plasmids. *Clinical Microbiology and Infection*, *23*(6), 7. doi:10.1016/j.cmi.2016.12.035
- Berntssen, M. H. G., Hoogenveen, R., Bernhard, A., Lundebye, A. K., Ornsrud, R., & Zeilmaker, M. J. Modelling of the feed-to-fillet transfer of ethoxyquin and one of its main metabolites, ethoxyquin dimer, to the fillet of farmed Atlantic salmon (Salmon salar L.). *Food Additives and Contaminants Part a-Chemistry Analysis Control Exposure & Risk Assessment*, *13*.
- Biancarosa, I., Belghit, I., Bruckner, C. G., Liland, N. S., Waagbo, R., Amlund, H., . . . Lock, E. J. (2018). Chemical characterization of 21 species of marine macroalgae common in Norwegian waters: benefits of and limitations to their potential use in food and feed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *98*(5), 2035-2042.
- Bjerke, G. A., Rudi, K., Avershina, E., Moen, B., Blom, H., & Axelsson, L. (2019). Exploring the Brine Microbiota of a Traditional Norwegian Fermented Fish Product (Rakfisk) from Six Different Producers during Two Consecutive Seasonal Productions. *Foods*, *8*(2), 19.
- Blikra, M. J., Lovdal, T., Vaka, M. R., Roiha, I. S., Lunestad, B. T., Lindseth, C., & Skipnes, D. (2019). Assessment of food quality and microbial safety of brown macroalgae (*Alaria esculenta* and *Saccharina latissima*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *99*(3), 1198-1206.

- Borch-Pedersen, K. M., H.; Reineke, K.; Boysen, P.; Sevenich, R.; Lindback, T.; Aspholm, M. (2017). Effects of High Pressure on *Bacillus licheniformis* Spore Germination and Inactivation. *Appl Environ Microbiol*, *83*(14), 13.
- Borda, D., Thomas, M. R., Langsrud, S., Rychli, K., Jordan, K., van der Roest, J., & Nicolau, A. I. (2014). Food safety practices in European TV cooking shows. *British Food Journal*, *116*(10), 1652-1666. doi:10.1108/bfj-12-2013-0367
- Brandal, L. T., Wester, A. L., Lange, H., Lobersli, I., Lindstedt, B. A., Vold, L., & Kapperud, G. (2015). Shiga toxin-producing *Escherichia coli* infections in Norway, 1992-2012: characterization of isolates and identification of risk factors for haemolytic uremic syndrome. *Bmc Infectious Diseases*, *15*.
- Callan, A. C., Hinwood, A. L., Heffernan, A., Eaglesham, G., Mueller, J., & Odland, J. O. (2013). Urinary bisphenol A concentrations in pregnant women. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, *216*(6), 641-644.
- Christensen, B. E., Strand, S. P., Basset, C., Kristiansen, K. A., Ulset, A. S. T., Ballance, S., & Granum, P. E. (2018). Macromolecular acidic coating increases shelf life by inhibition of bacterial growth. *International Journal of Food Microbiology*, *285*, 136-143.
- De Cesare, A., Vitali, S., Tessema, G. T., Trevisani, M., Fagereng, T. M., Beaufort, A., . . . Skjerdal, T. (2018). Modelling the growth kinetics of *Listeria monocytogenes* in pasta salads at different storage temperatures and packaging conditions. *Food Microbiology*, *76*, 154-163.
- Dostanic, E. (2015). Farlige forbindelser! - Konstruksjon av bakteriologiske forbindelser i Norge, 1980 til 2003. *Det humanistiske fakultet, NTNU*.
- Duarte-Salles, T., Mendez, M. A., Meltzer, H. M., Alexander, J., & Haugen, M. (2013). Dietary benzo(a)pyrene intake during pregnancy and birth weight: Associations modified by vitamin C intakes in the Norwegian Mother and Child Cohort Study (MoBa). *Environment International*, *60*, 217-223.
- Eckner, K. F., Hogasen, H. R., Begum, M., Okland, M., Cudjoe, K. S., & Johannessen, G. S. (2015). Survival of *Salmonella* on Basil Plants and in Pesto. *Journal of Food Protection*, *78*(2), 402-406. doi:10.4315/0362-028x.Jfp-14-321
- EFSA. (2018a). Risk for animal and human health related to the presence of dioxins and dioxin-like PCBs in feed and food. *EFSA Journal*, *16*(11).
- EFSA. (2018b). Scientific opinion on the *Listeria monocytogenes* contamination of ready-to-eat food and the risk for human health in the EU. *EFSA Journal*, *2018:16(1)5134*.
- EFSA. (2019). Food Safety Regulatory Research Needs 2030. *EFSA Journal*, *17*(7).
- Einoder-Moreno, M., Lange, H., Grepp, M., Osborg, E., Vainio, K., & Vold, L. (2016). Non-heat-treated frozen raspberries the most likely vehicle of a norovirus outbreak in Oslo, Norway, November 2013. *Epidemiology and Infection*, *144*(13), 2765-2772.
- Elias, A., Roasto, M., Reinik, M., Nelis, K., Nurk, E., & Elias, T. (2017). Acrylamide in commercial foods and intake by infants in Estonia. *Food Additives and Contaminants Part a-Chemistry Analysis Control Exposure & Risk Assessment*, *34*(11), 1875-1884.
- Elias, S. D., Tomasco, P. V., Alvarenga, V. O., Sant'Ana, A. D., & Tondo, E. C. (2015). Contributor factors for the occurrence of salmonellosis during preparation, storage and consumption of homemade mayonnaise salad. *Food Research International*, *78*, 266-273.
- Elvestad, C. (2014). Bedre markedsgang. Nye utfordringer, nye løsninger i handelspolitikken. *PhD avhandling. Universitetet i Tromsø*.
- Elvestad, C. (2017). WTO-notifikasjoner som forebygging av handelshindringer på sjømatområdet? SPS-og TBT-notifikasjoner: overvåking og oppfølging i Norge, Chile og Canada. *FoU Rapport, Nord Universitet*.
- Fagerlund, A., Langsrud, S., Schirmer, B. C. T., Moretro, T., & Heir, E. (2016). Genome Analysis of *Listeria monocytogenes* Sequence Type 8 Strains Persisting in Salmon and Poultry Processing Environments and Comparison with Related Strains. *PLoS One*, *11*(3), 22.
- Felicio, M., Hald, T., Liebana, E., Allende, A., Hugas, M., Nguyen-The, C., . . . McLauchlin, J. (2015). Risk ranking of pathogens in ready-to-eat unprocessed foods of non-animal origin (FoNAO) in the EU: Initial evaluation using outbreak data (2007-2011). *Int J Food Microbiol*, *195*, 9-19.
- Ferrari, P., Freisling, H., Duell, E. J., Kaaks, R., Lujan-Barroso, L., Clavel-Chapelon, F., . . . Slimani, N. (2013). Challenges in estimating the validity of dietary acrylamide measurements. *European Journal of Nutrition*, *52*(5), 1503-1512.
- Ferreira, A. R. V., Haapanen, J., Makela, J. M., Bratvold, J. E., Nilsen, O., Tuominen, M., . . . Coelho, I. M. (2017). Comparison of different coating techniques on the properties of FucoPol films. *International Journal of Biological Macromolecules*, *103*, 268-274.
- Franssen, F. G. C., Cozma-Petrut, A., Vieira-Pinto, M., Jambak, A. R., Rowan, N., Paulsen, P., Rozycki, M., Tysnes, K., Rodriguez-Lazaro, D., Robertson, L. (2019). Inactivation of parasite transmission stages: Efficacy of treatments on food of animal origin. *Trends in Food Science & Technology*, *83*, 114-128.
- Franz, E., Delaquis, P., Morabito, S., Beutin, L., Gobijs, K., Rasko, D. A., . . . Strachan, N. J. C. (2014). Exploiting the explosion of information associated with whole genome sequencing to tackle Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) in global food production systems. *International Journal of Food Microbiology*, *187*, 57-72.

