



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet



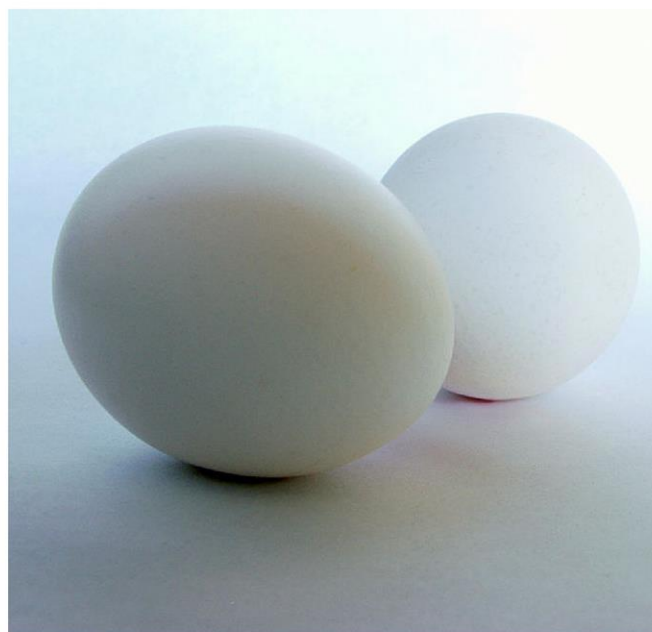
Veterinærinstituttet
Norwegian Veterinary Institute



NIBIO
NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

KUNMAT1

– Kunnskapsnotat om mattrygghet
i primærproduksjonen



Kunnskapsnotat om mattrygghet i primærproduksjonen

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 omfatter selve forskningen som er gjort, gir en oversikt over bevilgningene 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 (prosjektleder), Marina Elisabeth Aspholm, Bjørn-Arne Lindstedt, Jan Erik Paulsen, Maia Emilie Brenden Hoff

Fra Nofima: Even Heir, Askild Holck, 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	6
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	12
Fôr	12
Animalske landbaserte kjeder.....	12
Vegetabilske kjeder	15
Fisk og sjømatkjeder	16
Vann	17
Antimikrobiell resistens	18
Fremmedstoffer	19
Miljøgifter	19
Naturlige toksiner	22
Rester av plantevernmidler	24
Rester av veterinære legemidler	25
Planteopptak av fremmedstoffer/Resirkulering av bioressurser	25
Overvåknings- og kontrollprogrammer	27
Næringsmiddelbårne utbrudd og overvåkning.....	27
Generiske studier	28
Infrastruktur	28
Politikk og regelverk.....	28
Regelverksutvikling	28
Mattrygghet og kostholdsråd	29

Mattrygghet og mat og helsefaget i skolen	29
Rutiner for laboratoriepraksis.....	29
Redelighet i opplysninger om mat	29
Verdsetting av Mattilsynets arbeid på plantehelsefeltet	30
Hurtigvarslingsutbrudd og mattrygghet	30
Handelsrestriksjoner og internasjonale avtaler	30
Bedrifters håndtering av mattrygghet	31
Internasjonal virksomhet	31
Kunnskapshull og kunnskapsbehov	33
Én helse-perspektiv.....	34
Nye råvarer og distribusjonslinjer for mat og fôr, matsvinn og forbrukeratferd	35
Emerging risks	36
Omics teknologier og Big Data	37
Fremmedstoffer	37
Emballasje	39
Samfunnsvitenskapelig forskning	39
Vurdering av kunnskapshull og kunnskapsbehov knyttet til spesifikke næringskjeder	39
Frukt og grønt	39
Korn og kornprodukter	40
Kjøtt og egg	40
Fisk og sjømat.....	40
Melk	41
Vann	41
Vedlegg 1: Referanser	42
Vedlegg 2: Oversikt over prosjekter	52
Vedlegg 3: Søkeord og søkestrenger (vitenskapelige artikler)	57
Vedlegg 4: Søkeord (prosjekter)	59

Sammendrag

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. KUNMAT1 presenterer en oversikt over forskningen som er gjort innen mattrygghet knyttet til primærleddet i verdikjedene i Norge. Rapporten skulle i utgangspunktet ha fokus på mattrygghetsforskningen som er gjort innenfor BIONÆRs og FFL/JA sine programområder. Gjennom arbeidet med å kartlegge forskningsaktivitetene har vi sett at det er en rekke andre programmer som delvis bevilger midler til forskning om mattrygghet, og forskning gjøres også med midler fra institusjonenes grunnbevilgning. Vi har i tillegg sett at det er relativt stor forskningsaktivitet innenfor mattrygghet relatert til fisk og sjømat, og ettersom BIONÆR har en "grønn-blå" prosjektportefølje, er det for å gi et helhetlig bilde inkludert forskning om mattrygghet relatert til fisk og sjømat i rapporten.

Arbeidet er utført av en prosjektgruppe fra Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), Veterinærinstituttet, NOFIMA og Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO). Arbeidsgruppen har tatt utgangspunkt i at mattrygghet 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. Videre mener arbeidsgruppen at 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.

Rapporten baserer seg på informasjon som er hentet fra diverse nettbaserte kilder, inkludert Prosjektbanken, Cristin, årsmeldinger for FFL/JA, ISI Web of Science og Cordis. Som vedlegg til rapporten er det laget en oversikt over relevante prosjekter og en oversikt over relevante vitenskapelige artikler publisert i perioden 2012-2019 (referert til i teksten). Totalt er det funnet 89 prosjekter (inkl. EU-prosjekter) og 211 referanser.

På bakgrunn av finansieringsmidler oppgitt i Prosjektbanken (totalt ca. kr. 550 000 000) framkommer det at hoveddelen (43 %) av midlene som går til forskning på mattrygghet i den primære matproduksjonen, finansierer prosjekter som omhandler animalske næringsmidler. Totalt 25 % av alle midler går til forskning på fisk og annen sjømat, 16 % til forskning på kjøtt. 28 % av forskningsmidlene går til prosjekter som omhandler vegetabilske næringsmidler, der 12 % av de totale midlene går til forskning på korn og kornprodukter, og 5 % til frukt og grønt. 17 % av prosjektene omhandler produksjon av flere næringsmidler. Det er viktig å være oppmerksom på at prosjektene i tillegg kan være delfinansiert av private aktører eller fra institusjonenes grunnbevilgning.

De 5 institusjonene/organisasjonene som har fått flest forskningsmidler er NIBIO, NMBU, Veterinærinstituttet, Folkehelseinstituttet (FHI) og NIFES (Havforskningsinstituttet). De som har fått flest prosjekter er NIBIO, NMBU, Veterinærinstituttet, Havforskningsinstituttet og NIFES.

Forskning om mat- og vannbårne mikroorganismer er presentert i henhold til organismenes opptreden i ulike næringskjeder, mens forskning om fremmedstoffer er kategorisert i ulike grupper fremmedstoffer. Denne prosjekt- og litteraturgjennomgangen representerer rapportens hoveddel.

BIONÆRs oppdrag gikk ut på å beskrive forskningen som er gjort i Norge. Ettersom norske forskningsmiljøer innen mattrygghet også er sterkt engasjert og er samarbeidspartnere i internasjonal forskning, har vi derfor valgt å inkludere en kort omtale av dette. I tillegg til forskning som gjøres i regi av EUs Horizon 2020-prosjekter drives internasjonal forskning også av norske forskere gjennom ulike bi- og multilaterale avtaler.

Norge er forpliktet til å ha dokumentasjon som viser forekomsten av ulike listeførte sykdommer. Overvåknings- og kontroll/kartleggingsprogrammene bidrar til kompetanseutvikling og generering av ny forskningsaktivitet. Det gis også en gjennomgang av regelverksutvikling, mattrygghet og kostholdsråd, hurtigvarsling, handelsrestriksjoner og internasjonale avtaler, samt bedrifters håndtering av mattrygghet beskrevet. Politikk og regelverk-kapitlet er felles for KUNMAT1 og KUNMAT2.

Siste del av rapporten omhandler kunnskapshull og framtidige forskningsbehov, og er felles for KUNMAT1 og KUNMAT2-rapportene. Denne delen er delvis basert på arbeidsgruppens egne analyser av det innsamlede materialet, delvis på intervjuer med sentrale FoU-personer hos de viktigste næringsaktørene innen både primær- og næringsmiddelproduksjon.

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 samspillet 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 utbruddsopklaring 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 mattrygghetsrisiko 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 prosessfremkalte 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. Food borne 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/>)

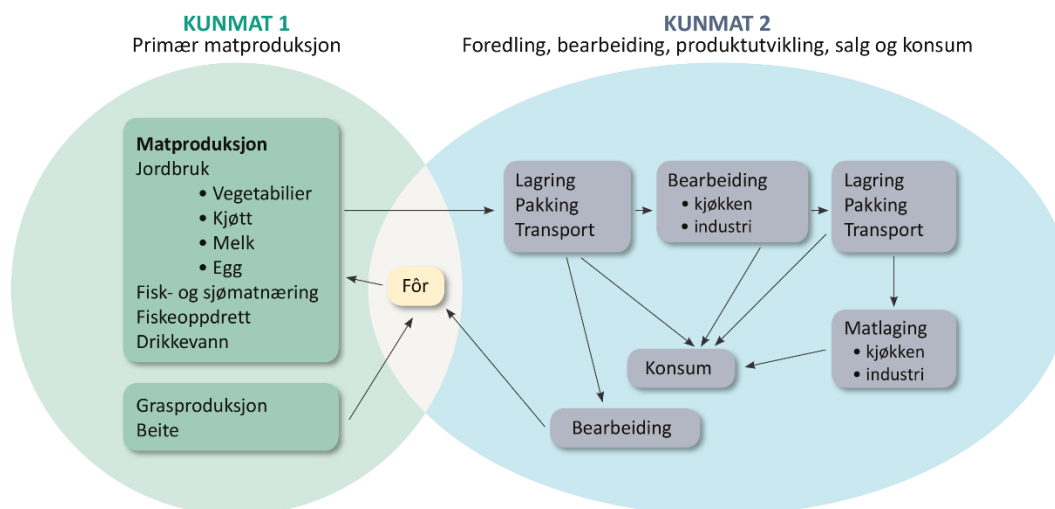
Produksjon av mat, både av animalsk og vegetabilsk opprinnelse, kan sees på som en kjede eller en syklus der alle elementer «fra jord og fjord til bord» må sees i sammenheng for at maten skal være trygg. Det er derfor viktig å kjenne til hele verdikjeden/syklus når mattrygghet skal vurderes. For noen 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 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 tilbaketrekking 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, prosessframkalt 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 kunne overlape mellom den primære og den sekundære matproduksjonen. Denne rapporten omhandler mattrygghetsutfordringer knyttet til den primære matproduksjonen.

Avgrensning av oppdraget

Etter føring fra forskningsrådet skal rapporten i utgangspunktet ha fokus på mattrygghetsforskningen som er gjort innenfor BIONÆRS og FFL/JA sine programområder, det vil si med hovedtyngden på landbasert matproduksjon. Ettersom BIONÆR har en "grønn-blå" prosjektportefølje, er forskning om mattrygghet relatert til fisk og sjømat også inkludert i rapporten. Det vil si at også deler av for eksempel FHF sitt programområde er omtalt.

Som det også framgår av tabell 1, er det en rekke andre programmer som delvis bevilger midler til forskning om mattrygghet, og forskning gjøres også med midler fra institusjonenes grunnbevilgning. Blant annet kommer det fram at mange artikler ikke er knyttet til konkrete prosjekter og konkurranseutsatt forskning, dette kan skyldes manglende registrering eller at forskningen er utført på grunnbevilgning.

Det er gjort en skjønnsmessig vurdering av hvor mye av den grunnforskningen som gjøres på mikrober eller fremmedstoffer som kan være en mattrygghetsrisiko, men der aktuell problemstilling likevel ikke har noe med mattrygghet å gjøre, som er tatt med i rapporten.

Forskning innenfor disse fagområdene er ikke inkludert i rapporten:

- Genmodifiserte organismer
- Eventuelle helseskadelige effekter av mikroplast i mat og vann (VKM-rapporten Microplastics; occurrence, levels and implications for environment and human health related to food, VKM-report 2019:16, konkluderte med at mikroplast finnes i alle deler av miljøet og i mat, men at den vitenskapelige kvaliteten på kunnskapen er for dårlig til at vi kan si noe sikkert om hvilke følger mikroplast har for miljø og for helse i Norge)
- Helseskadelige effekter av radioaktivitet (VKM-rapporten Risk assessment of radioactivity in food, VKM-report 2017:25, konkluderte med at helserisikoen ved radioaktivitet i mat og drikke er lav for de aller fleste i Norge)
- Mikroorganismer med reservoar hos marine pattedyr
- Allergener i mat

Innhenting av informasjon

Rapporten baserer seg på informasjon som er hentet fra diverse nettbaserte kilder. Det er lagt til fire vedlegg til rapporten. Vedlegg 1 er en referanseliste som gir oversikt over siterte vitenskapelige artikler publisert i perioden 2012-2019, og Vedlegg 2 er en tabell som gir en oversikt over identifiserte prosjekter. Det vil være overlapp mellom både referansene og prosjektene til KUNMAT1 og KUNMAT2, fordi mange prosjekter omfatter mattrygghet i hele produksjonskjeder, fra primærproduksjonen og videre ut mot endelig produkt. Enkelte kapitler, som «Politikk og regelverk», er identiske i KUNMAT1 og KUNMAT2. Ettersom mattrygghet i primærproduksjonen også har sammenheng med dyrehelse og plantehelse, kan det også være overlappende prosjekter mellom KUNMAT1 og KUNDYR (Kunnskapsutredning innen dyrehelse), og KUNMAT1 og KUNPLANTER (Kunnskapsnotat om plantehelse).

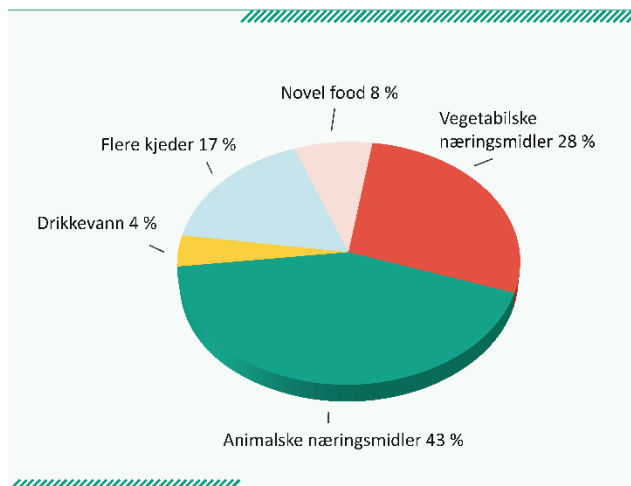
Under søkene er det tatt utgangspunkt i Prosjektbanken (<https://prosjektbanken.forskningsradet.no/>), Cristin (<https://www.cristin.no/>), årsmeldingene/-rapportene fra FFL/JA i perioden 2012-2018 (<https://www.landbruksdirektoratet.no/no/styrer-rad-utvalg/styrene-for-ffl-og-ja/arsmeldinger>), ISI Web of Science (http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=E69NQcVpiLIDO8oRZ86&preferencesSaved=) og Cordis (<https://cordis.europa.eu/>). I tillegg er det gjort spesifikke søk på relevante institusjoner og tema. En kort beskrivelse av søkeord finnes i Vedlegg 3 og i Vedlegg 4.

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 av publiserte artikler i Cristin ofte er svært mangelfull. Siden Prosjektbanken er knyttet opp til Cristin, vil dette problemet også gjelde her. Det viser seg også at det er dårlig 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. EU-prosjektene er oppført i Vedlegg 2 og omtales i denne rapporten, men inngår ikke i tabeller og figurer. 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.