- Freisling, H., Moskal, A., Ferrari, P., Nicolas, G., Knaze, V., Clavel-Chapelon, F., . . . Slimani, N. (2013). Dietary acrylamide intake of adults in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition differs greatly according to geographical region. *European Journal of Nutrition*, *52*(4), 1369-1380.
- Gabrielsen, C., Brede, D. A., Nes, I. F., & Diep, D. B. (2014). Circular Bacteriocins: Biosynthesis and Mode of Action. *Appl Environ Microbiol*, *80*(22), 6854-6862.
- Gaspar, R., Luis, S., Seibt, B., Lima, M. L., Marcu, A., Rutsaert, P., . . . Barnett, J. (2016). Consumers' avoidance of information on red meat risks: information exposure effects on attitudes and perceived knowledge. *Journal of Risk Research*, *19*(4), 533-549.
- Gismervik, K., Aspholm, M., Rorvik, L. M., Bruheim, T., Andersen, A., & Skaar, I. (2015). Invading slugs (*Arion vulgaris*) can be vectors for *Listeria monocytogenes*. *J Appl Microbiol*, *118*(4), 809-816. doi:10.1111/jam.12750
- Gutzkow, K. B., Duale, N., Danielsen, T., Von Stedingk, H., Shahzadi, S., Instanes, C., . . . Lindeman, B. (2016). Enhanced susceptibility of obese mice to glycidamide-induced sperm chromatin damage without increased oxidative stress. *Andrology*, *4*(6), 1092-1114.
- Guzman-Herrador, B., Jensvoll, L., Einoder-Moreno, M., Lange, H., Myking, S., Nygard, K., . . . Vold, L. (2014). Ongoing hepatitis A outbreak in Europe 2013 to 2014: imported berry mix cake suspected to be the source of infection in Norway. *Eurosurveillance*, *19*(15), 2-5.
- Guzman-Herrador, B., Vold, L., Berg, T., Berglund, T. M., Heier, B., Kapperud, G., . . . Nygard, K. (2016). The national web-based outbreak rapid alert system in Norway: eight years of experience, 2006-2013. *Epidemiology and Infection*, *144*(1), 215-224.
- Guzman-Herrador, B. R., Nilsen, E., Cudjoe, K. S., Jensvoll, L., Kvamme, J. M., Aanstad, A. L., . . . Vold, L. (2013). A *Shigella sonnei* outbreak traced to imported basil - the importance of good typing tools and produce traceability systems, Norway, 2011. *Eurosurveillance*, *18*(49), 15-21.
- Guzman-Herrador, B. R., Panning, M., Stene-Johansen, K., Borgen, K., Einoder-Moreno, M., Huzly, D., . . . Vold, L. (2015). Importance of molecular typing in confirmation of the source of a national hepatitis A virus outbreak in Norway and the detection of a related cluster in Germany. *Archives of Virology*, *160*(11), 2823-2826.
- Hageskal, G., Tryland, I., Liltved, H., & Skaar, I. (2012). No simple solution to waterborne fungi: various responses to water disinfection methods. *Water Science and Technology-Water Supply*, *12*(2), 220-226.
- Hallanvuori, S., Herranen, M., Jaakkonen, A., Nummela, M., Ranta, J., Botteldoorn, N., . . . Interlab Study, G. (2019). Validation of EN ISO method 10273-Detection of pathogenic *Yersinia enterocolitica* in foods. *Int J Food Microbiol*, *288*, 66-74.
- Hansen, S. H., Pawlowski, A. J., Kronberg, L., Gutzkow, K. B., Olsen, A. K., & Brunborg, G. (2018). Using the comet assay and lysis conditions to characterize DNA lesions from the acrylamide metabolite glycidamide. *Mutagenesis*, *33*(1), 31-39.
- Hauge, S. J., Nafstad, O., Rotterud, O. J., & Nesbakken, T. (2012). The hygienic impact of categorisation of cattle by hide cleanliness in the abattoir. *Food Control*, *27*(1), 100-107.
- Hauge, S. J., Nesbakken, T., Moen, B., Rotterud, O. J., Dommersnes, S., Nesteng, O., . . . Alvseike, O. (2015). The significance of clean and dirty animals for bacterial dynamics along the beef chain. *Int J Food Microbiol*, *214*, 70-76.
- Heir, E., Holck, A. L., Omer, M. K., Alvseike, O., Mage, I., Hoy, M., . . . Axelsson, L. (2013). Effects of post-processing treatments on sensory quality and Shiga toxin-producing *Escherichia coli* reductions in dry-fermented sausages. *Meat Science*, *94*(1), 47-54.
- Heir, E., Liland, K. H., Carlehog, M., & Hoick, A. L. (2019). Reduction and inhibition of *Listeria monocytogenes* in cold-smoked salmon by Verdad N6, a buffered vinegar fermentate, and UV-C treatments. *International Journal of Food Microbiology*, *291*, 48-58.
- Helgerud, T., Knutsen, S. H., Afseth, N. K., Stene, K. F., Rukke, E. O., & Ballance, S. (2016). Evaluation of Hand-Held Instruments for Representative Determination of Glucose in Potatoes. *Potato Research*, *59*(2), 99-112.
- Herrador, B. G., Arnesen, T. M., Berg, T., Bjørnholt, J. V., Elstrøm, P., Kacelnik, O., . . . Nygard, K. (2014). *Årsrapport • Utbrudd av smittsomme sykdommer i Norge 2013*. (ISSN: 1894-9207). Norwegian Institute of Public Health
- Herrador, B. G., Bentele, H., Thale, C. B., Bjørnholt, J. V., Bruun, T., Elstrøm, P., . . . Nygard, K. (2013). *Årsrapport • Utbrudd av smittsomme sykdommer i Norge 2012*. (ISBN: 978-82-8082-576-6). Norwegian Institute of Public Health
- Herrador, B. G., Berg, T., Arnesen, T., Brandal, L. C. T., Kacelnik, O., Kapperud, G., . . . Nygard, K. (2017). *Årsrapport • Utbrudd av smittsomme sykdommer i Norge 2016*. (ISSN: 1894-9207). Norwegian Institute of Public Health
- Herrador, B. G., Berg, T., Bjørnholt, J. V., Elstrøm, P., Kacelnik, O., Kapperud, G., . . . Nygard, K. (2015). *Årsrapport • Utbrudd av smittsomme sykdommer i Norge 2014*. (ISSN: 1894-9207). Norwegian Institute of Public Health
- Herrador, B. G., Berg, T., Borgen, K., Kacelnik, O., Kapperud, G., Tønnessen, R., . . . Nygard, K. (2016). *Årsrapport • Utbrudd av smittsomme sykdommer i Norge 2015*. (ISSN: 1894-9207). Norwegian Institute of Public Health
- Herrador, B. G., de Blasio, B. F., Carlander, A., Ethelberg, S., Hygen, H. O., Kuusi, M., . . . Nygard, K. (2016). Association between heavy precipitation events and waterborne outbreaks in four Nordic countries, 1992-2012. *Journal of Water and Health*, *14*(6), 1019-1027.

- Hoel, S., Mehli, L., Bruheim, T., Vadstein, O., & Jakobsen, A. N. (2015). Assessment of Microbiological Quality of Retail Fresh Sushi from Selected Sources in Norway. *J Food Prot*, 78(5), 977-982.
- Hoel, S., Vadstein, O., & Jakobsen, A. N. (2018). Growth of mesophilic *Aeromonas salmonicida* in an experimental model of nigiri sushi during cold storage. *International Journal of Food Microbiology*, 285, 1-6.
- Hoel, S., Vadstein, O., & Jakobsen, A. N. (2019). The Significance of Mesophilic *Aeromonas* spp. in Minimally Processed Ready-to-Eat Seafood. *Microorganisms*, 7(3), 25.
- Hoie, A. H., Monien, B. H., Glatt, H., Hjertholm, H., & Husoy, T. (2016). DNA adducts induced by food mutagen PhIP in a mouse model expressing human sulfotransferases 1A1 and 1A2. *Toxicology Letters*, 248, 34-38.
- Hoie, A. H., Monien, B. H., Sakhi, A. K., Glatt, H., Hjertholm, H., & Husoy, T. (2015). Formation of DNA adducts in wild-type and transgenic mice expressing human sulfotransferases 1A1 and 1A2 after oral exposure to furfuryl alcohol. *Mutagenesis*, 30(5), 643-649.
- Holck, A., Axelsson, L., McLeod, A., Rode, T. M., & Heir, E. (2017). Health and Safety Considerations of Fermented Sausages. *Journal of Food Quality*, 25.
- Holck, A., Liland, K. H., Carlehog, M., & Heir, E. (2018). Reductions of *Listeria monocytogenes* on cold-smoked and raw salmon fillets by UV-C and pulsed UV light. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 50, 1-10.
- Holmoy, T., von der Lippe, H., & Leegaard, T. M. (2017). *Listeria monocytogenes* infection associated with alemtuzumab - a case for better preventive strategies. *Bmc Neurology*, 17, 4.
- Hovig, F. W., Jensen, F. S., & Kirkevold, H. R. (2019). Videreutvikling av et undervisningsopplegg i mat-og helsefaget basert på Fagfornyelsen 2020. *Bacheloroppgave, Institutt for bioteknologi og matvitenskap, NTNU*.
- Huffman, M. P., Hoie, A. H., Svendsen, C., Brunborg, G., Murkovic, M., Glatt, H., & Husoy, T. (2016). An in vitro study on the genotoxic effect of substituted furans in cells transfected with human metabolizing enzymes: 2,5-dimethylfuran and furfuryl alcohol. *Mutagenesis*, 31(5), 597-602.
- Ivanova, L., Sahlstrom, S., Rud, I., Uhlig, S., Faeste, C. K., Eriksen, G. S., & Divon, H. H. (2017). Effect of primary processing on the distribution of free and modified *Fusarium* mycotoxins in naturally contaminated oats. *World Mycotoxin Journal*, 10(1), 73-88.
- Iversen, H., L'Abée-Lund, T. M., Aspholm, M., Arnesen, L. P. S., & Lindback, T. (2015). Commensal *E. coli* Stx2 lysogens produce high levels of phages after spontaneous prophage induction. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 5, 10.
- Jimenez, G., Urdiain, M., Cifuentes, A., Lopez-Lopez, A., Blanch, A. R., Tamames, J., . . . Rossello-Mora, R. (2013). Description of *Bacillus toyonensis* sp nov., a novel species of the *Bacillus cereus* group, and pairwise genome comparisons of the species of the group by means of ANI calculations. *Systematic and Applied Microbiology*, 36(6), 383-391.
- Johansen, O. H., Hanevik, K., Thrana, F., Carlson, A., Stachurska-Hagen, T., Skaare, D., & Robertson, L. J. (2015). Symptomatic and asymptomatic secondary transmission of *Cryptosporidium parvum* following two related outbreaks in schoolchildren. *Epidemiology and Infection*, 143(8), 1702-1709.
- Jonsson, M. E., Chriel, M., Norstrom, M., & Hofshagen, M. (2012). Effect of climate and farm environment on *Campylobacter* spp. colonisation in Norwegian broiler flocks. *Preventive Veterinary Medicine*, 107(1-2), 95-104.
- Jordan, K., Dalmasso, M., Zentek, J., Mader, A., Bruggeman, G., Wallace, J., . . . Malakauskas, M. (2014). Microbes versus microbes: control of pathogens in the food chain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(15), 3079-3089.
- Kadawathagedara, M., Botton, J., de Lauzon-Guillain, B., Meltzer, H. M., Alexander, J., Brantsaeter, A. L., . . . Papadopoulou, E. (2018). Dietary acrylamide intake during pregnancy and postnatal growth and obesity: Results from the Norwegian Mother and Child Cohort Study (MoBa). *Environment International*, 113, 325-334.
- Kashala-Abotnes, E., Okitundu, D., Mumba, D., Boivin, M. J., Tylleskar, T., & Tshala-Katumbay, D. (2019). Konzo: a distinct neurological disease associated with food (cassava) cyanogenic poisoning. *Brain Research Bulletin*, 145, 87-91.
- Kaspersen, H., Urdahl, A. M., Simm, R., Slette-meas, J. S., Lagesen, K., & Norstrom, M. (2018). Occurrence of quinolone resistant *E. coli* originating from different animal species in Norway. *Vet Microbiol*, 217, 25-31.
- Kure, C. F., Axelsson, L., Carlehog, M., Mage, I., Jensen, M. R., & Holck, A. (2019). The effects of a pilot-scale steam decontamination system on the hygiene and sensory quality of chicken carcasses. *Food Control*, in press.
- Kure, C. F., & Skaar, I. (2019). The fungal problem in cheese industry. *Current Opinion in Food Science*, 29, 14-19.
- Kvaerner, J., Eklo, O. M., Solbakken, E., Solberg, I., & Sorknes, S. (2014). An integrated approach for assessing influence of agricultural activities on pesticides in a shallow aquifer in south-eastern Norway. *Science of the Total Environment*, 499, 520-532.
- Kvitsand, H. M. L., Myrnel, M., Fiksdal, L., & Osterhus, S. W. (2017). Evaluation of bank filtration as a pretreatment method for the provision of hygienically safe drinking water in Norway: results from monitoring at two full-scale sites. *Hydrogeology Journal*, 25(5), 1257-1269.
- L'Abée-Lund, T. M., Jorgensen, H. J., O'Sullivan, K., Bohlin, J., Ligard, G., Granum, P. E., & Lindback, T. (2012). The Highly Virulent 2006 Norwegian EHEC O103:H25 Outbreak Strain Is Related to the 2011 German O104:H4 Outbreak Strain. *Plos One*, 7(3), 11.
- Langsrud, S., Heir, E., & Rode, T. M. (2014). Survival of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* and Stx bacteriophages in moisture enhanced beef. *Meat Science*, 97(3), 339-346.

- Lerfall, J., & Osterlie, M. (2013). The use of sodium nitrite in cold-smoke processing of farmed Atlantic salmon - effect on storage stability. *International Journal of Food Science and Technology*, 48(9), 1985-1990. doi:10.1111/ijfs.12168
- Lorentzen, G., Breiland, M. S. W., Cooper, M., & Herland, H. (2012). Viability of *Listeria monocytogenes* in an experimental model of nigiri sushi of halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) and salmon (*Salmo salar*). *Food Control*, 25(1), 245-248.
- Lorentzen, G., Breiland, M. S. W., Ostli, J., Wang-Andersen, J., & Olsen, R. L. (2015). Growth of halophilic microorganisms and histamine content in dried salt-cured cod (*Gadus morhua* L.) stored at elevated temperature. *Lwt-Food Science and Technology*, 60(1), 598-602.
- Lovdal, T. (2015). The microbiology of cold smoked salmon. *Food Control*, 54, 360-373. doi:10.1016/j.foodcont.2015.02.025
- Lunestad, B. T., Grevskott, D. H., Roiha, I. S., & Svanevik, C. S. (2018). Microbiota of lutefisk, a Nordic traditional cod dish with a high pH. *Food Control*, 90, 312-316.
- Lunestad, B. T., Maage, A., Roiha, I. S., Myrmet, M., Svanevik, C. S., & Duinker, A. (2016). An Outbreak of Norovirus Infection from Shellfish Soup Due to Unforeseen Insufficient Heating During Preparation. *Food Environ Virol*, 8(4), 231-234.
- Lyngstad, T. M., MacDonald, E., Berg, T., Brandal, L. C. T., Kacelnik, O., Lange, H., . . . Nygard, K. (2019). *Årsrapport • Utbrudd av smittsomme sykdommer i Norge 2018*. (ISSN: 1894-9207). Norwegian Institute of Public Health
- MacDonald, E., Berg, T., Brandal, L. C. T., Kacelnik, O., Kapperud, G., Lange, H., . . . Nygard, K. (2018). *Årsrapport • Utbrudd av smittsomme sykdommer i Norge 2017*. (ISSN: 1894-9207). Norwegian Institute of Public Health
- MacDonald, E., Einoder-Moreno, M., Borgen, K., Brandal, L. T., Diab, L., Fossli, O., . . . Nygard, K. (2016). National outbreak of *Yersinia enterocolitica* infections in military and civilian populations associated with consumption of mixed salad, Norway, 2014. *Eurosurveillance*, 21(34), 11-19.
- MacDonald, E., Heier, B. T., Nygard, K., Stalheim, T., Cudjoe, K. S., Skjerdal, T., . . . Vold, L. (2012). *Yersinia enterocolitica* Outbreak Associated with Ready-to-Eat Salad Mix, Norway, 2011. *Emerging Infectious Diseases*, 18(9), 1496-1499.
- MacDonald, E., Moller, K. E., Wester, A. L., Dahle, U. R., Hermansen, N. O., Jennum, P. A., . . . Vold, L. (2015). An outbreak of enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC) infection in Norway, 2012: a reminder to consider uncommon pathogens in outbreaks involving imported products. *Epidemiology and Infection*, 143(3), 486-493.
- MacDonald, E., White, R., Mexia, R., Bruun, T., Kapperud, G., Lange, H., . . . Vold, L. (2015). Risk Factors for Sporadic Domestically Acquired *Campylobacter* Infections in Norway 2010-2011: A National Prospective Case-Control Study. *Plos One*, 10(10), 17.
- Maehre, H. K., Malde, M. K., Eilertsen, K. E., & Elvevoll, E. O. (2014). Characterization of protein, lipid and mineral contents in common Norwegian seaweeds and evaluation of their potential as food and feed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(15), 3281-3290.
- McLeod, A., Liland, K. H., Haugen, J. E., Sorheim, O., Myhrer, K. S., & Holck, A. L. (2018). Chicken fillets subjected to UV-C and pulsed UV light: Reduction of pathogenic and spoilage bacteria, and changes in sensory quality. *Journal of Food Safety*, 38(1), 15.
- McLeod, A., Mage, I., Heir, E., Axelsson, L., & Holck, A. L. (2016). Effect of relevant environmental stresses on survival of enterohemorrhagic *Escherichia coli* in dry-fermented sausage. *Int J Food Microbiol*, 229, 15-23.
- Medin, H. (2019). Trade barriers or trade facilitators? The heterogeneous impact of food standards in international trade. *World Economy*, 42(4), 1057-1076.
- Mehli, L., Hoel, S., Thomassen, G. M. B., Jakobsen, A. N., & Karlsen, H. (2017). The prevalence, genetic diversity and antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* in milk, whey, and cheese from artisan farm dairies. *International Dairy Journal*, 65, 20-27.
- Meyn, T., Leiknes, T. O., & Konig, A. (2012). MS2 removal from high NOM content surface water by coagulation - ceramic microfiltration, for potable water production. *Aiche Journal*, 58(7), 2270-2281.
- Mo, S. S., Kristoffersen, A. B., Sunde, M., Nodtvedt, A., & Norstrom, M. (2016). Risk factors for occurrence of cephalosporin-resistant *Escherichia coli* in Norwegian broiler flocks. *Preventive Veterinary Medicine*, 130, 112-118.
- Mo, S. S., Slette-meas, J. S., Berg, E. S., Norstrom, M., & Sunde, M. (2016). Plasmid and Host Strain Characteristics of *Escherichia coli* Resistant to Extended-Spectrum Cephalosporins in the Norwegian Broiler Production. *PLoS One*, 11(4), 14.
- Mo, S. S., Sunde, M., Ilag, H. K., Langsrud, S., & Heir, E. (2017). Transfer Potential of Plasmids Conferring Extended-Spectrum-Cephalosporin Resistance in *Escherichia coli* from Poultry. *Appl Environ Microbiol*, 83(12), 11.
- Moen, B., Rudi, K., Bore, E., & Langsrud, S. (2012). Subminimal Inhibitory Concentrations of the Disinfectant Benzalkonium Chloride Select for a Tolerant Subpopulation of *Escherichia coli* with Inheritable Characteristics. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(4), 4101-4123.
- Mohammed, H., & Seidu, R. (2019). Climate-driven QMRA model for selected water supply systems in Norway accounting for raw water sources and treatment processes. *Science of the Total Environment*, 660, 306-320.
- Mohammed, H., Tveten, A. K., & Seidu, R. (2019). Modelling the impact of climate change on flow and *E. coli* concentration in the catchment of an ungauged drinking water source in Norway. *Journal of Hydrology*, 573, 676-687.
- Moretro, T., Heir, E., Nesse, L. L., Vestby, L. K., & Langsrud, S. (2012). Control of *Salmonella* in food related environments by chemical disinfection. *Food Research International*, 45(2), 532-544.