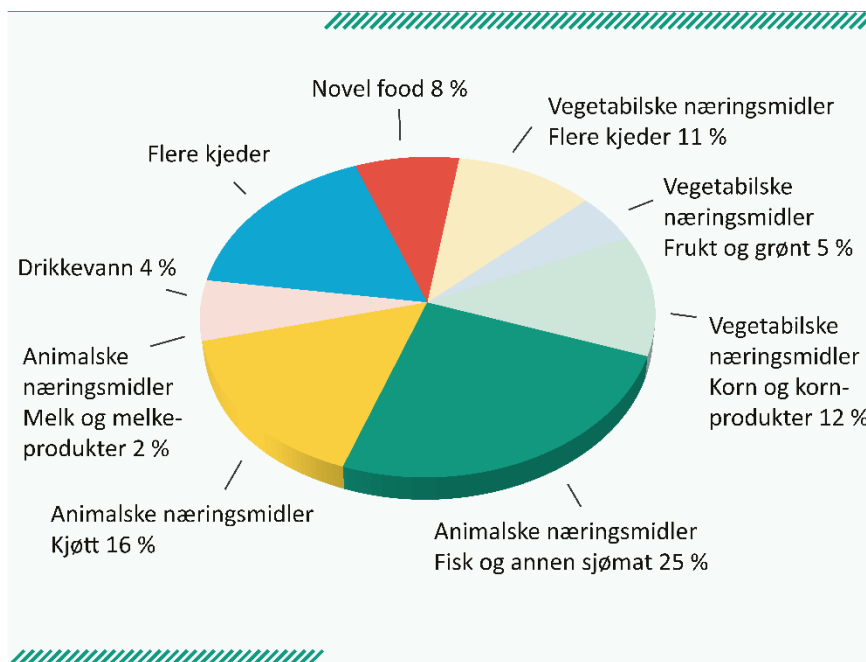
I Prosjektbanken er det påfallende mange av prosjektene vi har gjennomgått som ikke har noen publiserte artikler tilknyttet seg. Av 89 prosjekter, er det 48 prosjekter tilsynelatende uten publiserte artikler. Flere (13) av disse prosjektene er pågående, men hele 35 av disse 48 prosjektene er avsluttet. Det kan tenke seg at denne mangelen på publikasjoner skyldes mangel på rapportering. Det kan også dreie seg om innovasjonsprosjekter hvor det ikke er lov til å publisere, eller at prosjektene nylig ble avsluttet og at det derfor ikke er publisert noe per dags dato.

Fordeling av forskningsmidler

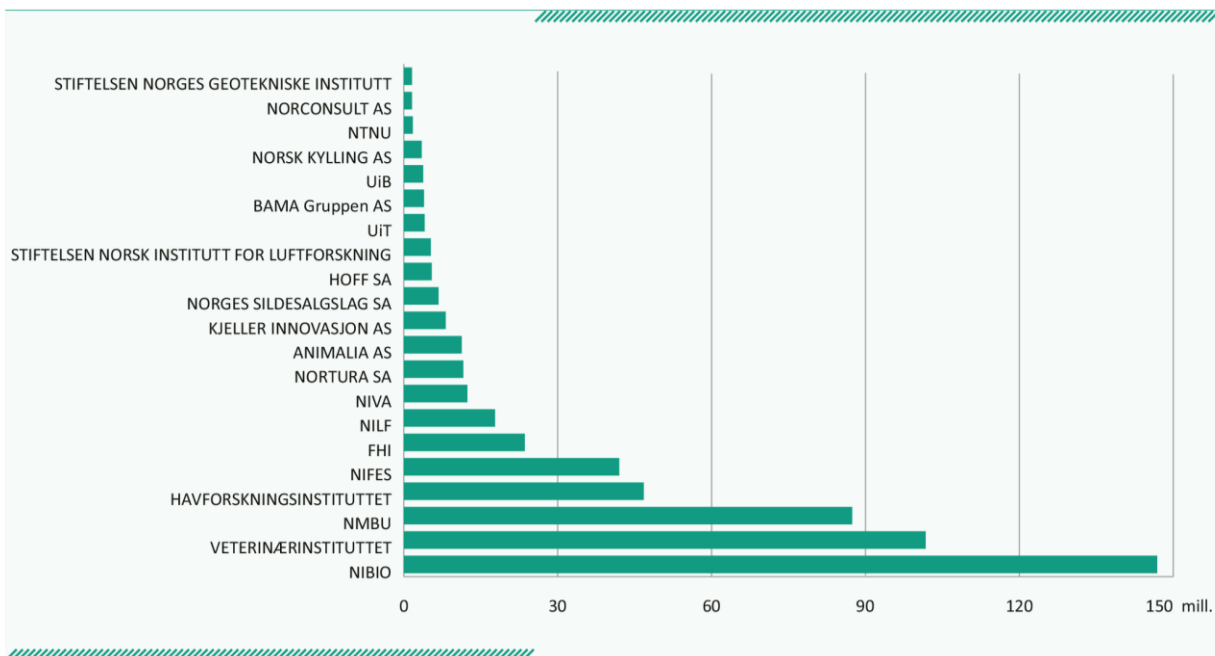
Figur 2 og 3 viser fordelingen av forskningsmidler mellom de ulike produksjonskjedene i perioden 2012-2019. Hoveddelen (43 %) av midlene som går til forskning på mattrygghet i den primære matproduksjonen, finansierer prosjekter som omhandler animalske næringsmidler. Totalt 25 % av alle midler går til forskning på fisk og annen sjømat, 16 % til forskning på kjøtt. 28 % av forskningsmidlene går til prosjekter som omhandler vegetabiliske næringsmidler, der 12 % av de totale midlene går til forskning på korn og kornprodukter, og 5 % til frukt og grønt. Flere av prosjektene omhandler produksjon av flere næringsmidler, og står oppført under «Flere kjeder». Dette gjelder 17 % av prosjektene.



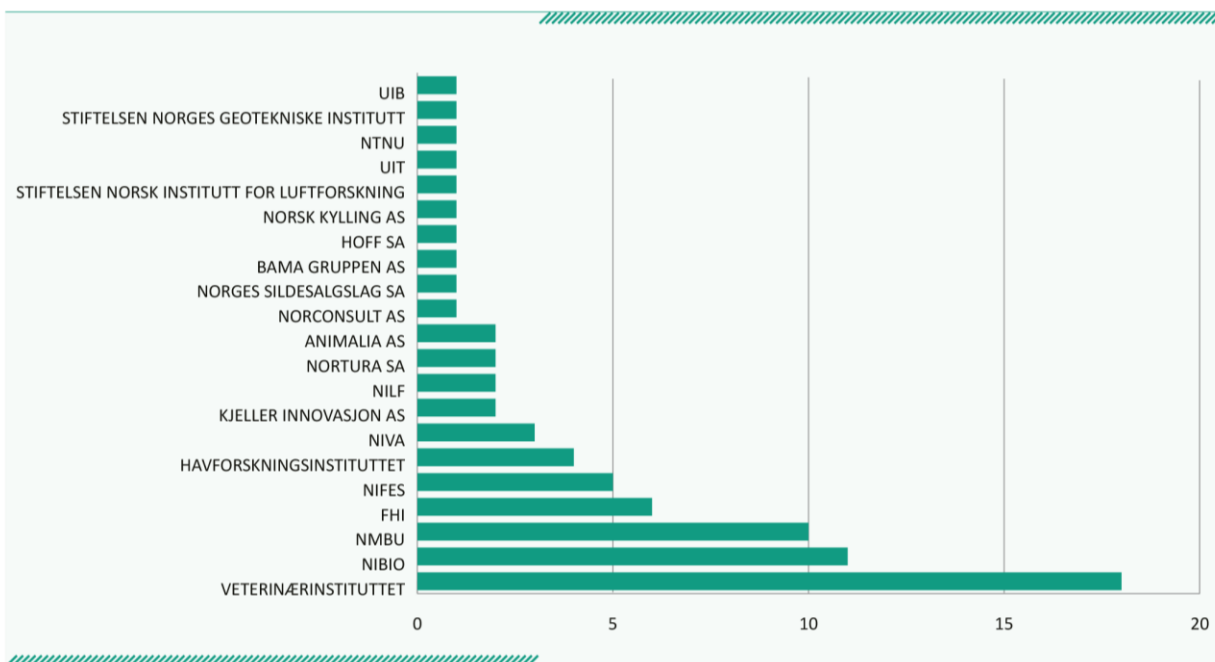
Figur 2. Fordeling av midler mellom kjeder I



Disse figurene er laget på bakgrunn av finansieringsmidler oppgitt i Prosjektbanken. De kan i tillegg være delfinansiert av private aktører eller fra institusjonenes grunnbevilgning.



Figur 4. Midler fordelt på institusjon/organisasjon.



Figur 5. Antall prosjekter per ansvarlig institusjon/organisasjon.

Figur 4 og 5 viser antall prosjekter de ulike institusjonene har hatt og fordelingen av forskningsmidler mellom disse institusjonene og organisasjonene. Det er verdt å merke seg at det er ansvarlige institusjoner/organisasjoner som er oppført, ikke hvilke aktører som har bidratt.

De 5 institusjonene/organisasjonene som har fått flest forskningsmidler er NIBIO, NMBU, Veterinærinstituttet, Folkehelseinstituttet (FHI) og NIFES (Havforskningsinstituttet). De som har fått flest prosjekter er NIBIO, NMBU, Veterinærinstituttet, Havforskningsinstituttet og NIFES.

Tabell 1 gir en oversikt over hvilke programområder 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. En rekke prosjekter får sin finansiering fra to eller flere programmer. 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.

Programområde	Antall prosjekter	Sum av bevilgede midler (i NOK)	Prosentvis fordeling av bevilgede midler
BIONÆR	10	86815857	15,74%
BIONÆR/MATPROG	4	42991872	7,80%
MAT-SLF	8	42648593	7,73%
FFL-JA	7	41638336	7,55%
MATPROG	2	41100000	7,45%
NORAD	2	35300000	6,40%
SIPHINES	2	30000000	5,44%
Egen institusjon	3	23249991	4,22%
MILPAAHEL/ BEDREHELSE	4	19190977	3,48%
DU	1	18800000	3,41%
FRIMUF/FRISAM	2	17399990	3,16%
HAVBRUK2	2	15999992	2,90%
MILJØFORSK	2	13078987	2,37%
SIP-FKD/SIPHINIFES	1	12499992	2,27%
MARINFORSK	2	11999996	2,18%
BILATNAER	2	11779989	2,14%
JPIWATER	4	10672000	1,94%
BIONÆR/NORTURA/VI	1	9600000	1,74%
FORNY20	2	8176479	1,48%
FFL-JA/Private aktører	1	7900000	1,43%
KLIMAFORSK	1	6800000	1,23%
MILJØ2015/ MILJØFORSK	1	6500000	1,18%
MILJØ2015	1	5273983	0,96%
MILPAAHEL/ MILGENHEL	1	4800000	0,87%
JPIAMR	1	4500000	0,82%
Regionalt forsknings- fond Midt-Norge/ SINTEF	1	4250000	0,77%
BIOTEK2021	1	3900000	0,71%
FRIMEDBIO	1	3783999	0,69%
MILGENHEL	1	3100000	0,56%
INDNOR	1	2800000	0,51%
HAVBRUKS/HAVBRUK2	1	1762998	0,32%
NæringsPhD	1	1600000	0,29%
NORGLOBAL-2	1	1500000	0,27%
Totalt	75	551414031	100%

Prosjekt- og litteraturgjennomgang

Smittestoffer

Fôr

Fôr defineres som alt husdyr kan spise og drikke, og som tilfører dyra næringsstoffer (Store norske leksikon). Fôrtrygghet har betydning for mattrygghet. Det har tidligere vært utført forskning på *Salmonella* i fôrfabriker, og Habimana m.fl. har undersøkt hvordan *Salmonella* oppfører seg etter langtids eksponering for forhold som man finner under fôrproduksjon (Habimana et al., 2014). Resultatene indikerer at *Salmonella* går inn i en ikke-dyrkbar form, men at en lav andel fortsatt er metabolsk aktive. Hvilke faktorer som er viktige for å gjenopprette viabilitet er ikke fullt ut identifisert. Dette kan ha betydning for overvåkning av *Salmonella* i produksjonsmiljø. Det er også utført forskning på bruk av furanon mot etablering av biofilm i fôr- og næringsmiddelfabriker (Vestby et al., 2014). Gismervik m.fl. har vist at brunsnegler kan være vektorer for *Listeria monocytogenes* i silofôr (Gismervik et al., 2015). I forbindelse med NORM-VET (Overvåkningsprogrammet for antibiotikaresistens i mikrober fra fôr, dyr og næringsmidler) 2016 ble det isolert *E. coli* som var resistent mot kolistin fra importert dyrefôr, og det plasmidmedierte overførbare genet *mcr-1* ble påvist (Slette-meas et al., 2017). Det å forhindre at broilerflokker blir kontaminert med *Campylobacter* før slaktning er viktig for mattrygghet, og effekten av fôr og fôringsregime for å forhindre spredning av *Campylobacter* i broilerflokker er undersøkt (Moen, Rudi, Svihus, & Skanseng, 2012). Resultatene indikerte av stimulering av fuglens naturlige barrierer er en ny og lovende strategi for å forhindre spredning av *C. jejuni* i broilerflokker. Det er utført forskning på prosessering av fôr og dens innvirkning på fôr kvalitet, inkludert hygiene (Abdollahi, 2013). Det er interesse for bruk av biprodukter og insekter til bærekraftig fôrproduksjon (Aspevik et al., 2017; Swinscoe et al., 2019), noe som også vil kunne bety nye mattrygghetsutfordringer.

Animalske landbaserte kjeder

Den landbaserte animalske produksjonskjeden omfatter produksjon av kjøtt, melk- og melkeprodukter og egg, i tillegg til «non-food» produkter som ull, huder og skinn. De viktigste husdyrartene er storfe, småfe, gris og fjørfe, men i enkelte regioner er også rein, storvilt og viltlevende fugl viktige kjøttproduserende dyrearter. Når det gjelder storfe kan kjøtt- og melkeproduksjon foregå som kombinert produksjon, men trenden de siste 10-15 årene er at antall melkekyr går nedover mens antall ammekyr (dvs. spesialisert kjøttproduksjon) øker.

I utredningen Kunnskapsgrunnlag for forskning på husdyrproduksjon (2012) heter det innledningsvis: «Husdyrproduksjonen utgjør en avgjørende del av nærings- og livsgrunnlaget i mange norske bygdesamfunn, og er dermed en viktig årsak til at vi har spredt bosetting her til lands. Landskapspleien, som utgjør et viktig grunnlag for turistnæringa, vil ikke være mulig uten et aktivt husdyrhold og beitebruk. Helsetilstanden hos norske husdyr er generelt god. Dette er viktig for økonomien i næringa. Enkelte sykdommer hos husdyr er zoonoser som innebærer at smitte kan overføres til mennesker. En frisk husdyrpopulasjon bidrar til trygg og sunn mat, noe som er en viktig merverdi for samfunnet.» Denne beskrivelsen av det store bildet er fortsatt gjeldende.

Som nevnt i sitatet over er en frisk husdyrpopulasjon en vesentlig forutsetning for produksjon av trygg mat. Figur 1 viser hvordan ulike mikrobiologiske og toksikologiske farer kan komme inn i produksjonssyklus. Hvor de forskjellige farer kommer inn i produksjonssyklus er bestemmende for hvilket nivå disse må kontrolleres/bekjempes. For noen agens er det hensiktsmessig at kontrollen skjer i

primærleddet, for andre agens som kan tilføres gjennom for eksempel produksjonsprosesser blir primærleddet mer uvesentlig. Det er nødvendig med kunnskap om reservoarer, forekomst, overlevelse, konkurransedyktighet, infeksjonsdose, eksponering, patogenitet/virulens.