- Moretro, T., Hoiby-Pettersen, G. S., Halvorsen, C. K., & Langsrud, S. (2012). Antibacterial activity of cutting boards containing silver. *Food Control*, *28*(1), 118-121.
- Moretro, T., Schirmer, B. C. T., Heir, E., Fagerlund, A., Hjemli, P., & Langsrud, S. (2017). Tolerance to quaternary ammonium compound disinfectants may enhance growth of *Listeria monocytogenes* in the food industry. *Int J Food Microbiol*, *241*, 215-224.
- Nacher-Mestre, J., Ibanez, M., Serrano, R., Boix, C., Bijlsma, L., Lunestad, B. T., . . . Berntssen, M. H. G. (2016). Investigation of pharmaceuticals in processed animal by-products by liquid chromatography coupled to high-resolution mass spectrometry. *Chemosphere*, *154*, 231-239.
- Nacher-Mestre, J., Serrano, R., Beltran, E., Perez-Sanchez, J., Silva, J., Karalazos, V., . . . Berntssen, M. H. G. (2015). Occurrence and potential transfer of mycotoxins in gilthead sea bream and Atlantic salmon by use of novel alternative feed ingredients. *Chemosphere*, *128*, 314-320.
- Naess, H., Nyland, M., Hausken, T., Follestad, I., & Nyland, H. I. (2012). Chronic fatigue syndrome after *Giardia* enteritis: clinical characteristics, disability and long-term sickness absence. *Bmc Gastroenterology*, *12*, 7.
- Negreira, N., Regueiro, J., Valdernes, S., Berntssen, M. H. G., & Ornsrud, R. (2017). Comprehensive characterization of ethoxyquin transformation products in fish feed by traveling-wave ion mobility spectrometry coupled to quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, *965*, 72-82.
- Nesse, L. L., Sekse, C., Berg, K., Johannesen, K. C., Solheim, H., Vestby, L. K., & Urdaahl, A. M. (2014). Potentially pathogenic *Escherichia coli* can form a biofilm under conditions relevant to the food production chain. *Appl Environ Microbiol*, *80*(7), 2042-2049.
- Nilsen, V., Christensen, E., Myrmel, M., & Heistad, A. (2019). Spatio-temporal dynamics of virus and bacteria removal in dual-media contact-filtration for drinking water. *Water Res*, *156*, 9-22.
- Nilsen, V., & Wyller, J. (2016a). QMRA for Drinking Water: 1. Revisiting the Mathematical Structure of Single-Hit Dose-Response Models. *Risk Analysis*, *36*(1), 145-162.
- Nilsen, V., & Wyller, J. (2016b). QMRA for Drinking Water: 2. The Effect of Pathogen Clustering in Single-Hit Dose-Response Models. *Risk Analysis*, *36*(1), 163-181.
- Obon-Santacana, M., Kaaks, R., Slimani, N., Lujan-Barroso, L., Freisling, H., Ferrari, P., . . . Duell, E. J. (2014). Dietary intake of acrylamide and endometrial cancer risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition cohort. *British Journal of Cancer*, *111*(5), 987-997.
- Obon-Santacana, M., Lujan-Barroso, L., Travis, R. C., Freisling, H., Ferrari, P., Severi, G., . . . Duell, E. J. (2016). Acrylamide and Glycidamide Hemoglobin Adducts and Epithelial Ovarian Cancer: A Nested Case-Control Study in Nonsmoking Postmenopausal Women from the EPIC Cohort. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, *25*(1), 127-134.
- Obon-Santacana, M., Peeters, P. H. M., Freisling, H., Dossus, L., Clavel-Chapelon, F., Baglietto, L., . . . Duell, E. J. (2015). Dietary Intake of Acrylamide and Epithelial Ovarian Cancer Risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) Cohort. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, *24*(1), 291-297.
- Obon-Santacana, M., Slimani, N., Lujan-Barroso, L., Travier, N., Hallmans, G., Freisling, H., . . . Duell, E. J. (2013). Dietary intake of acrylamide and pancreatic cancer risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) cohort. *Annals of Oncology*, *24*(10), 2645-2651.
- Olsen, N. V., Rossvoll, E., Langsrud, S., & Scholderer, J. (2014). Hamburger hazards and emotions. *Appetite*, *78*, 95-101.
- Omer, M. K., Alvarez-Ordóñez, A., Prieto, M., Skjerve, E., Asehun, T., & Alvseike, O. A. (2018). A Systematic Review of Bacterial Foodborne Outbreaks Related to Red Meat and Meat Products. *Foodborne Pathog Dis*, *15*(10), 598-611.
- Omer, M. K., Hauge, S. J., Ostensvik, O., Moen, B., Alvseike, O., Rotterud, O. J., . . . Nesbakken, T. (2015). Effects of hygienic treatments during slaughtering on microbial dynamics and contamination of sheep meat. *Int J Food Microbiol*, *194*, 7-14.
- Ovchinnikov, K. V., Chi, H., Mehmeti, I., Holo, H., Nes, I. F., & Diep, D. B. (2016). Novel Group of Leaderless Multipetide Bacteriocins from Gram-Positive Bacteria. *Appl Environ Microbiol*, *82*(17), 5216-5224.
- Parr, C. L., Hjartaker, A., Lund, E., & Veierod, M. B. (2013). Meat intake, cooking methods and risk of proximal colon, distal colon and rectal cancer: The Norwegian Women and Cancer (NOWAC) cohort study. *International Journal of Cancer*, *133*(5), 1153-1163.
- Paschen-Eriksen, E.-K. (2014). Matpolitikk i Norge-fremdels norsk? En studie av norsk forvaltningsarbeid med politikktutvikling innenfor EØS. *Universitetet i Agder*.
- Paulsen, P. F., F.; Gerard, C.; La Carbona, S.; Robertson, L. J. (2019). Current status on the control of meatborne parasites in the food industry. *Fleischwirtschaft*, *99*(2), 96-99.
- Paulsen, Ø. (2013). Mattrygghet i moderne tid: Uærlighet, uavhengige eksperter og den undervurderte menneskelige faktoren. *Masteroppgave. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Det humanistiske fakultet*.
- Pedersen, M., von Stedingk, H., Botsivali, M., Agramunt, S., Alexander, J., Brunborg, G., . . . NewGeneris, C. (2012). Birth Weight, Head Circumference, and Prenatal Exposure to Acrylamide from Maternal Diet: The European Prospective Mother-Child Study (NewGeneris). *Environmental Health Perspectives*, *120*(12), 1739-1745.

- Perez-Rodriguez, F., Begum, M., & Johannessen, G. S. (2014). Study of the cross-contamination and survival of Salmonella in fresh apples. *Int J Food Microbiol*, *184*, 92-97.
- Peters, T., Bertrand, S., Bjorkman, J. T., Brandal, L. T., Brown, D. J., Erdosi, T., . . . de Pinna, E. (2017). Multi-laboratory validation study of multilocus variable number tandem repeat analysis (MLVA) for Salmonella enterica serovar Enteritidis, 2015. *Eurosurveillance*, *22*(9), 13-20.
- Pettersen, K. S., Skjerdal, T., Wasteson, Y., Lindback, T., Vegarud, G., Comi, I., & Aspholm, M. (2019). Survival of Listeria monocytogenes during in vitro gastrointestinal digestion after exposure to 5 and 0.5 % sodium chloride. *Food Microbiol*, *77*, 78-84.
- Petterson, S. R., & Stenstrom, T. A. (2015). Quantification of pathogen inactivation efficacy by free chlorine disinfection of drinking water for QMRA. *J Water Health*, *13*(3), 625-644.
- Philips, E. M., Jaddoe, V. W. V., Asimakopoulos, A. G., Kannan, K., Steegers, E. A. P., Santos, S., & Trasande, L. (2018). Bisphenol and phthalate concentrations and its determinants among pregnant women in a population-based cohort in the Netherlands, 2004-5. *Environmental Research*, *161*, 562-572.
- Pijnacker, R., Dallman, T. J., Tijmsma, A. S. L., Hawkins, G., Larkin, L., Kotila, S. M., . . . Int Outbreak Invest, T. (2019). An international outbreak of Salmonella enterica serotype Enteritidis linked to eggs from Poland: a microbiological and epidemiological study. *Lancet Infectious Diseases*, *19*(7), 778-786.
- Porcellato, D., Aspholm, M., Skeie, S. B., & Mellegard, H. (2019). Application of a novel amplicon-based sequencing approach reveals the diversity of the Bacillus cereus group in stored raw and pasteurized milk. *Food Microbiology*, *81*, 32-39.
- Porcellato, D., Aspholm, M., Skeie, S. B., Monshaugen, M., Brendehaug, J., & Mellegard, H. (2018). Microbial diversity of consumption milk during processing and storage. *Int J Food Microbiol*, *266*, 21-30.
- Portoles, T., Garlito, B., Nacher-Mestre, J., Berntssen, M. H. G., & Perez-Sanchez, J. (2017). Multi-class determination of undesirables in aquaculture samples by gas chromatography/tandem mass spectrometry with atmospheric pressure chemical ionization: A novel approach for polycyclic aromatic hydrocarbons. *Talanta*, *172*, 109-119.
- Portoles, T. I., M.; Garlito, B.; Nacher-Mestre, J.; Karalazos, V.; Silva, J.; Alm, M.; Serrano, R.; Perez-Sanchez, J.; Hernandez, F.; Berntssen, M. H. G. (2017). Comprehensive strategy for pesticide residue analysis through the production cycle of gilthead sea bream and Atlantic salmon. *Chemosphere*, *179*, 242-253.
- Quinto, E. J., Arinder, P., Axelsson, L., Heir, E., Holck, A., Lindqvist, R., . . . Pin, C. (2014). Predicting the Concentration of Verotoxin-Producing Escherichia coli Bacteria during Processing and Storage of Fermented Raw-Meat Sausages. *Appl Environ Microbiol*, *80*(9), 2715-2727.
- Rebolledo, J., Garvey, P., Ryan, A., O'Donnell, J., Cormican, M., Jackson, S., . . . McKeown, P. (2014). International outbreak investigation of Salmonella Heidelberg associated with in-flight catering. *Epidemiology and Infection*, *142*(4), 833-842.
- Ricci, A., Allende, A., Bolton, D. J., Chemaly, M., Davies, R., Fernandez Escamez, P. S., . . . Simmons, M. M. (2018). Updated quantitative risk assessment (QRA) of the BSE risk posed by processed animal protein (PAP). *EFSA Journal*, *16* (7).
- Richards, C., Bjørkhaug, H., Lawrence, G., & Hickman, E. (2013). Retailer-driven agricultural restructuring—Australia, the UK and Norway in comparison. *Agriculture and Human Values*, *30*(2), 235-245.
- Robertson, L. J., & Chalmers, R. M. (2013). Foodborne cryptosporidiosis: is there really more in Nordic countries? *Trends Parasitol*, *29*(1), 3-9.
- Robertson, L. J., Temesgen, T. T., Tysnes, K. R., & Eikas, J. E. (2019). An apple a day: an outbreak of cryptosporidiosis in Norway associated with self-pressed apple juice. *Epidemiol Infect*, *147*, 3
- Rode, T. M., Holck, A., Axelsson, L., Hoy, M., & Heir, E. (2012). Shiga toxigenic Escherichia coli show strain dependent reductions under dry-fermented sausage production and post-processing conditions. *International Journal of Food Microbiology*, *155*(3), 227-233.
- Rode, T. M., McLeod, A., Mage, I., Heir, E., Axelsson, L., & Holck, A. L. (2017). Survival of Five Strains of Shiga Toxigenic Escherichia coli in a Sausage Fermentation Model and Subsequent Sensitivity to Stress from Gastric Acid and Intestinal Fluid. *International Journal of Microbiology*, *2017*, 8.
- Rode, T. M. H., M. B.; Rotabakk, B. T. (2015). Favourable effects of soluble gas stabilisation and modified atmosphere for suppressing regrowth of high pressure treated Listeria innocua. *Food Control*, *51*, 108-113.
- Roiha, I. S., Tveit, G. M., Backi, C. J., Jonsson, A., Karlsdottir, M., & Lunestad, B. T. (2018). Effects of controlled thawing media temperatures on quality and safety of pre-rigor frozen Atlantic cod (Gadus morhua). *Lwt-Food Science and Technology*, *90*, 138-144.
- Roleda, M. Y., Marfaing, H., Desnica, N., Jonsdottir, R., Skjermo, J., Rebours, C., & Nitschke, U. (2019). Variations in polyphenol and heavy metal contents of wild-harvested and cultivated seaweed bulk biomass: Health risk assessment and implication for food applications. *Food Control*, *95*, 121-134.
- Rossvoll, E., Langsrud, S., Bloomfield, S., Moen, B., Heir, E., & Moretro, T. (2015). The effects of different hygiene procedures in reducing bacterial contamination in a model domestic kitchen. *Journal of Applied Microbiology*, *119*(2), 582-593.
- Rossvoll, E., Ronning, H. T., Granum, P. E., Moretro, T., Hjerpekkjon, M. R., & Langsrud, S. (2014). Toxin production and growth of pathogens subjected to temperature fluctuations simulating consumer handling of cold cuts. *Int J Food Microbiol*, *185*, 82-92.