Noen mikrobiologiske agens har relevans både for dyrehelse og mattrygghet. Husdyr kan imidlertid være vertsdyr for humanpatogene mikroorganismer som ikke forårsaker sykdom hos dyret selv, det vil si at dyra er friske bærere av agens som kan overføres til mat og/eller vann.

Kjøtt

Shigatoksin-produserende/Enterohemorragiske *E. coli* (STEC/EHEC) og *Campylobacter* spp. er eksempler på humanpatogene bakterier som finnes hos friske bærerdyr, i hovedsak hos henholdsvis drøvtyggere og fjørfe. *E. coli*-utbruddet i 2006 var en viktig årsak til at det startet flere nye forskningsprosjekter om STEC i de kommende årene. Arbeidet som ble gjort var både studier for å forbedre metoder for diagnostikk og forekomst samt vurdering av patogenitet av ulike varianter av STEC (Sekse et al., 2017; Sekse et al., 2013; Urdahl, Solheim, Vold, Hasseltvedt, & Wasteson, 2013), samt studier der problemstillingen er knyttet til virulens og regulering av Shigatoksin-produksjon hos *E. coli* (Iversen, L'Abée-Lund, Aspholm, Arnesen, & Lindback, 2015; Iversen, Lindback, et al., 2015; L'Abée-Lund et al., 2012; Solheim, Sekse, Urdahl, Wasteson, & Nesse, 2013). Det er store internasjonale forskningsgrupper som jobber med ulike aspekter knyttet til STEC/EHEC. En sentral utfordring er fortsatt å finne gode diagnostiske metoder for å skille mellom potensielt humanpatogene varianter og mer «ufarlige» STEC, samt å forstå dynamikken i spredning og regulering av patogenitetsfaktorer som for eksempel Shigatoksin-produksjon. Ettersom forekomsten av EHEC-infeksjoner hos menneske er økende i Norge (Folkehelseinstituttet, 2010), er det relevant for Norge å ha forskningsmiljøer som har høy kompetanse og aktiv forskning om STEC/EHEC i det animale reservoaret og utover i næringskjedene. En utfordring er at all forskning på STEC/EHEC av sikkerhetsmessige grunner må foregå i BSL3-laboratorier.

Norsk-ledet forskning og utvikling av kontrollprogrammer har vist at det gjennom målrettede tiltak er mulig å holde *Campylobacter*-forekomsten i fjørfepopulasjonen svært lav. Dette er kunnskap av stor forebyggende verdi som også kan anvendes av flere andre land. I 2015 ble det avsluttet et EU (FP7)-prosjekt koordinert fra Norge, som gikk ut på å forbedre kontrollen av *Campylobacter* spp. i fjørfeproduksjonen, med det formål å produsere «Low-risk broilers». En studie av Hog et al. (2016) (Hog et al., 2016) identifiserte en rekke ulike risikofaktorer for kolonisering av fjørfeflokker med *Campylobacter* spp., og viste i tillegg at norske broiler-flokker hadde mindre risiko for å bli kolonisert enn tilsvarende flokker i Danmark. En tidligere studie viste hvordan klimaendringene kan øke risikoen for kolonisering av fjørfeflokker med *Campylobacter* spp. (Jonsson, Chriel, Norstrom, & Hofshagen, 2012).

God slaktehygiene- og kontroll er helt sentralt for å sikre at mikrobielle forurensinger overføres fra levende dyr og inn i produksjonsprosessene. HYGNEA er et eksempel på et Innovasjonsprosjekt for næringslivet, med hovedformål å sikre at investeringer og målrettet hygieneinnsats i slakteriene skal gi maksimal effekt for mattryggheten. Prosjektet har sammenlignet ulike prøvetakingsmetoder og undersøkt hygienens i 20 europeiske slakterier. Målgruppen for prosjektet var ansatte i slakteriene og mattilsyn, og har gitt mulighet for felles kunnskapsutvikling samt forbedring av metoder og inspeksjonsrutiner (Alvseike et al., 2019). Det ble i 2018 startet opp et tilsvarende prosjekt for slaktekylling (Reinere kyllingslakt).

I tillegg til at feces kan forurense slakt er det også kjent at bakterier som finnes i tonsiller kan forurense slakt, dette er blant godt studert når det gjelder *Yersinia enterocolitica* hos gris. En ny studie av mikrobiota på slakteoverflater viser imidlertid at også bakterier fra slakterimiljøet kan være en viktig forurensningskilde (Jakobsen et al., 2019).

Melk og melkeprodukter

Norsk melk og melkeprodukter har jevnt over god mikrobiologisk kvalitet. Det er likevel viktig å ha kontinuerlig fokus på mikrober i melk for å kunne oppnå optimal produktkvalitet og sikre trygge produkter. Bakterier i melk og melkeprodukter kan gi kvalitetsforringelse som endret smak, tekstur eller farge hvilket fører til nedsatt kvalitet og redusert holdbarhet. Enkelte arter kan også forårsake matbåren sykdom. Det har vært gjennomført og gjennomføres prosjekter knyttet til mattrygghet og kvalitet av melk. Disse har blant annet fokus på sporedannende bakterier og deres egenskaper som både kvalitetsforringere og mattrygghetsrisikoer. De fleste bakterier, virus og parasitter som kan komme over i melken vil kunne smitte med upasteurisert melk, men i Norge har det siden 1953 vært forbudt med organisert salg av upasteurisert melk.

Sporedannende bakterier av genus *Clostridium* (Klostridier) og *Bacillus*, er tilstede i fjøsmiljøet og kan lett forurense melken. Termisk melkebehandling (pasteurisering) dreper vegetative bakterier mens bakteriesporene overlever. Sporene kan deretter germinere, noe som fører til at bakteriene starter å vokse i produktene. Tilstedeværelse av Klostridie- og *Bacillus* sporer kan føre til store økonomiske tap for meieriene (og dermed også melkeprodusentene) på grunn av kvalitetsfeil, redusert holdbarhet, behov for omfattende rengjørings- og desinfiseringsprosedyrer samt økte behov av ressurser for å sikre mattrygghet.

NMBU har i samarbeid med meieriindustrien hatt et prosjekt som studerer sammensetningen og dynamikken hos den bakterielle mikrobiotaen langs produksjonskjeden og under lagring av norsk konsummelk. Prosjektet har gitt mer kunnskap om sammensetningen og dynamikken hos mikrobiotaen langs produksjonskjeden for norsk konsummelk fra når råmelken kommer inn til meieriene, under prosessering og ut lagringstiden (Porcellato et al., 2018). Prosjektet har tatt ut prøver hver måned under ett år for å fange opp årstidsvariasjoner i bakteriesammensetningen. Resultatene fra prosjektet er nyttige i meieriindustriens arbeid med kvalitets sikring og risikovurdering. I tillegg vært det utviklet en ny metode for detaljert taksonomisk karakterisering av *Bacillus cereus* isolater som vil forenkle identifiseringen av *B. cereus* isolater fra næringsmidler (Porcellato, Aspholm, Skeie, & Mellegard, 2019).

I 2019 startes prosjektet "Klostridier og annen mikrobiota i rå melk og melkeprodukter: betydning for produktkvalitet og mattrygghet" (CLOBIO), som vil bruke 16S gen-sekvensering, helgenomsekvensering og metabolomikk for å skape kunnskap om tilstedeværelsen av Klostridiearter i meieriprodukter som ost og melkepulver. Prosjektet skal undersøke hvordan Klostridiesporer oppfører seg i og påvirkes av ulike prosesseringstrinn samt hvilken betydning deres tilstedeværelse vil ha for produktkvalitet. Disse analysene vil gjøres i FoodPilotPlant ved NMBU. Selv om human patogene Klostridiearter ennå ikke er oppdaget i norske meieriprodukter, vil deres potensielle forekomst og vekstadsferd i meieriprodukter også bli behandlet i dette prosjektet.

I dagens samfunn er det en økende etterspørsel etter upasteurisert melk fra konsumentene. Det er imidlertid en helsefare knyttet til konsum av upasteurisert melk ettersom den kan inneholde humanpatogene bakterier. Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) utarbeidet i 2006 en

risikovurdering av konsum av upasteurisert melk, der de konkluderte at det var en høy risiko for at både STEC og *Listeria monocytogenes* kan overføres fra ku til menneske via upasteurisert melk. I 2014 gjorde Veterinærinstituttet en kartlegging av STEC hos storfe (Rapport 15-2018) der det ble påvist *stx* gener i mange av de undersøkte besetningene. Det er nylig startet et PhD-prosjekt ved NMBU som skal kartlegge forekomst av zoonotiske bakterier i norsk råmelk, og sette denne i sammenheng med type fjøsdrift og hygieniske forhold i fjøset. Dette prosjektet er av høy relevans i forhold til forslaget om å åpne opp for økt konsum av upasteurisert melk. Norske forskere har også gjort en studie på melkekvalitet i Kosovo der man fant at melk fra kun 7 % (15/221) av gårdene oppfylte EU-standarden. Den mikrobiologiske kvaliteten på melk fra de større besetningene (mer enn 10 kyr) var bedre enn den fra mindre besetninger. *L. monocytogenes* ble funnet i melk fra 2,7 % (6/221) av gårdene (Mehmeti, Bytyqi, Muji, Nes, & Diep, 2017).

Prioner

Prionsykdommer har de siste årene blitt en aktualisert problemstilling med påvisningen av Chronic Wasting Disease blant villrein i Norge i 2017. Den internasjonale forskningen og tidligere norsk forskning er oppsummert i flere rapporter fra VKM. Et EU (FP7)-prosjekt med norske deltakere som ble avsluttet i 2014, hadde fokus på hvordan prioner kom inn i næringskjeden fra levende dyr og fram til konsum og utvikling av sykdom. Et «Priority position paper» fra 2016; 'Protecting Europe's food chain from prion disease', med medforfattere fra det norske fagmiljøet, understreker betydningen av å opprettholde et absolutt forbud mot å føre drøvtyggere med drøvtyggerprotein som et helt sentralt tiltak for å ha kontroll med forekomsten av BSE (Requena et al., 2016).

Vegetabilske kjeder

Den vegetabilske produksjonskjeden omfatter produksjonen av frukt, bær, grønnsaker, poteter og korn (cerealier). Sett i lys av alle anbefalinger om at konsumet av vegetabilier skal økes, er det all grunn til å ha fokus på mattrygghet i vegetabiliske næringsmidler. På grunn av Norges geografiske beliggenhet, er det for enkelte av produktgruppene en stor andel import. I 2018 var importandelen (kommersielt salg inn til grossist) på ca. 75 % for bær, mer enn 95 % for frukt, drøyt 50 % for grønnsaker og ca. 35 % for poteter (frukt.no, totaloversikt, 30.09.2019). Det er stor variasjon av produkter og produksjonsmåter i den vegetabiliske matkjeden (friland til hydroponisk dyrking i veksthus), og dermed også forskjell i hvor ulike farer kommer inn i produksjonskjeden. Mange av produktene fra den vegetabiliske kjeden, og særlig innen frukt, bær og grønnsaker spises uten varmebehandling, noe som understreker viktigheten av god produksjonshygiene og fokus på mattrygghet. En fellesnevner for de fleste av disse produktene er viktigheten av hva som skjer i primærleddet, men også her vil det være ulike faktorer som har innvirkning på mattryggheten i de forskjellige produktene. Siden det er så stor variasjon er det nødvendig med kunnskap om de mer spesifikke produksjonskjedene da det som gjelder for poteter, ikke naturligvis gjelder for epler eller salat. I tillegg til kunnskap om reservoarer for patogene bakterier, virus og parasitter, er det nødvendig med kunnskap om forekomst, overlevelse, konkurransedyktighet osv. Ved resirkulering av næringsstoffer og organisk materiale i gjødselvarer, kan ulike miljøgifter tilføres landbruksjord og vekstmedier. Regelverk for prioriterte miljøgifter er under utvikling og det er behov for kunnskap for gjennomføring av risikovurdering for human helse.

I perioden 2012-2019 er det påbegynt, gjennomført og avsluttet flere prosjekter der mattrygghet og vegetabilier er i fokus, og som omhandler både smittestoffer, og mugg og mykotoksiner. Noen av disse prosjektene er større prosjekter der vegetabilene inngår som en del av prosjektet.

Grønnsaker, frukt og bær

I de senere årene har det vært flere utbrudd av matbåren sykdom assosiert med frukt og grønt, og det har blitt utført en risikorangering i Europa som har sett på hvilke agens og produkter som er oftest assosiert med sykdom (Felicio et al., 2015). Siden mye frukt og grønt spises uten noen form for varmebehandling, pakkes eller prosesseres rett etter høsting, er det viktig å forhindre forurensing av produktene i primærproduksjon. Det har vært flere prosjekter, både norske og internasjonale som har undersøkt faktorer som har påvirkning på den mikrobiologiske kvaliteten av frukt og grønt, hvordan ulike agens oppfører seg i slike produkter, hvordan bakteriesamfunnet på salat endrer seg over tid, og det har også vært gjennomført forskning på hvordan for eksempel ulike patogener skal påvises. En sentral problemstilling for disse produktene er heterogen spredning av forurensing og hvordan prøveta, samt å ha gode og sensitive metoder for å kunne oppdage patogener på denne type produkter. I et eksperiment på krysskontaminering av epler med *Salmonella*, tydet resultatene på at det måtte prøvetas et stort antall epler for å kunne oppdage smitte, mens ved å ta miljøprøver vil man trenge færre prøver (Perez-Rodriguez, Begum, & Johannessen, 2014). Påvisning av virus og parasitter i frukt, grønnsaker og bær har vært utfordrende (Robertson, Troell, Woolsey, & Kapel, 2016), og det utføres forskning for å forbedre og videreutvikle deteksjonsmetoder (B. J. Sun, Bosch, & Myrmel, 2019; Temesgen, Tysnes, & Robertson, 2019; Utaaker, Huang, & Robertson, 2015). For eksempel ble det i Veg-i-Trade-prosjektet utviklet en billigere metode for påvisning av *Giardia* og *Cryptosporidium* som senere har blitt validert i en internasjonal studie (Utaaker et al., 2015). Denne metoden benyttes nå i et overvåknings- og kontroll-program fra Mattilsynet for disse parasittene i norske og importerte bladgrønnsaker. Forskning har vist at vanningsvann kan være en viktig faktor for kontaminering av vegetabilier og bær, og at kunnskap om og implementering av kvalitetssikring hos primærprodusenter varierer (Ceuppens et al., 2015; Johannessen, Eckner, et al., 2015; Johannessen, Wennberg, Nesheim, & Tryland, 2015; Kirezieva et al., 2015). Det er også vist hvordan bakteriesamfunnet på ulike salattyper dyrket på ulike steder forandrer seg gjennom dyrkings sesongen (Dees, Lysoe, Nordskog, & Brurberg, 2015).

Korn og kornprodukter

For korn og kornprodukter er det stort sett muggsopp og mykotoksiner det er utført forskning på. Disse resultatene omtales derfor under kapitlet om fremmedstoffer.

Fisk og sjømatkjeder

Produksjonskjedene for fisk og sjømat kan deles mellom fangst av vill bestand og oppdrett på lokaliteter. Det er ulike mattrygghetsutfordringer for disse.

For ville individer er det akkumulering av kjemiske agens oppover i næringspyramiden fra plankton til fisk, skalldyr eller andre arter sentralt. For skalldyr som filtrerer mye vann er akkumulering av patogene mikrober og kjemikalier fra vannet de lever i den største utfordringen med hensyn på mattrygghet. Det er gjort betydelig forskning på begge disse områdene relatert til forurensning og klimaendringer. Flere overvåkningsprogrammer og forskningsprosjekter har vært relatert til legemiddelrester, tungmetaller, miljøgifter, *Vibrio* spp., *E. coli*, antibiotikaresistente mikrober, algetoksiner og virus i skalldyr og mammalske sjødyr (Tryland et al 2014, Ellingsen et al 2013, Grevskott 2017, Lydersen et al 2016, Leonardo et al 2018).