- Rossvoll, E., Rotterud, O. J., Hauge, S. J., & Alvseike, O. (2018). A comparison of two evisceration methods on hygienic quality in the pelvic area of sheep carcasses. *Meat Science*, *137*, 134-138.
- Rossvoll, E., Sorheim, O., Heir, E., Moretro, T., Olsen, N. V., & Langsrud, S. (2014). Consumer preferences, internal color and reduction of shigatoxigenic *Escherichia coli* in cooked hamburgers. *Meat Science*, *96*(2), 695-703.
- Rossvoll, E. H., Lavik, R., Ueland, O., Jacobsen, E., Hagtvedt, T., & Langsrud, S. (2013). Food Safety Practices among Norwegian Consumers. *J Food Prot*, *76*(11), 1939-1947.
- Rossvoll, E. H., Ueland, O., Hagtvedt, T., Jacobsen, E., Lavik, R., & Langsrud, S. (2012). Application of Hazard Analysis and Critical Control Point Methodology and Risk-Based Grading to Consumer Food Safety Surveys. *J Food Prot*, *75*(9), 1673-1690.
- Rålm, P. C. (2013). Mat og industri 2013. Status og utvikling i norsk matindustri. *NIBIO*.
- Saebø Pettersen, K., Sundaram, A. Y. M., Skjerdal, T., Wasteson, Y., Kijewski, A., Lindback, T., & Aspholm, M. (2019). Exposure to broad-spectrum visible light causes major transcriptomic changes in the *L. monocytogenes* EGDe strain. *Appl Environ Microbiol*.
- Sakhi, A. K., Lillegaard, I. T. L., Voorspoels, S., Carlsen, M. H., Loken, E. B., Brantsaeter, A. L., . . . Thomsen, C. (2014). Concentrations of phthalates and bisphenol A in Norwegian foods and beverages and estimated dietary exposure in adults. *Environment International*, *73*, 259-269.
- Schirmer, B. C. T., Heir, E., Moretro, T., Skaar, I., & Langsrud, S. (2013). Microbial background flora in small-scale cheese production facilities does not inhibit growth and surface attachment of *Listeria monocytogenes*. *Journal of Dairy Science*, *96*(10), 6161-6171.
- Schirmer, B. C. T., Wiik-Nielsen, J., & Skaar, I. (2018). The mycobiota of the production environments of traditional Norwegian salted and dried mutton (pinnekjøtt). *Int J Food Microbiol*, *276*, 39-45.
- Sekse, C., Holst-Jensen, A., Dobrindt, U., Johannessen, G. S., Li, W. H., Spilberg, B., & Shi, J. X. (2017). High Throughput Sequencing for Detection of Foodborne Pathogens. *Frontiers in Microbiology*, *8*, 26. doi:10.3389/fmicb.2017.02029
- Shah, S. Q. A., Karatas, S., Nilsen, H., Steinum, T. M., Colquhoun, D. J., & Sorum, H. (2012). Characterization and expression of the *gyrA* gene from quinolone resistant *Yersinia ruckeri* strains isolated from Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Norway. *Aquaculture*, *350*, 37-41.
- Siira, L., Naseer, U., Alfsnes, K., Hermansen, N. O., Lange, H., & Brandal, L. T. (2019). Whole genome sequencing of *Salmonella* Chester reveals geographically distinct clusters, Norway, 2000 to 2016. *Eurosurveillance*, *24*(4), 54-64.
- Skara, T., Valdramidis, V. P., Rosnes, J. T., Noriega, E., & Van Impe, J. F. M. (2014). A novel model to assess the efficacy of steam surface pasteurization of cooked surimi gels inoculated with realistic levels of *Listeria innocua*. *Food Microbiol*, *44*, 64-70.
- Skjerdal, T., Gefferth, A., Spajic, M., Estanga, E. G., De Cesare, A., Vitali, S., . . . Halbert, C. (2018). The STARTEC Decision Support Tool for Better Tradeoffs between Food Safety, Quality, Nutrition, and Costs in Production of Advanced Ready-to-Eat Foods (vol 2017, 6353510, 2017). *Biomed Research International*, *1*.
- Skjerdal, T., Reitehaug, E., & Eckner, K. (2014). Development of performance objectives for *Listeria monocytogenes* contaminated salmon (*Salmo salar*) intended used as sushi and sashimi based on analyses of naturally contaminated samples. *Int J Food Microbiol*, *184*, 8-13.
- Slettemeas, J. S., Sunde, M., Ulstad, C. R., Norstrom, M., Wester, A. L., & Urdahl, A. M. (2019). Occurrence and characterization of quinolone resistant *Escherichia coli* from Norwegian turkey meat and complete sequence of an IncX1 plasmid encoding *qnrS1*. *PLoS One*, *14*(3), e0212936.
- Sokolova, E., Petterson, S. R., Olaf, D. D., Nystrom, F., Lindgren, P. E., & Pettersson, T. J. R. (2015). Microbial risk assessment of drinking water based on hydrodynamic modelling of pathogen concentrations in source water. *Science of the Total Environment*, *526*, 177-186.
- Sone, I., Skara, T., & Olsen, S. H. (2019). Factors influencing post-mortem quality, safety and storage stability of mackerel species: a review. *European Food Research and Technology*, *245*(4), 775-791.
- Steffen, A., Bergmann, M. M., Sanchez, M. J., Chirlaque, M. D., Jakšzyn, P., Amiano, P., . . . Boeing, H. (2012). Meat and Heme Iron Intake and Risk of Squamous Cell Carcinoma of the Upper Aero-Digestive Tract in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, *21*(12), 2138-2148.
- Stevant, P., Marfaing, H., Duinker, A., Fleurence, J., Rustad, T., Sandbakken, I., & Chapman, A. (2018). Biomass soaking treatments to reduce potentially undesirable compounds in the edible seaweeds sugar kelp (*Saccharina latissima*) and winged kelp (*Alaria esculenta*) and health risk estimation for human consumption. *Journal of Applied Phycology*, *30*(3), 2047-2060.
- Stratakos, A. C., Linton, M., Tessema, G. T., Skjerdal, T., Patterson, M. F., & Koidis, A. (2016). Effect of high pressure processing in combination with *Weissella viridescens* as a protective culture against *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat salads of different pH. *Food Control*, *61*, 6-12.
- Svendsen, C., Hoie, A. H., Alexander, J., Murkovic, M., & Husoy, T. (2016). The food processing contaminant glyoxal promotes tumour growth in the multiple intestinal neoplasia (Min) mouse model. *Food and Chemical Toxicology*, *94*, 197-202.

- Svendsen, C., Meini, W., Glatt, H., Alexander, J., Knutsen, H. K., Hjertholm, H., . . . Husoy, T. (2012). Intestinal carcinogenesis of two food processing contaminants, 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo 4,5-b pyridine and 5-hydroxymethylfurfural, in transgenic FVB min mice expressing human sulfotransferases. *Molecular Carcinogenesis*, 51(12), 984-992.
- Tarekgne, E. K., Skjerdal, T., Skeie, S., Rudi, K., Porcellato, D., Felix, B., & Narvhus, J. A. (2016). Enterotoxin Gene Profile and Molecular Characterization of Staphylococcus aureus Isolates from Bovine Bulk Milk and Milk Products of Tigray Region, Northern Ethiopia. *Journal of Food Protection*, 79(8), 1387-1395.
- Tryland, I., Eregno, F. E., Braathen, H., Khalaf, G., Sjolander, I., & Fossum, M. (2015). On-Line Monitoring of Escherichia coli in Raw Water at Oset Drinking Water Treatment Plant, Oslo (Norway). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(2), 1788-1802.
- Ueland, O. (2019). How to make risk communication influence behavior change. *Trends in Food Science & Technology*, 84, 71-73.
- Ullmann, I. F., Tunsjo, H. S., Andreassen, M., Nielsen, K. M., Lund, V., & Charnock, C. (2019). Detection of Aminoglycoside Resistant Bacteria in Sludge Samples From Norwegian Drinking Water Treatment Plants. *Frontiers in Microbiology*, 10, 12.
- Umar, M., Roddick, F., & Fan, L. H. (2019). Moving from the traditional paradigm of pathogen inactivation to controlling antibiotic resistance in water - Role of ultraviolet irradiation. *Science of the Total Environment*, 662, 923-939.
- Ursin, L., Myskja, B. K., & Carson, S. G. (2016). Think Global, Buy National: CSR, Cooperatives and Consumer Concerns in the Norwegian Food Value Chain. *Journal of Agricultural & Environmental Ethics*, 29(3), 387-405.
- Utaaker, K. S., Skjerve, E., & Robertson, L. J. (2017). Keeping it cool: Survival of Giardia cysts and Cryptosporidium oocysts on lettuce leaves. *Int J Food Microbiol*, 255, 51-57.
- Van Haute, S., Tryland, I., Escudero, C., Vanneste, M., & Sampers, I. (2017). Chlorine dioxide as water disinfectant during fresh-cut iceberg lettuce washing: Disinfectant demand, disinfection efficiency, and chlorite formation. *Lwt-Food Science and Technology*, 75, 301-304.
- Veggeland, F. (2016). Institusjonelle bindinger og interessekamp: Norges tilpasning til EU på mat-og landbruksfeltet. *Internasjonal Politikk*, 74(2), 1-23.
- Veggeland, F. (2016). Institusjonelle bindinger og interessekamp: Norges tilpasning til EU på mat-og landbruksfeltet. *Internasjonal Politikk*, 74(2), 1-23.
- Verheyen, D., Baka, M., Akkermans, S., Skara, T., & Van Impe, J. F. (2019). Effect of microstructure and initial cell conditions on thermal inactivation kinetics and sublethal injury of Listeria monocytogenes in fish-based food model systems. *Food Microbiol*, 84, 14.
- Vestby, L. K., Johannesen, K. C., Witso, I. L., Havimana, O., Scheie, A. A., Urdahl, A. M., . . . Nesse, L. L. (2013). Synthetic brominated furanone F202 prevents biofilm formation by potentially human pathogenic Escherichia coli O103. *Journal of Applied Microbiology*, 116.
- Vestrheim, D. F., Lange, H., Nygard, K., Borgen, K., Wester, A. L., Kvarme, M. L., & Vold, L. (2016). Are ready-to-eat salads ready to eat? An outbreak of Salmonella Coeln linked to imported, mixed, pre-washed and bagged salad, Norway, November 2013. *Epidemiology and Infection*, 144(8), 1756-1760.
- VKM. (2018). Listeria monocytogenes - vurdering av helseråd til gravide og andre utsatte grupper. Uttalelse fra Faggruppe for hygiene og smittestoffer i Vitenskapskomiteen for mat og miljø.
- VKM. (2019). Listeria monocytogenes i sushi - vurdering av helseråd til gravide og andre utsatte grupper. Vitenskapelig uttalelse fra faggruppe for hygiene og smittestoffer i Vitenskapskomiteen for mat og miljø.
- Wahl, E., Romma, S., & Granum, P. E. (2013). A Clostridium perfringens outbreak traced to temperature-abused beef stew, Norway, 2012. *Euro Surveill*, 18(9).
- WHO. (2005). International Health Regulations. 84.
- Wiech, M., Vik, E., Duinker, A., Frantzen, S., Bakke, S., & Maage, A. (2017). Effects of cooking and freezing practices on the distribution of cadmium in different tissues of the brown crab (Cancer pagurus). *Food Control*, 75, 14-20.
- Wold, J. P. (2016). On-line and non-destructive measurement of core temperature in heat treated fish cakes by NIR hyperspectral imaging. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 33, 431-437.
- Zhang, T., Abel, S., Zur Wiesch, P. A., Sasabe, J., Davis, B. M., Higgins, D. E., & Waldor, M. K. (2017). Deciphering the landscape of host barriers to Listeria monocytogenes infection. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(24), 6334-6339.