For oppdrett av fisk og sjømat er tilførsel av patogener fra fôr og akkumulering av patogener i områder med stor tetthet av individer en mattrygghetsutfordring. Fôr basert på marine og plantebaserte råvarer

gir ulike utfordringer. Forskning på området er ofte ikke rettet inn mot mattrygghet, men mot effekten av fôret på fisk. Det er gjort en del forskning rundt dette, men bevisstheten om kontaminering av fisk i sjø har kommet opp først de siste årene. En del forskning på spredning av agens som gir fiskehelse sykdommer har overføringsverdi for mattrygghet knyttet til patogener i sjø (Gulla et al 2018, Skjerdal et al 2014, Amirpour et al 2018, Tarvornpanich et al 2015). Forskning på tiltak for å bekjempe utfordringer har også relevans for mattrygghet når tiltakene gir utilsiktet betydning for mattryggheten (Marc et al 2018, Aaen 2015, Samsing et al 2016).

Vann

Det er få prosjekter med fokus på mikrobiell forurensing av drikkevannskilder/råvann. Folkehelseinstituttet har ledet et prosjekt som ser på sammenheng mellom vannbåren sykdom og tilfeller av ekstremvær som følge av klimaforandringer (Guzman Herrador BR, 2015). Resultatene viser at det er en klar sammenheng mellom ekstremvær og ulike vannkvalitetsparametre i råvann. Selv om det generelt sett ikke var noen klar sammenheng mellom meteorologiske og hydrologiske data og gastroenteritt-konsultasjoner, ble det vist at økningen i meldte tilfeller av *Campylobacter*-infeksjoner var signifikant forbundet med økte gjennomsnittstemperaturer og nedbør samt store nedbørshendelser. Det er også vist at ubehandlet drikkevann er en av de viktigste risikofaktorene til campylobacteriose hos mennesker i Norge (MacDonald et al., 2015). NIVA er partner i et JPI-prosjekt som startet i 2019. Formålet med prosjektet er å utvikle et beslutningsstøttesystem for offentlige vannforsyninger og aktuelle myndigheter slik at disse kan være forberedt og reagere ved en påvist risiko for oppblomstring av giftproduserende cyanobakterier i råvannskilder for drikkevannsproduksjon. For øvrig har det pågått noen prosjekter av teknologisk art som går ut på å utvikle ny teknologi for produksjon og rensing av drikkevann samt online deteksjon av mulig forurensing og optimalisering av metodikk for påvisning av parasitter (Harito, Campbell, Tysnes, & Robertson, 2017; Tryland et al., 2015). Det har også vært fokusert på effektivitet av ulike desinfeksjonsmetoder av vann på muggsopp der resultatene viste at det var stor variasjon hos ulike muggsopp med hensyn på toleranse overfor de undersøkte desinfeksjonsmetodene (Hageskal, Tryland, Liltved, & Skaar, 2012). Det interregionale prosjektet VISK som ble avsluttet i 2013, skulle øke kompetansen innen vannbåren virusmitte, og også utarbeide råd om for vann- og avløpsetater om hvordan man best håndterer problemer rundt vannbåren virusmitte. Prosjektet kartla virus i vann, analyserte virustransport i grunnvann, utarbeidet analysemetoder, vurderte effektivitet av vannbehandlingsmetoder m.m. (Grondahl-Rosado, Tryland, Myrmel, Aanes, & Robertson, 2014; Grondahl-Rosado, Yarovitsyna, Trettenes, Myrmel, & Robertson, 2014; Kvitsand, Myrmel, Fiksdal, & Osterhus, 2017; S. Petterson, Grondahl-Rosado, Nilsen, Myrmel, & Robertson, 2015; S. R. Petterson, Stenstrom, & Ottoson, 2016; Sokolova et al., 2015). Det er i perioden gjennomført en nærings-PhD på området Hygienisk vannbehandling som har undersøkt alternative koagulanter for produksjon av drikkevann (involverte virus, bakterier, parasitter i pilotanlegg) (Christensen et al., 2017; Nilsen, Christensen, Myrmel, & Heistad, 2019). I tillegg har det blitt utviklet flere (prediktive) modeller til bruk i QMRA (quantitative microbial risk assessment) som ser på sammenhengen mellom klimaendringer og forekomst av *E. coli* og hvordan modellene kan brukes til risk management strategier (Mohammed, Hameed, & Seidu, 2018; Mohammed, Longva, & Seidu, 2019; Mohammed & Seidu, 2019; Mohammed, Tveten, & Seidu, 2019). I en PhD-grad i forbindelse med QMRA for drikkevann er blant annet dose-responsteori i fokus. Her diskuteres ulike aspekter ved dose-responsvurderinger sammen med praktiske risikokarakterisering (Nilsen & Wyller, 2016a, 2016b). Spredt avløp i jordbruksområder kan ha stor innvirkning på vannkvalitet. NIBIO har arbeidet med å utvikle molekylærbiologisk metodikk

for kildesporing av fekal forurensning i jordbruksområder som kan skille mellom kilder fra mennesker og dyr (L. Paruch, Paruch, Buseth Blankenberg, Bechmann, & Mæhlum, 2015) og studert hvordan klimaendringene vil kunne påvirke mikrobiell forurensning av vanningsvann (A. M. Paruch, Maehlum, & Robertson, 2015). Det er også gjennomført et Norway-grants prosjekt i Tsjekia i perioden med denne tematikken med NIBIO som partner; 'Assessing water quality improvement options concerning nutrient and pharmaceutical contaminants in rural watersheds'. Metodikken for kildesporing av fekal forurensning er videre benyttet i en rekke oppdrag for både kommunale, interkommunale og nasjonale aktører innen vann- og avløpsbehandling i Norge.

Antimikrobiell resistens

Økt forekomst av antibiotikaresistente bakterier oppfattes som en av vår tids store helsetrusler. I 2014 ble det dokumentert en høy forekomst av bredspektrede beta-laktamaseproduserende *E. coli* i produksjonskjeden for fjørfe i Norge, noe som var overraskende fordi det ikke forelå noe seleksjonspress for utvikling og spredning av ESBL gjennom et forbruk av cephalosporiner (Mo et al 2014). I 2015 utarbeidet VKM rapporten «Vurdering av antimikrobiell resistens hos bakterier i matkjeden i et folkehelseperspektiv», som blant annet konkluderte med at det var mer behov for kunnskap for å kunne si noe om hvor stor sannsynligheten er for at mennesker eksponeres for antibiotikaresistente bakterier gjennom fjørfekjeden. Det er senere gjennomført flere prosjekter om ESBL og quinolonresistente *E. coli* (QREC) som går i dybden på denne problematikken, med spesielt fokus på fjørfe, men også på storfe, for eksempel studier av (Mo, Kristoffersen, Sunde, Nodtvedt, & Norstrom, 2016; Mo, Slettemeas, Berg, Norstrom, & Sunde, 2016; Slettemeas et al., 2019)

Denne forskningen har betydning både for dyrehelse og folkehelse. Det legges blant annet vekt på å bidra til en bedre forståelse av de mekanismene som driver utvikling og spredning av resistens, noe som gir grunnlag for iverksetting av konkrete og målrettede tiltak. Når det gjelder ESBL spesielt, har arbeidet resultert i tiltak som bidrar til at ESBL-forekomsten i norske fjørfe er sterkt redusert. Arbeidet har samtidig gitt en klarere forståelse for det zoonotiske potensialet til ESBL. Det er vist at det sirkulerer kloner av ESBL 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. Så langt viser imidlertid forskningen at likheten mellom det animale og humane reservoaret av ESBL er noe mindre enn antatt.

Den svært lave forekomsten av dyre-assosiert methicillin-resistent *Stafylococcus aureus* (LA-MRSA) i både den norske human- og dyrepopulasjonen har vært bakgrunnen for at Norge har innført en radikal strategi for å hindre at husdyr blir en smittekilde for mennesker. Det er gjort forskning for å kartlegge epidemiologi og smitteveier for LA-MRSA, med fokus på LA-MRSA i grisepopulasjonen (Elstrøm et al., 2019; Grontvedt et al., 2016). Det er vist at LA-MRSA ble introdusert til gris i Norge fra mennesker, og siden spredte seg i populasjonen med blant annet salg og transport av dyr. Forskningen har også dokumentert at den norske kontrollstrategien har fungert etter hensikten, nemlig å stoppe smitteoverføring fra gris til mennesker.

Antibiotikaresistensproblematikken må sees i et helhetlig én helse-perspektiv for å få forståelse for hvordan både resistente bakterier og resistensgener beveger seg mellom mennesker, dyr og miljø, med mat, fôr og vann som sentrale bindeledd. Det er foreløpig vært mindre fokus på antibiotikaresistens i miljøet, men det gjøres noe forskning på forekomst av resistens i vann og avløpsvann (Jorgensen et al.,

2017; Paulshus et al., 2019; Szekeres et al., 2018; Ullmann et al., 2019). VKM har utgitt flere rapporter knyttet til problemstillingen antibiotikaresistens og miljø, og i denne sammenheng også påpekt kunnskapshull.

Fremmedstoffer

Miljøgifter

Miljøgifter er helseskadelige stoffer som forurensrer miljøet. Miljøgiftene er som regel menneskeskapt, men noen ganger kan de forekomme naturlig i jordsmonnet eller grunnvannet. De vanligste miljøgiftene omfatter

- Persistente organiske miljøforurensninger (POPs)
- Toksiske metaller
- Hormonforstyrrende stoffer

Om lag 90 % av vår eksponering for miljøgifter skjer via maten på grunn av bioakkumulering og biomagnifisering i næringskjedene. Kartlegging av stoffene i matkjedene og eksponeringsstudier (i form av blodverdier, vevsprøver eller matinntaksberegninger) er viktig for å kunne bestemme (risikovurdere) og sikre (risikohåndtere) mattryggheten. Både eksperimentelle studier og humane studier er viktig for å utlede grunnleggende helsebaserte grenseverdier, slik som TWI (tolerable weekly intake). Norge deltar i mange store internasjonale forskningsnettverk.

Mors eksponering for miljøgifter som POPs, toksiske metaller og hormonforstyrrende stoffer, skjer hovedsakelig via maten. Derfor er barnets eksponering under svangerskapet og via morsmelk et mattrygghetsproblem. Vi har referert til et stort antall studier av mor og barn hvor eksponering for POPs, toksiske metaller, PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) og akrylamid er undersøkt. Disse studiene er altså relevante for mattryggheten, selv om finansieringen av dem kanskje ikke først og fremst kommer fra et mattrygghetsprogram. Ny TWI (tålegrense) for dioksin og dioksinlignende PCB er for eksempel basert på studier av mor og barn og i tillegg dyrestudier (EFSA, 2018). Når det gjelder barnemat, arbeides det for å sette adekvate grenseverdier.

Persistente organiske miljøforurensninger (POPs)

Under litteraturgjennomgangen framkom det 126 studier som handlet om POPs og andre organiske miljøgifter som hormonforstyrrende stoffer og PAH.

Eksponering for POPs ble undersøkt i 38 humane studier hvor fokus var på kvinnehelse, overføring til brystmelk og barnehelse. Eksponering i nordområdene var fokus i noen studier. Mange studier hadde mange internasjonale samarbeidspartnere. Viktige norske aktører i studiene var Folkehelseinstituttet, akademiske miljøer i Tromsø og Trondheim, samt fiskeforskningsmiljøene i Bergen. NILU var med i flere studier. Mange av disse studiene, blant annet 'The Northern Norway Mother-and-Child, Contaminant Cohort Study (MISA)' og 'Norwegian Mother and Child Cohort Study (MoBa)', er gjort på kohorter av mor og barn hvor barnas eksponering under svangerskapet og via brystmelk har vært undersøkt (Caspersen, Aase, et al., 2016; Caspersen, Haugen, et al., 2016; Caspersen et al., 2013; Duarte-Salles, Mendez, Meltzer, Alexander, & Haugen, 2013; Hochstenbach et al., 2012; Papadopoulou et al., 2013; Stolevik et al., 2013).

Andre humane studier er gjort i Arktis (Averina, Brox, Huber, & Furberg, 2018), og i andre land (Herzke et al., 2013; Okland et al., 2017; Quinn, Armitage, Breivik, & Wania, 2012). Noen studier hadde fokus på overføring av POPs via brystmelk (Cechova et al., 2017; Fromme, Becher, Hilger, & Volkel, 2016; Gibson, Adlard, Olafsdottir, Sandanger, & Odland, 2016). I disse studiene ble det oppdaget at kvinners inntak av POPs i svangerskapet reflekteres i blodverdier og kan ha en rekke konsekvenser for barnet. Det ble f.eks. funnet at eksponering for dioksiner i svangerskapet kan redusere fødselsvekt; mors inntak av dioksiner og PCB (polyklorerte bifenyler) i svangerskapet øker risikoen for tidlig infeksjoner hos barnet; prenatal eksponering for dioksin og PCB kan redusere språkferdighet hos barnet; prenatal eksponering for dioksin og PCB kan ha immunhemmende effekt hos nyfødte. Andre resultater konkluderte med at PFAS (per- og polyfluoralkyl stoffer) hos mor reduseres ved amming; PFOA (perfluorert oktansyre)-inntak knyttes til poteter; blodverdier for POPs følger fettinntaket; prenatal eksponering for dioksin og korrelasjon mellom PFAS og astma hos voksne; metode for å måle human eksponering for PFOS (perfluoroktylsulfonat) og PFOA gjennom mat; fisk er viktig kilde for POPs; metode for å tolke blodverdier av POPs i relasjon til matinntak i store epidemiologiske studier, overføring av PFAS i brystmelk, prenatal eksponering kan redusere fødselsvekt.

Det framkom 21 eksperimentelle studier på mus, rotte og sebrafisk. Studiene ble utført ved blant annet NIFES, NMBU, NTNU, NIVA og UiO. I en studie gjort av Myrmel et al. i 2016, ble det funnet at typen ernæring kan påvirke kroppskonsentrasjonen av POPs i rotte (Myrmel et al., 2016). Det trengs nye studier om PFAS og diabetesrisiko i mus (Bodin, Groeng, Andreassen, Dirven, & Nygaard, 2016). Planteolje som erstatning for fiskeolje i fiskefôr har helsekonsekvenser i mus (Midtbo et al., 2013). En mix av POPs sammen med et karsinogen gir en synergistisk økning av tarmkreft hos mus (Hansen et al., 2019), og drektige mus eksponert for en mix av POPs får avkom med redusert sæd kvalitet (Khezri et al., 2017). PCB og bisfenol A gir østrogen effekt i cellekultur (Berntsen, Fonnum, Walaas, & Bogen, 2016; Yazdani, Andresen, & Gjoen, 2016).

POPs ble undersøkt i 20 studier på fisk og fiskeolje. Viktige aktører er havforskningsmiljøene i Bergen, NILU, NTNU. Eksempler fra disse studiene: Sammenligning av krillolje og fiskeolje som kosttilskudd (Nash, Schlabach, & Nichols, 2014), undersøkelse av miljøgifter og fettsyresammensetning for å kunne bestemme geografisk opphav av fiskeolje (Standal et al., 2012), lave grunn-nivåer av dioksiner og PCB i torsk fra Barentshavet (Julshamn et al., 2013), mikrobiota i fisketarm kan indikere PAH eksponering (Walter, Bagi, & Pampanin, 2019), studier av metabolitter viser at fiskeinntaket ikke er viktigste kilde for eksponering for PFOS (Ullah, Huber, Bignert, & Berger, 2014), trendanalyse viser at nivå av dioksiner, PCB, tungmetaller og pesticider synker i norsk laks (Nostbakken et al., 2015), villaks har høyere nivåer av miljøgifter enn oppdrettslaks (Lundebye et al., 2017), det er høye nivåer av dioksin, PCB og PFOS i nederlandsk ål (van den Dungen et al., 2016), nordnorsk hellefisk og reker har lave nivåer av PFAS og PCB og det er lite lokal forurensning (Carlsson et al., 2016).