Vedlegg 2: Oversikt over prosjekter

ID	Tittel	Prosjektnummer	Prosjektstart	Prosjektslutt	Ansvarlig institusjon	Allokerte midler (i NOK)	Finansieringskilde
1	Bedre lagring av industriproteinet for mindre svinn, høyere kvalitet og redusert innhold av akrylamid.	296107	2019	2022	HOFF SA	5450000	FFL-JA
2	Clostridia and other microbiota in raw milk and milk products: importance for product quality and food safety	295147	2019	2022	NIMBU	7848000	FFL-JA
3	PathoSeq: Food safety with high precision - Pathogenomics for the food industry	294910	2019	2023	NOFIMA AS	9999996	BIONÆR
4	Reindeer CWD prion ecology: Risk of dissemination by sheep	294885	2019	2022	NIMBU	9797000	FFL-JA
5	ChiNor solutions for Low Impact climate smart vegetable production with reduced pesticide residues in food, soil and water resources	287431	2018	2021	NIBIO	4999995	BIONÆR
6	Safe Packaging, Food and Migration	282033	2018	2020	TOMMEN GRAM AS	2400000	FFL-JA
7	The Norwegian Klebsiella pneumoniae network: K. pneumoniae population structure and antimicrobial resistance in a One Health perspective	271879	2017	2019	HELSE STAVANGER HF	999998	BEDREHELSE
8	Valuation of the Norwegian plant health regime from an environmental, economic and social perspective	268273	2017	2020	NIBIO	3999991	BIONÆR
9	ALGAE TO FUTURE From Fundamental Algae Research to Applied Industrial Practice	267872	2017	2021	NIBIO	39960915	BIONÆR
10	Detection and inactivation of parasites on berries: development and implementation of food safety tools for the industry.	267430	2017	2020	NIMBU	5643000	FFL-JA
11	FoodMicro-Pack: reduced contamination, improved control, optimal packaging	262306	2016	2020	NOFIMA AS	85052000	NOFIMA-FFL
12	Første hurtigmatode for presis deteksjon av Listeria Monocytogenes	260711	2016	2019	KIELLER INNOVASJON AS	4484925	FORNY20
13	Software for risk assessment of Listeria in ready-to-eat meat products.	256259	2016	2019	ANIMALIA AS	6499980	BIONÆR
14	Implications of green fish feed for consumer safety - carry-over of plant peptides, natural toxins and bioactive compounds	254822	2016	2020	VETERINÆRINSTITUTTET	7999992	HAVBRUK2
15	Combating antimicrobial resistance in the Norwegian food production chain	250212	2015	2019	VETERINÆRINSTITUTTET	7849976	BIONÆR
16	Effektiv reduksjon av bakterieføremst for økt mattrygghet	248928	2015	2017	KIELLER INNOVASJON AS	4439995	FORNY20
17	CORE Organic Plus: EcoBerries - Ensuring quality and safety of organic food along the processing chain	247326	2015	2018	NOFIMA AS	2670993	BIONÆR
18	InhibiList - New and sustainable products for combating Listeria monocytogenes in the aquaculture industry	245665	2015	2018	INHIBIO AS	9983642	BIA
19	Autonome robotiserte vaskeløsninger for fiskeri- og havbruksindustrien	245465	2015	2019	AQUATIQ AS	4670123	BIA
20	HYGENEA - Risk based hygiene control in European Abattoirs	244493	2014	2017	ANIMALIA AS	4774986	BIONÆR
21	Bacterial flora and dynamics in Norwegian milk and dairy products: Potential for spoilage and disease	244149	2014	2018	NIMBU	8476000	Ukjent
22	Kjemikalier i matvareemballasje - Trygg emballering gjennom økt kompetanse og nye analysemetoder.	234270	2013	2016	ELOPAK AS	5850000	MAT-SLF
23	Food Scares: Consumer Perception, Risk Communication and Crisis Management	233738	2013	2018	NOFIMA AS	7718975	BIONÆR

24	Food safety and the use of terrestrial animal by-products in Atlantic salmon production	227387	2013	2017	NIFES	6594978	BIONÆR
25	Norwegian Dairy Goats Naturally devoid of the prion protein - a breakthrough in the battle against prions?	227386	2013	2018	NIMBU	6611980	BIONÆR
26	Food safety, quality and health benefits - Controlling the microbiota	224921	2012	2016	NOFIMA AS	37602130	NOFIMA-SLF
27	Pathogens in the food chain - persistence, elimination and risk management	221663	2012	2018	NOFIMA AS	25000000	STRAT-MAT
28	Guest Researcher in MainSafeTracelapan	215979	2011	2012	SINTEF FISKERI OG HAVBRUK AS	311998	BIONÆR
29	INFORMED- Increased Efficiency: Moving from Assumed Quality to Online Measurement and Process Control	210516	2011	2014	NORTURA SA	7599964	BIONÆR/MATPROG
30	Heytrykksprosesser - skånsom prosess for trygg, sunn og smakfull mat	210499	2011	2014	TINE SA	3869981	BIONÆR/MATPROG
31	Pandemic influenza A (H1N1) 2009 virus in pigs - infection dynamics, genetic variations and pathogenesis	207836	2011	2016	VETERINÆRINSTITUTTET	11243949	BIONÆR/MATPROG
32	Patogener's dynamikk langs verdikjeden	207746	2011	2015	NORTURA SA	1999999	MAT-SLF
33	Økt mattrygghet med nytt for mot sykdomsfremkallende Campylobacter jejuni i fjærkre	203392	2010	2012	KJELLER INNOVASJON AS	1449997	FORNY20/FORNY3
34	Sustainable and safe use of animal by-products (ABP) in fish feed	199783	2010	2013	NIFES	4899990	HAVBRUKS
35	Risk-based surveillance programmes and early warning systems for efficient detection of threats in the animal food production chain	199614	2010	2015	VETERINÆRINSTITUTTET	9543457	BIONÆR/MATPROG
36	Development of tools for product control and human risk evaluation in fishery value chains (208234)	199450	2010	2013	VETERINÆRINSTITUTTET	6999967	BIONÆR/MATPROG
37	Food safety and food chain traceability within the mackerel food chain between Norway and Japan	193602	2009	2012	NORGES SILDESALGSLAG SA	6779994	BILATNAER
38	A genomic solution to reduce clinical mastitis in Norwegian Red cattle	190489	2009	2015	NIMBU	6293952	MAT-SLF
39	Innovative and Safe Seafood - Processing, Hygiene, Spectroscopy	186905	2007	2012	NOFIMA AS	24099990	SIP-KFD
40	Improving food safety in the domestic environment by risk analysis of consumer food handling and evaluation of risk-reducing measures(188384)	185143	2008	2013	NOFIMA AS	9299960	BIONÆR/MATPROG
41	Mycotoxin contamination in oats, - characterization of the infection process by the major T-2 and HT-2 toxin producer Fusarium langsethiae	185007	2007	2012	NIBIO	5948975	BIONÆR/MATPROG
42	Arsenolipids in fish oil, fish feed, fish and other seafood	184986	2008	2014	NIFES	2399994	HABRUKS
43	Dr.stipendiat til 173989 Optimal helse, velferd, og mattrygghet for kvalitetsprodukter fra norske geiter	179745	2006	2013	NIMBU	2716500	
44	Moderne bekjempelse av salmonella	192402	2009	2014	NORGESFØR AS	15520500	BIONÆR/MATPROG
45	Tryggere rakfisk med forutsigbar kvalitet	199595	2010	2014	NOFIMA AS	5149999	MAT-SLF
46	Kontroll av Listeria monocytogenes ved produksjon av animalske produkter	207765	2011	2015	NORTURA SA	6607000	MAT-SLF
47	Mycotoxins in cereal based food products of wheat and oats - effect of processing on free and masked mycotoxins and human risk assessment	233770	2014	2017	VETERINÆRINSTITUTTET	3601000	MAT-SLF
48	Safe food and reduced waste: Optimal use of sanitizers against biofilm in food production premises	234355	2013	2017	NOFIMA AS	4000000	MAT-SLF
49	Lokale spiseklare produkter - mattrygghet langs hele verdikjeden	446828	2012	2014	NTNU		
50	Lokale spiseklare sjømatprodukter - mattrygghet i hele verdikjeden	471509	2012	2017	NTNU		
51	Software for risk assessment of Listeria in ready-to-eat meat products	256259	2016	2019	ANIMALIA AS	6500000	BIONÆR