I 16 studier ble POPs undersøkt i andre matvarer (vegetabilier, melk, reinsdyr, vilt, kjøtt, sel, hval). Deltakende institusjoner er NILU, NIVA, FHI, UiO, NMBU, UiT. Noen eksempler fra studiene: hverken vegetardiett eller konvensjonell lavkarbodiitt reduserte blodverdiene av POPs som korrelerte med diabetes type 2 (Kahleova et al., 2016); det er regionale forskjeller mellom Tsjekkia, Belgia, Italia og Norge når det gjelder relativ eksponering PFOS og PFOA gjennom vegetabilier, kjøtt og fisk (Klenow et al., 2013); lave nivåer av pesticider i hval og sel og laks på Grønland (Carlsson, Herzke, & Kallenborn, 2014a); ved å unngå tradisjonelle matvarer av hvalspekk og tarmmer på Grønland, kan eksponeringen for

miljøgifter reduseres betraktelig (Carlsson, Herzke, & Kallenborn, 2014b); høye nivåer av dioksin og PCB i måkeegg (Muusse, Christensen, Langford, Tollefsen, & Thomas, 2014); fet fisk, fiskeolje, fiskelever og måkeegg er viktige D-vitaminkilder for kystbefolkningen, men fiskelever og måkeegg bør begrenset på grunn av dl-PCB (Birgisdottir et al., 2012); nivåer av PFAS i matvarer minnet slik sjømat>svin/storfelever>>ferskvannsfisk>egg>kjøtt>smør og på mellom land minnet slik Belgia>>Norge, Italia>Tsjeckia (Hlouskova et al., 2013); PFAS nivå synker i melk, egg og regnbueørret når utslippene i nærheten synker (Johansson et al., 2014); lavt nivå av POPs i reinsdyr i Nord-Norge (Hassan, Rylander, Brustad, & Sandanger, 2013); plasmakonsentrasjon av PFAS ble fulgt over tid hos en kohort nær Uppsala og det ble vist korrelasjon med konsentrasjon i drikkevannet for de fleste PFAS, men noen syntes å ha andre kilder enn drikkevann (Stubleski et al., 2017).

POPs i relasjon til fiskefôr og fiskehelse ble studert i 16 studier. Forskningen er gjort ved forskningsmiljøer for fisk og akvakultur, særlig NIFES. De fleste studiene er knyttet til lakseoppdrett og introduksjon av planter i fôret. Mens POPs reduseres, kommer det nye utfordringer som PAH og kadmium. Det utvikles også metodeapparat for å måle flest mulig kontaminanter (Berntssen, Sanden, Hove, & Lie, 2016; de Gelder et al., 2017; Nacher-Mestre et al., 2014; Oterhals & Kvamme, 2013; Sissener et al., 2013; S. X. Sun et al., 2018). Andre studier har mer fokus på fiskehelse (Arukwe et al., 2016; Arukwe, Olufsen, Cicero, & Hansen, 2014; Olsvik, Skjaerven, & Softeland, 2017).

POPs ble undersøkt i matvarer i 7 studier relatert til utviklingsprogrammer (NUFU), og hvor NMBU og NTNU var involvert (Adeogun et al., 2018; Polder et al., 2016; Polder et al., 2014).

POPs i slam og avløpsvann ble undersøkt i 4 studier. Aktører: NIBIO, NILU, NIVA. POPs og andre miljøgifter er undersøkt i slam og avfallsvann som kan bli brukt i planteproduksjon. Opptak i planter studert i en artikkel (Rivier, Havranek, Coutris, Norli, & Joner, 2019).

Toksiske metaller

Vi fant 22 studier som hadde undersøkt toksiske metaller i matkjedene eller eksponering for dem.

I 7 humane studier ble toksiske metaller målt i blod eller hår, og mulige effekter på folkehelse ble undersøkt (UiT, FHI, UiB, NMBU). Gravide kvinner med jernmangel har høyere blodverdier av toksiske metaller som kan skade barnet (Caspersen et al., 2019). Prenatal eksponering for MeHg (metylkvikksølv) kan redusere barnets språk og kommunikasjonsferdigheter (Vejrup et al., 2016). Økt bioakkumulering av toksiske metaller hos eldre mødre kan være et helseproblem for barnet (Flotre, Varsi, Helm, Bolann, & Bjørke-Monsen, 2017).

I 6 studier er toksiske metaller undersøkt i sjømat (NIFES, FFI, NMBU, NIVA). POPs og metaller er målt i kongekrabbe (Julshamn et al., 2015). Redusert mengde arsen ble funnet i dekontaminert fiskeolje (Sele et al., 2013), bly fra blyammunisjon akkumulerer i fisk nær skytefelt (Mariussen et al., 2017). Norsk havfisk har generelt lave nivåer av arsen (Julshamn et al., 2012).

Det var 3 studier på slam og avløpsvann (NMBU) (Grobelaq et al., 2017), 2 på drikkevann (2 studier, NTNU, FHI) (Dahl, Sogaard, Tell, & Aamodt, 2012). I 1 studie ble det vist at jegere som bruker blyammunisjon er mer eksponert for bly via viltkjøttet (Lindboe, Henrichsen, Hogasen, & Bernhoft, 2012).

Det var én studie på Novel Feed (NOFIMA) (Biancarosa et al., 2018) og én eksperimentell studie på sebrafisk (UiB) (Macirella et al., 2016).

Naturlige toksiner

Mykotoksiner

Det har vært en rekke prosjekter knyttet til mykotoksiner i perioden og fokus omfatter både å karakterisere mykotoksinene, selve virkningsmekanismene og mulige helseeffekter knyttet til eksponering, hvordan produksjonsbetingelsene til kulturveksten påvirker risikoen for mykotoksinproduksjon, og mulig risiko knyttet til økt bruk av plantebasert fiskefôr.

Det NIBIO ledede prosjektet 'Mycotoxin contamination in Norwegian food and feed- Modelling, reductive approach and risk assessment with regards to the whole food chain' (NFR-prosjekt 199412) (2010-2014) dekket en rekke av disse aspektene og har resultert i vitenskapelige publikasjoner innen flere av disse temaene. Dette inkluderer arbeid utført ved NMBU og VI på effekter av mykotoksinet alternariol som forekommer i frukt og korn (Frizzell, Ndossi, et al., 2013; Kalayou et al., 2014) og hormonhermende effekt av enniatin B som forekommer i korn (Kalayou et al., 2015). NIBIO og NLR har publisert modeller for hvordan værforhold påvirker produksjon av mykotoksinene DON og HT2/T2 i havre (Hjelkrem et al., 2018; Hjelkrem et al., 2017) og viser at ulike modeller kreves for å predikere forekomsten av de ulike mykotoksinene tilfredsstillende. Brodal (Brodal, Hofgaard, Eriksen, Bernhoft, & Sundheim, 2016) rapporterer en sammenlikning av økologisk og konvensjonell kornproduksjon med fokus på forekomst av mykotoksinene deoxynivalenol, HT2, T2, zearalenon, nivalenol, ochratoxin, men kan ikke vise klare forskjeller mellom produksjonssystemene. Denne studien illustrerer imidlertid også en generelt lav kovariasjon mellom de ulike typene mykotoksiner. Det ble tidlig i perioden publisert anbefalinger om hurtigtester for utvalgte mykotoksiner i havre og hvete (Aamot et al., 2013; Aamot et al., 2012) og som følge av dette ble slike hurtigtester tatt i bruk i kontrollen ved kornmottakene. Norske forskere publiserer også med internasjonale partnere og på problemstillinger ikke direkte knyttet til mykotoksiner i norskprodusert mat, men tilsvarende problemstillinger i ulike deler av verden/Europa (Beccari, Caproni, Tini, Uhlig, & Covarelli, 2016; Chala, Mohammed, Ayalew, & Skinnnes, 2013; Santini, Meca, Uhlig, & Ritieni, 2012; Tsehaye et al., 2017) og har bidratt i sammenstillinger av problematikken for Nord-Vest Europa (van der Fels-Klerx, Goedhart, et al., 2012; Van der Fels-Klerx, Klemsdal, et al., 2012). Det er få gode direkte bekjempingsmetoder for å kontrollere akksfusariose og utvikling og bruk av resistente kornsorter er et viktig tiltak for å redusere akksfusariose og mykotoksin-produksjon i norsk korn (Tekle et al., 2018). I det løpende prosjektet SafeOats (NFR-prosjekt 254751), ledet av NIBIO, er det satt fokus på resistens mot *Fusarium langsaethiae* i norske havresorter. Kunnskapsstatus om utfordringer ved mykotoksiner knyttet til soppenes biologi, plantehelse og planteverntiltak er behandlet i mer detalj i kunnskapsnotat om Plantehelse.

Prosjektene 'Effects of realistic mixtures of mould and mycotoxins on the immune system and assessment of human exposure' (NFR-prosjekt 213087) (2012-2016) og 'Toxicological characterization of selected secondary fungal metabolites in Norwegian grain' (NFR-prosjekt 185622) (2008-2012) ledet av VI har resultert i flere publikasjoner med bidrag fra VI, FHI og UiO med fokus på virkningsmekanismer og toksisitet for alternariol og deoxynivalenol (Solhaug, Eriksen, & Holme, 2016; Solhaug et al., 2013; Solhaug et al., 2012). Øvrige publikasjoner om virkningsmekanismer av mykotoksiner i perioden inkluderer hormonhermende effekt av ochratoxin A (Frizzell, Verhaegen, Ropstad, Elliott, & Connolly, 2013) og effekter av patulin som er et mykotoksin i eplejuice (Assuncao, Alvito, Kleiveland, & Lea, 2016) med forfattere fra NMBU, og effekter av penitrem A (Eriksen, Moldes-Anaya, & Faeste, 2013) med forfattere fra Veterinærinstituttet. I prosjektet "Mycotoxins and toxigenic fungi in Norwegian pig

farming: consequences for animal health and possible intervention strategies” (NFR-prosjekt 225332) (2013-2018) ledet av VI, ble giftigheten av DON på griser testet med sikte på å få informasjon for risikovurdering med tanke på dyrehelse og human helse og det er publisert hvordan resultater fra dyreforsøk kan ekstrapoleres til effekter på human helse (Faeste et al., 2018). ‘FUNtox - Sopp og mykotoksiner i et Én helse-perspektiv’ (438128) var en strategisk instituttsatsing ved VI i perioden 2014-2018. 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.

Det er publisert flere review artikler innen tematikken i perioden, deriblant en vurdering av eksponering for deoxinivalenol i Norge og risiko for ulike aldersgrupper (Sundheim et al., 2017) til dels basert på en risikovurdering gjennomført av VKM, og med bidragsyttere fra NIBIO, VI og FHI.

Det har i perioden vært finansiert flere prosjekt innenfor tematikken rundt potensiell overføring av forurensninger i plantebasert fiskefôr til mennesker. Prosjektene (NFR-prosjekt 199626 og 227387) ledet av Havforskningsinstituttet (NIFES) indikerer at dagens produksjonspraksis verken resulterer i restkonsentrasjoner av fremmedstoffer over gjeldende grenseverdier i fisk eller utgjør noen risiko for overføring til fiskefilet som mat (Nacher-Mestre et al., 2018; Nacher-Mestre et al., 2015). En publikasjon fra (Johny et al., 2019) har utviklet og validert en metode som kan påvise mykotoksiner og phytoøstrogener samtidig i plantebasert fiskefôr og fisk som har vært eksponert for dette fôret. Resultatene viste også at overføring til fiskemuskel ikke skjedde og at fileter fra fisk som var gitt plantebasert fôr var trygge. Neglisjerbar risiko for human helse som følge av mykotoksiner i laksefôr bekreftes også i studier utført ved VI (Bernhoft et al., 2017).

Plantetoksiner

Det er et økende fokus på utfordringene knyttet til plantetoksiner og mattrygghet. Mattilsynet har startet et overvåknings- og kontrollprogram for plantetoksiner i næringsmidler i perioden (oppstart 2017) og NIBIO er nylig utnevnt til nasjonalt referanselaboratorium på plantetoksiner i mat og fôr. Problemugras som inneholder plantetoksiner i åkeren kan følge med ved høsting av kulturveksten og dermed forurense matvarene, og det nystartede overvåknings- og kontrollprogrammet har foreløpig fokus på matvarene te, honning og kornbasert barnemat og på stoffene pyrrolizidin alkaloider og tropane alkaloider. Utfordringen med slike ugras og forekomst av plantetoksiner i norske jordbruksområder er imidlertid lite utforsket og det er få vitenskapelige publikasjoner knyttet til plantetoksiner i perioden. Vi har gjennom våre litteratursøk kun identifisert et egenfinansiert arbeid på virkningsmekanisme for toksiner i rome utført ved UiB (Vu et al., 2016).

Algetoksiner

Det nystartede prosjektet BLOOWATER (NFR prosjekt 300473) finansiert via JPI-Water med NIVA som norsk partner, har som mål å utvikle et beslutningsstøttesystem for offentlige vannforsyninger og aktuelle myndigheter. Dette for å kunne påvise risiko for oppblomstring av giftproduserende cyanobakterier i råvannskilder for drikkevannsproduksjon og gjøre det mulig å reagere med hensiktsmessige tiltak. Veterinærinstituttet har deltatt i flere prosjekter der algetoksiner (ECSafeSEAFOOD, MARBioFEED; NFR-prosjekt 258677, CiguaPIRE; NFR-prosjekt 279247) og

cyanobakterielle toksiner (TARGET; NFR prosjekt 243907, CyanoTox; NFR-prosjekt 196085) har vært i fokus. Det har bl.a. vært arbeidet med nye metoder for påvisning av nyere algetoksiner i sjømat (Leonardo et al., 2018; Leonardo et al., 2017; Samdal et al., 2015), utvikling av referansematerialer for marine algetoksiner som er essensielt for analytiske metoder, samt videreutvikling av metodikk (Miles et al., 2018; Samdal et al., 2019). Resultatene fra ECSafeSEAFOOD har også gitt grunnlag for nye risikovurderinger (Rambla-Alegre et al., 2018). I TARGET-prosjektet ble spiselige deler av edelkreps undersøkt for forekomst av mikrocystiner (cyanobakterielle toksiner), mens det i CyanoTox bl.a. ble utviklet rimelige og enkle verktøy for påvisning av mikrocystiner i bl.a. drikkevann og vannverksprøver, kosttilskudd, krepsevev m.m. (Samdal, Ballot, Lovberg, & Miels, 2014).

Rester av plantevernmidler

Publiserte studier i perioden med tematikk rester av plantevernmidler i mat og fôr, dvs. plantevernmidler som ikke er inkludert i kategorien persistente organiske forurensninger (POPs), er i hovedsak fokusert rundt mulige forskjeller i helseeffekter fra mat produsert med økologisk versus konvensjonell dyrkingspraksis samt forekomst av plantevernmidler i fiskefôr og mulige effekter på fiskehelse og eventuell videreføring i næringskjeden.

I perioden er det publisert en rekke vitenskapelige arbeider basert på Mor-Barn studien (NFR-prosjekt 176827) ledet av FHI, med fokus på hvordan inntak av økologisk produsert mat påvirker helsetilstanden hvor de kunne rapportere noe positive effekter av inntak av økologisk dyrkede grønnsaker. (Brantsaeter et al., 2016; Brantsaeter, Ydersbond, Hoppin, Haugen, & Meltzer, 2017; Cequier, Sakhi, Haug, & Thomsen, 2017; Torjusen et al., 2014). De publiserte arbeidene har bidrag fra FHI SIFO, SSB, NMBU, Nofima og Oikos. UiO har også bidratt til en større review av problemstillingen rundt konsum av økologiske produkter og effekter på human helse (Baranski, Rempelos, Iversen, & Leifert, 2017). FHI deltar også i H2020 prosjektet Euromix (2015-2019) med fokus på å utvikle en trinnvis strategi for risikovurdering av blandinger av kjemikalier.