52	Effektiv produksjon av muggfritt pinnekjøtt og spekeemat	244627	2015	2018	NORTURA SA	960000	BIDMÆR/Nortura/VI
53	Kartlegging av tilgjengelig teknologi for automatisert vasking og rengjøring av produksjonsanlegg i norsk og europeisk næringsmiddelindustri	901559	2019		SINTEF	100000	FHF
54	Dokumentasjon knyttet til overlevelse av kveis (anisakis) i tørrfiskproduksjon	901332	2017	2018	HAVFORSKNINGSINSTITUTTET	703000	FHF
55	Safe use of the antioxidant ethoxyquin	901327	2016	2017	NIFES	5704000	FHF
56	Dokumentasjon og sporing i saltfisk- og klippfisknæringen: Forprosjekt (Spork)	901312	2016	2017	NOFIMA AS	490000	FHF
57	Test av verktøy for kontroll med listeria i laks og lakseprodukter	901166	2016	2019	NOFIMA AS	6977000	FHF
58	Substituted furans: A novel group of food processing contaminants and their influence on intestinal cancer development and human health risk	204487	2010	2015	FOLKEHELSEINSTITUTTET	4400000	MILPAAHEL
EU-prosjekter							
ID	Tittel	Prosjektnummer	Prosjektstart	Prosjektslutt	Koordinator	Norsk bidragsyter	
59	Green Aquaculture Intensification in Europe	773330	2018	2021	UNIVERSITA CA FOSCARI VENEZIA	WAISTER AS; GILDESKÅL FORSKNINGSSTASJON AS; SALTEN HAVBRUKSPARK AS	
60	Delivering an Effective, Resilient and Sustainable EU-China Food Safety Partnership	727864	2017	2021	THE QUEEN'S UNIVERSITY OF BELFAST	NOFIMA AS	
61	SafeConsume: Safer food through changed consumer behavior: Effective tools and products, communication strategies, education and a food safety policy reducing health burden from foodborne illnesses	727580	2017	2022	NOFIMA AS	KEEP-IT TECHNOLOGIES AS; OSLOMET; ARKITEKTUR OG DESIGNHØGSKOLEN I OSLO; DESIGNIT OSLO AS	
62	Pilot line production of functional polymer nanocomposites from natural halloysite nanotubes: demonstrating controlled release of active antimicrobials in food packaging applications.	720815	2016	2019	TECHNION - ISRAEL INSTITUTE OF TECHNOLOGY	TOMMEN GRAM FOLIE AS	
63	AUTHENT-NET – Food Authenticity Research Network	696371	2016	2018	FERA SCIENCE LIMITED	NOFIMA AS	
64	Preventing and mitigating farmed bivalve diseases	678589	2016	2020	INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER	NOFIMA AS; HAVFORSKNINGSINSTITUTTET	
65	EuroMix	633172	2015	2019	RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEU	FOLKEHELSEINSTITUTTET	
66	BASELINE - Selection and improving of fit-for-purpose sampling procedures for specific foods and risks	222738	2009	2013	ALMA MATER STUDIOIUM - UNIVERSITA DI BOLOGNA	VETERINÆRINSTITUTTET; NORDLAKS PRODUKTER AS	
67	Priority environmental contaminants in seafood: safety assessment, impact and public perception	311820	2013	2017	INSTITUTO PORTUGUES DO MAR E DA ATMOSFERA IP	VETERINÆRINSTITUTTET	

Vedlegg 3: Søkord og søkestrenger

De sentrale institusjonene som arbeider med mattrygghet er listet under overskriftene ORG1 og ORG2. Søkord og søkestrenger for å fange opp mattrygghetsforskning er gitt i Tabell 1. Søkene i Web of science er listet i Tabell v2. Artikkeltreffene ble lastet inn i en egen endnote database. Etter fjerning av duplikater inneholdt basen ca. 1900 artikler (hvorav en god del ikke relevante for mattrygghetsforskning). Basen er supplert med relevante artikler som ikke ble fanget opp er lagt til manuelt, dette gjelder vesentlig artikler i forbindelse med KUNMAT1 rapporten. Basen inneholder nå litt over 2200 referanser. Denne basen danner utgangspunktet for beskrivelsen av forskningen på de forskjellige områdene.

ORG1 (Til søk i felt «Organization-Enhanced» (Web of Science))

Institute of Marine Research - Norway OR Norwegian Institute for Water Research (NIVA) OR Norwegian Institute of Public Health (NIPH) OR Norwegian University of Life Sciences OR Norwegian University of Science & Technology (NTNU) OR Norwegian Veterinary Institute OR University of Bergen OR University of Oslo OR Nofima OR Norwegian Institute for Air Research OR SINTEF OR UiT The Arctic University of Tromsø OR Universitetet i Stavanger OR Oslo Metropolitan University (OsloMet)

ORG2 (Til søk i felt "Address" (Web of Science; dekker de instituttene som ikke ligger inne i valg hos Web of Science))

"Natl Inst Nutr & Seafood Res" OR "Norwegian Agr Econ Res Inst" OR "Norwegian Inst Agr & Environm Res" OR NIBIO OR "Norwegian Inst Agr & Environm Res" OR "Norwegian Sch Vet Sci"

Tabell v1. Søkord

Søkegruppe	Søkord og søkestrenger
S1	Food
S2	"Drinking Water" OR "Potable water" OR "Irrigation water"
S3	"Food safety"
S4	Seafood
S5	Fish
S6	Feed AND Food
S7	Meat OR Vegetables OR Fruit OR Berries OR Egg OR Fish OR Seafood OR Shellfish OR Poultry OR salmon OR lettuce
S8	Escherichia coli OR Shigella OR Listeria OR Salmonella OR Campylobacter OR Staphylococcus OR Vibrio OR Aeromonas OR Bacillus OR Clostridium OR norovirus OR Hepatitis OR Cryptosporidium OR Giardia OR Cyclosporidium OR Fusarium OR Aspergillus OR Penicillium OR "Antimicrobial resistance" OR Yersinia OR "heavy metal*" OR Dioxin* OR "Polycyclic biphenyl*" OR "Persistent organic pollutant*" OR "Polyaromatic hydrocarbons" OR "Polychlorinated biphenyl*" OR allergen* OR Prion* OR Mycotoxin* OR Biotoxin* OR "Natural toxin*" OR pesticide* OR pharmaceutical* OR "heterocyclic amines"
S9	Conservation OR Decontamination OR "Hygienic design" OR Hygien*

	"Shelf life" OR "hurdle technology" OR Disinfect* OR "high hydrostatic pressure" OR "high pressure processing" OR Outbreak OR Parasite* OR Anisakis OR Toxoplasm* OR "Risk assessment" OR "Dose response"
S10	"Food contaminant" OR "Food pollutant" OR Pesticide* OR Biocide* OR pharmaceutical* OR "veterinary drug" OR "veterinary medicine" OR POPs OR "persistent organic pollutants" OR PAH OR PCB OR dioxin OR PFOS OR "perfluorooctane sulfonate" OR PFOA OR "perfluorooctanoic acid" OR furans OR Phtalate OR "bisphenol A" OR "Endocrine disruptor" OR "heavy metal*" OR Plastiziser OR "plant toxin*" OR "pyrrolizidine alcaloids" OR solanin OR mycotoxin OR "fusarium toxin*" OR deoxynivalenol OR zearalenon OR fumonisin* OR nivalenol OR aflatoxin* OR "algal toxin*" OR "bacterial toxin*" OR toxin* OR "food processing contaminant*" OR Acrylamide OR "heterocyclic amines" OR furans OR nitrosamine* OR "food contact contaminant*" OR decontamination OR safety

Tabell v2. Søk med antall treff i Web of Science

Søk nr.	Søkekombinasjon	Antall treff m/ORG1*
1	S1 + S8	509
2	S1 + S9	176
3	S1 + S10	537
4	S2 + S8	69
5	S2 + S9	12
6	S2 + S10	61
7	S3 + S8	76
8	S3 + S9	15
9	S3 + S10	152
10	S6 + S8	89
11	S6 + S9	26
12	S6 + S10	98
13	S7 + S8	679
14	S7 + S9	330
15	S7 + S10	597

Søk nr.	Søkekombinasjon	Antall treff m/ORG2*
16	S1 + S8	70
17	S1 + S9	9
18	S1 + S10	82
19	S2 + S8	6
20	S2 + S9	0
21	S2 + S10	6
22	S3 + S8	17
23	S3 + S9	4
24	S3 + S10	32
25	S6 + S8	22
26	S6 + S9	9
27	S6 + S10	27
28	S7 + S8	127
29	S7 + S9	13
30	S7 + S10	121

*Det er mye overlapp mellom de enkelte søk