Prosjektet 'Evaluation of contaminant interactions using integrative high-throughput technology for aquafeed safety' (NFR-prosjekt 254807) (2016-2020) ledet av Havforskningsinstituttet, har fokus på problemstillinger knyttet til overgangen fra fiskefôr basert på marine råvarer til dagens situasjon med en hovedandel plantebasert fiskefôr. Det er imidlertid foreløpig ikke publisert resultater med fokus på mulig helserisiko for mennesker. Vitenskapelige publikasjoner i perioden har fokus på analysemetodikk for å klarlegge dette problemomfanget (Nacher-Mestre et al., 2014; Portoles, 2017; Regueiro, Negreira, & Berntssen, 2016; Regueiro, Negreira, Hannisdal, & Berntssen, 2017).

De løpende overvåknings- og kontrollprogrammene på rester av plantevernmidler i mat og fôr gir en løpende status for mattryggheten knyttet til i norskproduserte og importerte varer, og datagrunnlaget som samles inn i disse programmene vil kunne gi grunnlag for vitenskapelige publikasjoner (Skretteberg et al 2015) selv om det ikke gir detaljkunnskap knyttet til hvordan produksjonsprosessen påvirker forekomst av plantevernmidler i produktene. Det er i 2018 og 2019 startet opp to samarbeidsprosjekt Norge-Kina med fokus på plantevernmidler og mattrygghet innenfor korn (Sinograin II, finansiert av UD) og grønnsaker (LowImpact, NFR287431) ledet av NIBIO, hvor ett av hovedmålene er å utvikle en screeningmetode på LC-HRMS teknologi som omfatter over 800 ulike plantevernmidler og metabolitter i jord, ris, hvete og utvalgte grønnsaker. Dette vil være svært viktig for en forbedret kartlegging og overvåking av mattrygghet med tanke på rester av plantevernmidler framover.

Rester av veterinære legemidler

Rester av veterinære legemidler kan spores i fisk, egg, melk og kjøtt hvis midlene har vært brukt feil og i for store mengder. Prosjektet Safety-PAP (NFR227387) (2013-2017) ledet av Havforskningsinstituttet (NIFES), tok blant annet opp risiko for overføring av veterinærlegemidler til fiskefilet ved økt bruk av animalske bi-produkter i fiskefôr. Det er utviklet analysemetodikk for å kunne avdekke problemomfanget med rester av blant annet veterinærlegemidler i aktuelle råstoffer av animalsk opprinnelse (Nacher-Mestre et al., 2016). Det har for øvrig vært lite norsk forskningsaktivitet og publisering på temaet i perioden.

Planteopptak av fremmedstoffer/Resirkulering av bioressurser

Overføring av fremmedstoffer fra jord til mat kan være en eksponeringsvei for mennesker, både når det gjelder uorganiske elementer og organiske miljøgifter. For persistente og bioakkumulerende miljøgifter kan det potensielt også være en indirekte eksponering via fôrplanter og husdyr (melk og animalske matprodukter). Miljøgifter kan ha opphav i gjødselvarer og jordforbedringsmidler, men nedbør og atmosfærisk nedfall kan også bidra, samt at alunskifer-jord har et naturlig forhøyet innhold av potensielle toksiske elementer (PTE) som for eksempel radioaktive elementer.

Resirkulering av sekundære næringsstoffer og organisk materiale tilbake til jord er viktig for et bærekraftig samfunn, men det er viktig å ikke spre fremmedstoffer som potensielt kan føre til miljø-, dyre- og helserisiko. Enkelte råstoffer som for eksempel avløps slam, har spesielt fokus med tanke på innhold av miljøgifter. I avløps slam forefinnes PTE, og hvor det per i dag er det satt grenseverdier for innhold i gjødselvarer for Cd, Pb, Zn, Cu, Cr, Hg og Ni. Gjennom kartlegging og undersøkelser som er finansiert av både avløpsbransjen selv og miljømyndighetene, finnes det en del kunnskap om konsentrasjonsnivåer i både rensed avløpsvann og avløps slam for en rekke organiske miljøgifter og legemiddelrester. Mange av de organiske miljøgifter har opphav fra ulike tilsetningsstoffer i hverdagsprodukter. Husdyrgjødsel fra gris og fjørfe kan ha høyt innhold av Cu og Zn, og husdyrgjødsel fra medisiner besetning vil kunne inneholde rester av veterinærmedisin. Likeledes kan fiskeslam inneholde rester av veterinærmedisin og forhøyet innhold av Cd og Zn. Per i dag er det ikke grenseverdier for organiske miljøgifter i gjødselvarer i gjødselvarerforskriften, men utvikling av grenseverdier er i prosess.

Under anaerob utråtning i biogassprosesser, brytes store deler av det organiske materialet ned og danner biogass, og fører til at konsentrasjonen av uorganiske elementer og persistente miljøgifter i biorest på tørrstoffbasis øker. Biorest med opphav fra substrat med opprinnelig forhøyet innhold av PTE og persistente organiske miljøgifter, er derfor også en kilde som potensielt kan spre miljøgifter når det anvendes som jordforbedringsmiddel.

Et pågående prosjekt som NMBU leder (2016-2020), 'Novel organic pollutants from recycling of organic waste as risk factors for human exposure' (NFR268214) finansiert fra Miljøforsk, har nettopp fokus på å undersøke tilstedeværelse og skjebnen av menneskeskapt organiske forurensninger i biogass relatert produksjonsprosesser. I en nylig publisert artikkel (Ali et al., 2019) hvor 19 prøver fra biogass med opphav fra 12 biogassanlegg i Norge, ble analysert for potensielle organiske miljøgifter, 25 legemidler og kosmetikkrelaterte forbindelser, samt 11 metabolitter. Biorest ble sentrifugert og væske- og fast fase ble analysert. De høyeste konsentrasjonene ble analysert i fast fase, men sammenlignet med væskefasen, ble færre forbindelser påvist i fast fase (17 av 24 forbindelser). TCPP (en organofosfat-flammehemmer), oktokrylen (UV-beskyttende forbindelse i solkrem) og legemidlene losartan og

metoprolol ble ofte påvist i fast fase. I væskefasen var det de samme forbindelsene, men også acetaminophen, prednisolone, DEET og ibuprofen som ble påvist i konsentrasjonsområdet ti til flere hundre µg/L. En rekke andre legemidler, mange ikke reseptbelagte, ble ofte funnet i væskefasen.

Målet med prosjektet 'Biosolids in food production – phosphorus recycling and food safety' (2011-2016) (NFR207811) ledet av NIBIO, var å øke kunnskapen om hvordan "biosolids" kan bli en framtidig kilde til fosfor i matproduksjon uten å gå på bekostning av mattrygghet og miljø. Akkumulering av utvalgte organiske miljøgifter (galaxolid, tonalide, nonylfenol monoetoksilate, triklosan, tris(1-chloro-2-propyl) phosphate (TCPP)) i meitemark som levde i jord med og uten planter ble undersøkt (Rivier et al., 2019). Overføringsfaktoren til meitemark (konsentrasjonen i meitemark/konsentrasjonen i jord) for galaxolid og triklosan har høyere i jord uten planter enn med planter. Med unntak for galaxolid, ble det ikke påvist en reduksjon i jord med tilstedeværelse med planter. Et prosjekt finansiert av Matprogrammet og som avsluttet i 2011, ga mye relevant kunnskap og derfor valgt å inkluderes selv om det er utenfor tidsperioden for kunnskapsnotatet. Målet med prosjektet 'From plants to human - plant accumulation and transfer of organic foreign compounds in primary food chain' (2008-2011) (NFR-prosjekt 184839) ledet av NIBIO, var å i) generere opptak- og translokeringsdata for organiske miljøgifter i viktige fôr- og matplanter, ii) undersøke *in-planta* metabolisering for utvalgte miljøgifter, samt iii) verifisere eksisterende opptaksmodeller med datamateriale fra prosjektet, og å bidra til kunnskap for risikovurderinger og regelverk-utvikling. I prosjektet ble elleve miljøgifter som ofte forefinnes i avløpsslam studert; det inkluderte blant annet triklosan, muskforbindelsene galaxolid og tonalid, legemidlene ciprofloxacin og metformin, og tre ulike organofosfat-forbindelser. I perioden narasin ble tilsatt i fjørfe-fôr, var det funnet mg/kg konsentrasjoner av narasin i fjørfe-gjødsel, og narasin inngikk derfor også i prosjektet (T. Eggen, Asp, T.N., Grave, K., Hormazabal, V., 2011). En rekke viktige mat- og fôrplanter ble inkludert i prosjektet (hvete, havre, bygg, fire ulike fôrgras, raps, gulrot, potet, tomat, squash). Ettersom å genere overførings- og translokeringsfaktorer av de studerte miljøgiftene var en av hensiktene i prosjektet, ble opptaksstudiene gjennomført i jord som ble tilsatt testforbindelene i nivåer som var antatt å kunne gi funn over den analytiske deteksjonsgrensen til stoffene. Et av hovedfunnene i prosjektet viste at triklosan i gulrot danner fase II metabolitter, og at konsentrasjonen av metabolittene var 5 ganger høyere enn tilsetningsstoffet triklosan (Macherius et al., 2012). En vet ikke om fase II metabolittene kan omdannes tilbake til triklosan under fordøyelsen. En slik underestimert av opptak av miljøgifter og videre skjebnen til fase II metabolitter i mat- og fôrplanter er viktig å kartlegge nærmere. Forsøk viste også at et av legemidlene, metformin (middel brukt for diabetes 2) hadde spesielt høy overføring til rapsfrø – ca. 20 ganger høyere konsentrasjon i frø enn i jord. Det er en langt høyere overføring til frø enn hva som er vanlig å finne (T. Eggen & Lillo, 2012). Metformin har lik struktur med flere naturlige planteforbindelser, og det ble antatt at metformin forveksles (mimicking) med de naturlige planteforbindelsene og tas aktivt opp i rapsfrø via organiske kation-transportere i cellemembranene (T. Eggen, Lillo, C., 2015). Forsøkene viste også at for to relativt like forbindelser (for eksempel TCPP og TCEP), kunne opptak og overføring til blad og frø i ulike planter være høyst ulike. Som allerede funnet i andre studier, ble det vist at ett og samme stoff kan ha betydelige forskjellig opptak og overføring i ulike planter. Også ulike sorter av gulrøtter ga forskjeller i opptak av ulike forbindelser (T. Eggen, Asp, T.N., Grave, K., Hormazabal, V., 2011; T. Eggen, Heimstad, E., Stuanes, A.O., Norli, H.-R., 2013). Opptaksdataene generert i prosjektet ble brukt til å justere og verifisere planteopptaksmodeller etablert av prof. Stefan Trapp ved Danmark Tekniske Universitet (DTU) (Trapp, 2013). Disse modellen er basert på nyere kunnskap enn planteopptak-modellene som for eksempel per i dag ligger inn for å

etablere normverdier for miljøgifter i forurenset grunn (SFT, 2009). Dette er helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn, hvor en opptaksmodell for opptak i røtter og en til overjordisk plantemateriale fra 1999 anvendes (SFT, 1999). De gamle planteopptakmodellene bør erstattes med nyere modeller.

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. Det bør for øvrig være et bærende prinsipp at materiale og resultater framkommet gjennom de offentlig finansierte programmene gjøres tilgjengelig for videre forskning for alle forskningsinstitusjoner etter publisering.

Norsk overvåkningssystem for antibiotikaresistens hos mikrober (NORM) og Norsk overvåkningsprogram 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 overvåkning

Forvaltningsinstitusjonene Folkehelseinstituttet og Veterinærinstituttet har ansvar for å bistå Mattilsynet i oppklaring av mat- og vannbårne sykdomsutbrudd. På samme måte som for overvåknings- og kontrollprogrammene er denne virksomheten i seg selv ikke forskning, men beskrivelser og oppklaring av utbrudd publiseres gjerne som vitenskapelige artikler. Utbruddsoppklaringen gir imidlertid ofte et insentiv til ny forskning rundt metoder for diagnostikk og typing av utbruddsagens, studier av reservoar, smitteveier og overlevelse gjennom ulike produksjoner, samt patogenitet og behandling. Slik forskning er blant annet gjort ved Folkehelseinstituttet, Veterinærinstituttet, Veterinærhøgskolen NMBU og NOFIMA, og gjelder ikke minst forhold rundt STEC/EHEC, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Cryptosporidium* spp., *Giardia* spp. Forskningsresultatene har for eksempel hatt betydning for at det ble satt endrede krav til produksjon av spekepølse for å redusere risiko for overføring av EHEC gjennom slike produkter. Et utbrudd av kryptosporidiose knyttet til hjemlaget epleaft i Norge i 2018 har fått oppmerksomhet da alle de andre epleaft utbrudd av kryptosporidiose er fra USA (Robertson, Temesgen, Tysnes, & Eikas, 2019)

Se *Kunnskapsnotat om mattrygghet i næringsmiddelindustrien (KUNMAT2)* for mer informasjon.

Generiske studier

HUNT One Health-prosjektet ble etablert med støtte ved Landbruks- og matdepartementet i 2017. Prosjektet er et samarbeid mellom NTNU (Helseundersøkelsen i Nord-Trøndelag), Veterinærhøgskolen NMBU og Veterinærinstituttet. HUNT One Health organiserer innsamling av fecesprøver fra ulike dyrearter og koordinerer innsamlingen med HUNT4-prosjektet. Med dette legges det til rette for at det kan designes en rekke ulike forskningsprosjekter som studerer samspillet mellom dyrs og menneskers helse, inkludert mat- og vannbårne infeksjoner. I 2018 og 2019 er tiden brukt på å konsolidere organisasjonen, organisere prøveinnsamling og mottak/lagring av disse, samt teste ut prosedyrer og «pipelines» for sekvensering av mikrobiota og analyse av data.

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.

Den viktigste nasjonale infrastruktur-ressursen innen mattrygghetsforskning er Patogen prosesshall som er lokalisert ved NOFIMA, og er etablert og drives i samarbeid med NMBU. Hallen er en høysikkerhetshall, der det er lagt til rette for å produsere mat som inneholder til dels svært patogene mikroorganismer, som for eksempel EHEC og *L. monocytogenes*. I hallen er det mulig å forske på patogene mikroorganismer i mat under prosessering, pakking og lagring, samt studere effekter av vask- og desinfeksjonsmetoder. En viktig oppgave er å øke kunnskapen om mikroorganismenes evnet til å tilpasse seg endrede resepter og produksjonsmetoder.

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 politikktutforming av EØS-lovverket 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

Analyser 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 nettverkstprosjektet 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 plantehelsefeltet

Prosjektet PLANTVALUE (NFR268273) (2017-2020) som ledes av NIBIO, har som mål å bidra til økt kunnskap om verdien av arbeidet som gjøres på området plantehelse, 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 (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 (33,2%) utbrudd 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 helseregulverket (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 kraft 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 sjømatnæringsens 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 reguleringssaker 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 PathFoodChain (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 essensielt 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 er i stand til å overvåke og evaluere forbedringer i produktivitet og kvalitet (inkludert av mattrygghet) på kjøtt og kyllingsverdikjeder. 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 mat-trygghet 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.

Internasjonal virksomhet

Norske forskere innen mattrygghet er engasjert i en rekke internasjonale nettverk og forskningsprosjekter. Noe av forskningen som er gjort i regi av EUs Horizon 2020-prosjekter (EU FP7) er omtalt i den tematiske omtalen av forskningen, men internasjonal forskning drives også av norske forskere gjennom ulike bi- og flerlaterale avtaler. Dette gjelder for eksempel forskning som gjøres av at PhD-studenter og post docs gjennomfører forskningsopphold i utlandet uten at dette er knyttet til noe større prosjekt.

EU finansierer ulike nettverk der for eksempel 'Joint Programming Initiative on Antimicrobial Resistance' er ett av disse. JPIAMR er en global samarbeidsplattform for arbeid med antibiotikaresistens i en én helse-tilnærming. I 'REDUCE AMU' (2018-2020) brukes svineproduksjon i Thailand som en case for å teste ut tiltak som kan bidra til å redusere antibiotikabruk i produksjonen.

For tiden pågår det H2020 finansierte 'One Health European Joint Programme' (2018-2022). Prosjektet har 38 deltakere blant institusjoner og laboratorier som arbeider på mat, veterinær og human-siden fra 19 land i Europa. Programmet inneholder ulike aktiviteter som Joint Research Projects, Joint Integrative Projects og opplæring og kunnskapsoverføring innen områdene matbårne zoonoser, antimikrobiell resistens og nye helsetrusler (<https://onehealthjp.eu/>).

EUs COST-aksjoner er nettverksaktivitet som kan gi opphav til videre forskning, og samarbeidet innenfor COST-aksjoner kan også resultere i vitenskapelig publikasjoner. Eksempler på relevante COST-aksjoner er 'EURO-FBP: An European Network for Foodborne Parasites' (Devleesschauwer et al., 2017; Klotz, Soba, Skvarc, Gabriel, & Robertson, 2017; P. F. Paulsen, F.; Gerard, C.; La Carbona, S.; Robertson, L. J., 2019), 'NEOH; Network for Evaluation of One Health', 'HUPLANT Control (Control of human pathogenic micro-organisms in plant production systems)'; Cystinet (European network on taeniosis/cysticercosis); RIBMINS (Risk-based meat inspection); COST Action Feed for Health (FA0802), (Pinotti et al., 2014).

Prosjektet 'Euro-FBP', var også viktig med hensyn til senere EJP forskningssamarbeid, med tre prosjekter om matbårne parasitter, med prosjektstart i 2020 - ToxoSources, Paradise, og MiMi. Veterinærinstituttet og NMBU er involvert i alle disse tre.

Noe av det viktigste som kom ut av 'Euro-FBP' var en risikorangering av matbårne parasitter i Europa, som skapte nok interesse til at EFSA fulgte opp med et prosjekt ledet av NMBU som tok for seg tre av disse parasittene (*Toxoplasma*, *Echinococcus* og *Cryptosporidium*). 'Euro-FBP' var også viktig med hensyn til EFSA's finansiering av et nytt forskning- og metodeutviklingsprosjekt, 'IMPACT (Standardising molecular detection methods to IMProve risk assessment capacity for foodborne protozoan Parasites, using *Cryptosporidium* in ready-to-eat salad as a model)', ledet av BfR i Tyskland, og hvor NMBU har vært sterkt involvert.

I 2018 ble det startet opp et ERA-Net LEAP Agri-prosjekt "European-African partnership for safe and efficient use of mycotoxin-mitigation strategies in sub-Saharan Africa". Prosjektet handler om trygge og effektive post-harvest strategier for å redusere eksponering overfor aflatoksiner og fumonisiner, med spesielt fokus på barn.

Norske forskere har siden starten på 2000-tallet samarbeidet tett med forskningsmiljøer i Sørøst-Afrika, og i den aktuelle 2012-2019 tidsperioden har samarbeidet foregått gjennom NORHED- og NORPART-prosjekter samt forskningsrådsfinansierte prosjekter. Fokus har i stor grad vært på både mat- og vannbårne infeksjonssykdommer og mat- og vannbårne kontaminanter, men går også på kapasitetsbygging i forhold til økt matproduksjon. Eksempler på slike prosjekter er 'CAPAZOMANINTECO Capacity development on Zoonotic Disease Management using integrated ecosystems health approach to human-livestock wildlife interface in the Eastern and Southern Africa', 'TRAHESA Capacity development for higher education and research on aquatic resources and food security in Eastern and Southern Africa' og 'MORATANZ Environmental contaminants in Eastern Africa: Human health at risk? North Eastern Tanzania as a model'. Disse prosjektene har resultert i en rekke PhD-grader og mange publiserte forskningsartikler. Et par eksempler er (Odoch et al., 2018; Odoch et al., 2017; Polder et al.,

2016; Polder et al., 2014). Prosjektet 'FORTECASE Fostering quality graduate and postgraduate training and research through enhanced academic collaboration and mutual student exchange' som fokuserer på PhD- og masterutdanning innen blant annet mat- og vannbårne infeksjonssykdommer, inkludert utvikling og spredning av antibiotikaresistens, starter opp i 2019.

NORHED-prosjekter har også hatt fokus på klimaforandringer og hvordan ulike land i Asia og Afrika i dette perspektivet skal utvikle robuste infrastrukturer innen vann og sanitær for blant annet å sikre nok og trygt vann til befolkningen ('Water and Society (WaSo-Asia) – Water management and Climate Change adaptation in Sri Lanka, Bangladesh and Cambodia', 'Water and Society (WaSo-Africa) –Water Management and Climate Change Adaptation in the Nile Basin').

I de siste årene er det stimulert til økt forskningssamarbeid med India. Ifølge NORAD har økonomisk utvikling, miljø og energi, helse og forskning vært de viktigste områdene for norsk bistand til India etter 2000. Innenfor mattrygghetsområdet har norske forskere vært involvert i forskning knyttet til spredning av mat- og vannbårne parasitter som *Giardia* spp. og *Cryptosporidium* spp. (Utaaker et al., 2015; Utaaker, Kumar, Joshi, Chaudhary, & Robertson, 2017; Utaaker, Skjerve, & Robertson, 2017).

En fellesnevner for samarbeidsprosjektene med afrikanske og asiatiske land er kunnskapsgenerering om forekomst av smittestoffer og kontaminanter i primærproduksjonen og videre spredning av disse fram mot konsument, og innebærer ofte elementer av metodeetablering. Slik deskriptiv kunnskap er et viktig kunnskapsgrunnlag for etablering av kontroll- og overvåkningsprogrammer, samt tiltak for å fremme god folke- og dyrehelse. Prosjektene settes derfor gjerne i et Én helse-perspektiv.

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 også 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-patogen interaksjoner, 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 politikktutforming og forvaltningspraksis ettersom mye fortsatt i for 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 verdiskaping 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, forbrugeradferd 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 matbåren 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 mikrobefunn 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 mikrobefunn 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 mikroben 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, analysing 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 utbruddsoppløring 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, 2018)) 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 vitenskapeligbaserte 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 dannes ved Maillard reaksjonen eller ved lipidoksidasjon. 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. Det være seg 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 resirkulært 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 mattrygghetsrisikoer 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 i 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 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 helseråd 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

- Aamot, H. U., Hofgaard, I. S., Brodal, G., Elen, O., Holen, B., & Klemsdal, S. S. (2013). Evaluation of rapid test kits for quantification of HT-2 and T-2 toxins in naturally contaminated oats. *World Mycotoxin Journal*, 6(1), 31-41.
- Aamot, H. U., Hofgaard, I. S., Brodal, G., Elen, O., Jestoi, M., & Klemsdal, S. S. (2012). Evaluation of rapid test kits for quantification of deoxynivalenol in naturally contaminated oats and wheat. *World Mycotoxin Journal*, 5(4), 339-350.
- Abdollahi, M. R. R., V.; Svihus, B. (2013). Pelleting of broiler diets: An overview with emphasis on pellet quality and nutritional value. *Animal Feed Science and Technology*, 179(1-4), 1-23.
- Adeogun, A. O., Ibor, O. R., Imiuwa, M. E., Omogbemi, E. D., Chukwuka, A. V., Omiwole, R. A., & Arukwe, A. (2018). Endocrine disruptor responses in African sharptooth catfish (*Clarias gariepinus*) exposed to di-(2-ethylhexyl)-phthalate. *Comparative Biochemistry and Physiology C-Toxicology & Pharmacology*, 213, 7-18.
- 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., Nesse, A. S., Eich-Greatorex, S., Sogn, T. A., Aanrud, S. G., Bunaes, J. A. A., . . . Kallenborn, R. (2019). Organic contaminants of emerging concern in Norwegian digestates from biogas production. *Environmental Science-Processes & Impacts*, 21(9), 1498-1508.
- Alvseike, O., Rossvoll, E., Rotterud, O. J., Nesbakken, T., Skjerve, E., Prieto, M., . . . Hauge, S. J. (2019). Slaughter hygiene in European cattle and sheep abattoirs assessed by microbiological testing and Hygiene Performance Rating. *Food Control*, 101, 233-240.
- Andersen, C. (2014). Faren fremfor varen-eller varen fremfor faren? En organisasjonsteoretisk analyse av mat-og helsesektorens utforming av kostholdsrad. *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.
- Arukwe, A., Carteny, C. C., Moder, M., Bonini, A., Maubach, M. A., & Eggen, T. (2016). Differential modulation of neuro- and interrenal steroidogenesis of juvenile salmon by the organophosphates - tris(2-butoxyethyl)- and tris(2-cloroethyl) phosphate. *Environmental Research*, 148, 63-71.
- Arukwe, A., Olufsen, M., Cicero, N., & Hansen, M. D. (2014). Effects on Development, Growth Responses and Thyroid-Hormone Systems in Eyed-Eggs and Yolk-Sac Larvae of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Continuously Exposed to 3,3',4,4'-Tetrachlorobiphenyl (PCB-77). *Journal of Toxicology and Environmental Health-Part a-Current Issues*, 77(9-11), 574-586.
- Aspevik, T., Oterhals, A., Ronning, S. B., Altintzoglou, T., Wubshet, S. G., Gildberg, A., . . . Lindberg, D. (2017). Valorization of Proteins from Co- and By-Products from the Fish and Meat Industry. *Topics in Current Chemistry*, 375(3), 28.
- Assuncao, R., Alvito, P., Kleiveland, C. R., & Lea, T. E. (2016). Characterization of in vitro effects of patulin on intestinal epithelial and immune cells. *Toxicology Letters*, 250, 47-56.
- Averina, M., Brox, J., Huber, S., & Furberg, A. S. (2018). Perfluoroalkyl substances in adolescents in northern Norway: Lifestyle and dietary predictors. The Tromso study, Fit Futures 1. *Environment International*, 114, 123-130.
- Bang, H. P. H. (2013). Hvordan sikres redelige opplysninger om maten vår? *Lov og Rett*, 52(7), 451-467.
- Baranski, M., Rempelos, L., Iversen, P. O., & Leifert, C. (2017). Effects of organic food consumption on human health; the jury is still out! *Food & Nutrition Research*, 61.
- 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.
- Beccari, G., Caproni, L., Tini, F., Uhlig, S., & Covarelli, L. (2016). Presence of Fusarium Species and Other Toxicogenic Fungi in Malting Barley and Multi-Mycotoxin Analysis by Liquid Chromatography-High-Resolution Mass Spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(21), 4390-4399.
- Bernhoft, A., Hogasen, H. R., Rosenlund, G., Ivanova, L., Berntssen, M. H. G., Alexander, J., . . . Faeste, C. K. (2017). Tissue distribution and elimination of deoxynivalenol and ochratoxin A in dietary-exposed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Additives and Contaminants Part a-Chemistry Analysis Control Exposure & Risk Assessment*, 34(7), 1211-1224.
- Berntsen, H. F., Fonnum, F., Walaas, S. I., & Bogen, I. L. (2016). Low-Chlorinated Non-Dioxin-like Polychlorinated Biphenyls Present in Blood and Breast Milk Induce Higher Levels of Reactive Oxygen Species in Neutrophil Granulocytes than High-Chlorinated Congeners. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, 119(6), 588-597.
- Berntssen, M. H. G., Sanden, M., Hove, H., & Lie, O. (2016). Modelling scenarios on feed-to-fillet transfer of dioxins and dioxin-like PCBs in future feeds to farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Chemosphere*, 163, 413-421.

- Biancarosa, I., Liland, N. S., Biemans, D., Araujo, P., Bruckner, C. G., Waagbo, R., . . . Amlund, H. (2018). Uptake of heavy metals and arsenic in black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae grown on seaweed-enriched media. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *98*(6), 2176-2183.
- Birgisdottir, B. E., Brantsaeter, A. L., Kvalem, H. E., Knutsen, H. K., Haugen, M., Alexander, J., . . . Meltzer, H. M. (2012). Fish liver and seagull eggs, vitamin D-rich foods with a shadow: Results from the Norwegian Fish and Game Study. *Molecular Nutrition & Food Research*, *56*(3), 388-398.
- Bodin, J., Groeng, E. C., Andreassen, M., Dirven, H., & Nygaard, U. C. (2016). Exposure to perfluoroundecanoic acid (PFUnDA) accelerates insulinitis development in a mouse model of type 1 diabetes. *Toxicology Reports*, *3*, 664-672.
- Brantsaeter, A. L., Torjusen, H., Meltzer, H. M., Papadopoulou, E., Hoppin, J. A., Alexander, J., . . . Haugen, M. (2016). Organic Food Consumption during Pregnancy and Hypospadias and Cryptorchidism at Birth: The Norwegian Mother and Child Cohort Study (MoBa). *Environmental Health Perspectives*, *124*(3), 357-364.
- Brantsaeter, A. L., Ydersbond, T. A., Hoppin, J. A., Haugen, M., & Meltzer, H. M. (2017). Organic Food in the Diet: Exposure and Health Implications. In J. E. Fielding (Ed.), *Annual Review of Public Health*, Vol 38 (Vol. 38, pp. 295-313). Palo Alto: Annual Reviews.
- Brodal, G., Hofgaard, I. S., Eriksen, G. S., Bernhoft, A., & Sundheim, L. (2016). Mycotoxins in organically versus conventionally produced cereal grains and some other crops in temperate regions. *World Mycotoxin Journal*, *9*(5), 755-770.
- Carlsson, P., Crosse, J. D., Halsall, C., Evenset, A., Heimstad, E. S., & Harju, M. (2016). Perfluoroalkylated substances (PFASs) and legacy persistent organic pollutants (POPs) in halibut and shrimp from coastal areas in the far north of Norway: Small survey of important dietary foodstuffs for coastal communities. *Mar Pollut Bull*, *105*(1), 81-87.
- Carlsson, P., Herzke, D., & Kallenborn, R. (2014a). Enantiomer-Selective and Quantitative Trace Analysis of Selected Persistent Organic Pollutants (POP) in Traditional Food from Western Greenland. *Journal of Toxicology and Environmental Health-Part a-Current Issues*, *77*(9-11), 616-627.
- Carlsson, P., Herzke, D., & Kallenborn, R. (2014b). Polychlorinated biphenyls (PCBs), polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and perfluorinated alkylated substances (PFASs) in traditional seafood items from western Greenland. *Environmental Science and Pollution Research*, *21*(6), 4741-4750.
- Caspersen, I. H., Aase, H., Biele, G., Brantsaeter, A. L., Haugen, M., Kvalem, H. E., . . . Knutsen, H. K. (2016). The influence of maternal dietary exposure to dioxins and PCBs during pregnancy on ADHD symptoms and cognitive functions in Norwegian preschool children. *Environment International*, *94*, 649-660.
- Caspersen, I. H., Haugen, M., Schjolberg, S., Vejrup, K., Knutsen, H. K., Brantster, A. L., . . . Kvalem, H. E. (2016). Maternal dietary exposure to dioxins and polychlorinated biphenyls (PCBs) is associated with language delay in 3 year old Norwegian children. *Environment International*, *91*, 180-187.
- Caspersen, I. H., Knutsen, H. K., Brantsaeter, A. L., Haugen, M., Alexander, J., Meltzer, H. M., & Kvalem, H. E. (2013). Dietary exposure to dioxins and PCBs in a large cohort of pregnant women: Results from the Norwegian Mother and Child Cohort Study (MoBa). *Environment International*, *59*, 398-407.
- Caspersen, I. H., Thomsen, C., Haug, L. S., Knutsen, H. K., Brantsaeter, A. L., Papadopoulou, E., . . . Meltzer, H. M. (2019). Patterns and dietary determinants of essential and toxic elements in blood measured in mid-pregnancy: The Norwegian Environmental Biobank. *Science of the Total Environment*, *671*, 299-308.
- Cechova, E., Scheringer, M., Seifertova, M., Mikes, O., Kroupova, K., Kuta, J., . . . Kocan, A. (2017). Developmental neurotoxicants in human milk: Comparison of levels and intakes in three European countries. *Science of the Total Environment*, *579*, 637-645.
- Cequier, E., Sakhi, A. K., Haug, L. S., & Thomsen, C. (2017). Exposure to organophosphorus pesticides in Norwegian mothers and their children: Diurnal variability in concentrations of their biomarkers and associations with food consumption. *Science of the Total Environment*, *590*, 655-662.
- Ceuppens, S., Johannessen, G. S., Allende, A., Tondo, E. C., El-Tahan, F., Sampers, I., . . . Uyttendaele, M. (2015). Risk Factors for Salmonella, Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* and *Campylobacter* Occurrence in Primary Production of Leafy Greens and Strawberries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *12*(8), 9809-9831.
- Chala, A., Mohammed, A., Ayalew, A., & Skinnis, H. (2013). Natural occurrence of aflatoxins in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) from eastern Ethiopia. *Food Control*, *30*(2), 602-605.
- Christensen, E., Nilsen, V., Hakonsen, T., Heistad, A., Gantzer, C., Robertson, L. J., & Myrmet, M. (2017). Removal of model viruses, *E. coli* and *Cryptosporidium* oocysts from surface water by zirconium and chitosan coagulants. *J Water Health*, *15*(5), 695-705.
- Dahl, C., Sogaard, A. J., Tell, G., & Aamodt, G. (2012). DO HEAVY METALS IN MUNICIPAL DRINKING WATER INCREASE THE RISK OF HIP FRACTURES? THE NORWEGIAN EPIDEMIOLOGIC OSTEOPOROSIS STUDY (NOREPOS). *Osteoporosis International*, *23*, S554-S554.
- de Gelder, S., van Och, L., Zethof, J., Pelgrim, T. N. M., Rasinger, J. D., Flik, G., . . . Klaren, P. H. M. (2017). Uptake of benzo a pyrene, but not of phenanthrene, is inhibited by fatty acids in intestinal brush border membrane vesicles of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comparative Biochemistry and Physiology C-Toxicology & Pharmacology*, *195*, 1-8.

- Dees, M. W., Lysoe, E., Nordskog, B., & Brurberg, M. B. (2015). Bacterial Communities Associated with Surfaces of Leafy Greens: Shift in Composition and Decrease in Richness over Time. *Appl Environ Microbiol*, 81(4), 1530-1539.
- Devleesschauwer, B., Bouwknegt, M., Dorny, P., Gabriël, S., Havelaar, A. H., Quoilin, S., . . . Trevisan, C. (2017). Risk ranking of foodborne parasites. State of the art. *Food and Waterborne Parasitology*, 8-9, 1-13.
- 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.
- EFSA. (2018). 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. (2019). Food Safety Regulatory Research Needs 2030. *EFSA Journal*, 17(7).
- Eggen, T., Asp, T.N., Grave, K., Hormazabal, V. (2011). Uptake and translocation of metformin, ciprofloxacin and narasin in forage- and crop plants. *Chemosphere*, 85, 26-33.
- Eggen, T., Heimstad, E., Stuanes, A.O., Norli, H.-R. (2013). Uptake and translocation of organophosphates and other emerging contaminants in food and forage crops. *Environ. Sci. & Pollut. Res.*, 20, 4520-4531.
- Eggen, T., & Lillo, C. (2012). Antidiabetic II Drug Metformin in Plants: Uptake and Translocation to Edible Parts of Cereals, Oily Seeds, Beans, Tomato, Squash, Carrots, and Potatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(28), 6929-6935.
- Eggen, T., Lillo, C. (2015). Role of transporters for organic cations in plants for environmental cycling of pharmaceutical residues. In G. Ciarimboli, Gautron, S., Schlatter, E. (Ed.), *Organic Cation Transporters—Integration of Physiology, Pathology, and Pharmacology* (pp. 243-256). Münster, Germany: Springer International Publishing.
- Elstrøm, P., Grøntvedt, C. A., Gabrielsen, C., Stegger, M., Angen, Ø., Åmdal, S., . . . Sunde, M. (2019). Livestock-Associated MRSA CC1 in Norway; Introduction to Pig Farms, Zoonotic Transmission, and Eradication. *10(139)*.
- Elvestad, C. (2014). Bedre markedsadgang. 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*.
- Eriksen, G. S., Moldes-Anaya, A., & Faeste, C. K. (2013). Penitrem A and analogues: toxicokinetics, toxicodynamics including mechanism of action and clinical significance. *World Mycotoxin Journal*, 6(3), 263-272. doi:10.3920/wmj2013.1574
- Faeste, C. K., Ivanova, L., Sayyari, A., Hansen, U., Sivertsen, T., & Uhlig, S. (2018). Prediction of deoxynivalenol toxicokinetics in humans by in vitro-to-in vivo extrapolation and allometric scaling of in vivo animal data. *Archives of Toxicology*, 92(7), 2195-2216.
- 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.
- Flotre, C. H., Varsi, K., Helm, T., Bolann, B., & Bjørke-Monsen, A. L. (2017). Predictors of mercury, lead, cadmium and antimony status in Norwegian never-pregnant women of fertile age. *PLoS One*, 12(12), 12.
- Folkehelseinstituttet. (2010, 16.04.2019). E.coli-enteritt (inkludert EHEC-infeksjon og HUS) - veileder for helsepersonell.
- Frizzell, C., Ndossi, D., Kalayou, S., Eriksen, G. S., Verhaegen, S., Sorlie, M., . . . Connolly, L. (2013). An in vitro investigation of endocrine disrupting effects of the mycotoxin alternariol. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 271(1), 64-71.
- Frizzell, C., Verhaegen, S., Ropstad, E., Elliott, C. T., & Connolly, L. (2013). Endocrine disrupting effects of ochratoxin A at the level of nuclear receptor activation and steroidogenesis. *Toxicology Letters*, 217(3), 243-250.
- Fromme, H., Becher, G., Hilger, B., & Volk, W. (2016). Brominated flame retardants - Exposure and risk assessment for the general population. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 219(1), 1-23.
- Gibson, J., Adlard, B., Olafsdottir, K., Sandanger, T. M., & Odland, J. O. (2016). Levels and trends of contaminants in humans of the Arctic. *International Journal of Circumpolar Health*, 75, 16.
- 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.
- Grobelak, A., Placek, A., Grosser, A., Singh, B. R., Almas, A. R., Napora, A., & Kacprzak, M. (2017). Effects of single sewage sludge application on soil phytoremediation. *Journal of Cleaner Production*, 155, 189-197.
- Grondahl-Rosado, R. C., Tryland, I., Myrmel, M., Aanes, K. J., & Robertson, L. J. (2014). Detection of Microbial Pathogens and Indicators in Sewage Effluent and River Water During the Temporary Interruption of a Wastewater Treatment Plant. *Water Quality Exposure and Health*, 6(3), 155-159.
- Grondahl-Rosado, R. C., Yarovitsyna, E., Trettenes, E., Myrmel, M., & Robertson, L. J. (2014). A One Year Study on the Concentrations of Norovirus and Enteric Adenoviruses in Wastewater and A Surface Drinking Water Source in Norway. *Food and Environmental Virology*, 6(4), 232-245.

- Grontvedt, C. A., Elstrom, P., Stegger, M., Skov, R. L., Skytt Andersen, P., Larssen, K. W., . . . Bjornholt, J. V. (2016). Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* CC398 in Humans and Pigs in Norway: A "One Health" Perspective on Introduction and Transmission. *Clin Infect Dis*, *63*(11), 1431-1438.
- 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 BR, d. B. B., MacDonald E, Nichols G, Sudre B, Vold L, Semenza JC, Nygård K (2015). Analytical studies assessing the association between extreme precipitation or temperature and drinking water-related water borne infections: a review. *Environmental Health*, *14*.
- Habimana, O., Nesse, L. L., Moretro, T., Berg, K., Heir, E., Vestby, L. K., & Langsrud, S. (2014). The persistence of *Salmonella* following desiccation under feed processing environmental conditions: a subject of relevance. *Letters in Applied Microbiology*, *59*(5), 464-470.
- Hageskal, G., Tryland, I., Liitved, 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.
- Hansen, K. E. A., Johanson, S. M., Steppeler, C., Sodring, M., Ostby, G. C., Berntsen, H. F., . . . Ropstad, E. (2019). A mixture of Persistent Organic Pollutants (POPs) and Azoxymethane (AOM) show potential synergistic effects on intestinal tumorigenesis in the A/J Min/ plus mouse model. *Chemosphere*, *214*, 534-542.
- Harito, J. B., Campbell, A. T., Tysnes, K. R., & Robertson, L. J. (2017). Use of lectin-magnetic separation (LMS) for detecting *Toxoplasma gondii* oocysts in environmental water samples. *Water Res*, *127*, 68-76. doi:10.1016/j.watres.2017.10.012
- Hassan, A. A., Rylander, C., Brustad, M., & Sandanger, T. M. (2013). Persistent organic pollutants in meat, liver, tallow and bone marrow from semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus* L.) in Northern Norway. *Acta Veterinaria Scandinavica*, *55*, 7.
- Herzke, D., Huber, S., Bervoets, L., D'Hollander, W., Hajslova, J., Pulkrabova, J., . . . de Voogt, P. (2013). Perfluorinated alkylated substances in vegetables collected in four European countries; occurrence and human exposure estimations. *Environmental Science and Pollution Research*, *20*(11), 7930-7939.
- Hjelkrem, A. G. R., Aamot, H. U., Brodal, G., Strand, E. C., Torp, T., Edwards, S. G., . . . Hofgaard, I. S. (2018). HT-2 and T-2 toxins in Norwegian oat grains related to weather conditions at different growth stages. *European Journal of Plant Pathology*, *151*(2), 501-514.
- Hjelkrem, A. G. R., Torp, T., Brodal, G., Aamot, H. U., Strand, E., Nordskog, B., . . . Hofgaard, I. S. (2017). DON content in oat grains in Norway related to weather conditions at different growth stages. *European Journal of Plant Pathology*, *148*(3), 577-594.
- Hlouskova, V., Hradkova, P., Poustka, J., Brambilla, G., De Filipps, S. P., D'Hollander, W., . . . Pulkrabova, J. (2013). Occurrence of perfluoroalkyl substances (PFASs) in various food items of animal origin collected in four European countries. *Food Additives and Contaminants Part a-Chemistry Analysis Control Exposure & Risk Assessment*, *30*(11), 1918-1932.
- Hochstenbach, K., van Leeuwen, D. M., Gmuender, H., Gottschalk, R. W., Stolevik, S. B., Nygaard, U. C., . . . van Loveren, H. (2012). Toxicogenomic Profiles in Relation to Maternal Immunotoxic Exposure and Immune Functionality in Newborns. *Toxicological Sciences*, *129*(2), 315-324.
- Hog, B. B., Sommer, H. M., Larsen, L. S., Sorensena, A. I. V., David, B., Hofshagen, M., & Rosenquist, H. (2016). Farm specific risk factors for *Campylobacter* colonisation in Danish and Norwegian broilers. *Preventive Veterinary Medicine*, *130*, 137-145.
- 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*.
- 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.
- Iversen, H., Lindback, T., L'Abée-Lund, T. M., Roos, N., Aspholm, M., & Stenfors Arnesen, L. (2015). The gut bacterium *Bacteroides thetaiotaomicron* influences the virulence potential of the enterohemorrhagic *Escherichia coli* O103:H25. *PLoS One*, *10*(2), e0118140.
- Jakobsen, A. M., Bahl, M. L., Buschhardt, T., Hansen, T. B., Abu Al-Soud, W., Brejnrod, A. D., . . . Aabo, S. (2019). Bacterial community analysis for investigating bacterial transfer from tonsils Check tor to the pig carcass. *Int J Food Microbiol*, *295*, 8-18.
- Johannessen, G. S., Eckner, K. F., Heiberg, N., Monshaugen, M., Begum, M., Okland, M., & Hogasen, H. R. (2015). Occurrence of *Escherichia coli*, *Campylobacter*, *Salmonella* and Shiga-Toxin Producing *E. coli* in Norwegian Primary Strawberry Production. *Int J Environ Res Public Health*, *12*(6), 6919-6932.
- Johannessen, G. S., Wennberg, A. C., Nesheim, I., & Tryland, I. (2015). Diverse Land Use and the Impact on (Irrigation) Water Quality and Need for Measures - A Case Study of a Norwegian River. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *12*(6), 6979-7001.
- Johansson, J. H., Berger, U., Vestergren, R., Cousins, I. T., Bignert, A., Glynn, A., & Darnerud, P. O. (2014). Temporal trends (1999-2010) of perfluoroalkyl acids in commonly consumed food items. *Environmental Pollution*, *188*, 102-108.

- Johny, A., Faeste, C. K., Bogevik, A. S., Berge, G. M., Fernandes, J. M. O., & Ivanova, L. (2019). Development and Validation of a Liquid Chromatography High-Resolution Mass Spectrometry Method for the Simultaneous Determination of Mycotoxins and Phytoestrogens in Plant-Based Fish Feed and Exposed Fish. *Toxins*, *11*(4), 21.
- 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.
- Jorgensen, S. B., Soraas, A., Arnesen, L. S., Leegaard, T., Sundsfjord, A., & Jenum, P. A. (2017). First environmental sample containing plasmid-mediated colistin-resistant ESBL-producing *Escherichia coli* detected in Norway. *Apmis*, *125*(9), 822-825.
- Julshamn, K., Duinker, A., Berntssen, M., Nilsen, B. M., Frantzen, S., Nedreaas, K., & Maage, A. (2013). A baseline study on levels of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans, non-ortho and mono-ortho PCBs, non-dioxin-like PCBs and polybrominated diphenyl ethers in Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*) from different parts of the Barents Sea. *Mar Pollut Bull*, *75*(1-2), 250-258.
- Julshamn, K., Nilsen, B. M., Frantzen, S., Valdernesnes, S., Maage, A., Nedreaas, K., & Sloth, J. J. (2012). Total and inorganic arsenic in fish samples from Norwegian waters. *Food Additives & Contaminants Part B-Surveillance*, *5*(4), 229-235.
- Julshamn, K., Valdernesnes, S., Duinker, A., Nedreaas, K., Sundet, J. H., & Maage, A. (2015). Heavy metals and POPs in red king crab from the Barents Sea. *Food Chemistry*, *167*, 409-417.
- Kahleova, H., Tonstad, S., Rosmus, J., Fisar, P., Mari, A., Hill, M., & Pelikanova, T. (2016). The effect of a vegetarian versus conventional hypocaloric diet on serum concentrations of persistent organic pollutants in patients with type 2 diabetes. *Nutrition Metabolism and Cardiovascular Diseases*, *26*(5), 430-438.
- Kalayou, S., Hamre, A. G., Ndossi, D., Connolly, L., Sorlie, M., Ropstad, E., & Verhaegen, S. (2014). Using SILAC proteomics to investigate the effect of the mycotoxin, alternariol, in the human H295R steroidogenesis model. *Cell Biology and Toxicology*, *30*(6), 361-376.
- Kalayou, S., Ndossi, D., Frizzell, C., Groseth, P. K., Connolly, L., Sorlie, M., . . . Ropstad, E. (2015). An investigation of the endocrine disrupting potential of enniatin B using in vitro bioassays. *Toxicology Letters*, *233*(2), 84-94.
- Khezri, A., Lindeman, B., Krogenas, A. K., Berntsen, H. F., Zimmer, K. E., & Ropstad, E. (2017). Maternal exposure to a mixture of persistent organic pollutants (POPs) affects testis histology, epididymal sperm count and induces sperm DNA fragmentation in mice. *Toxicology and Applied Pharmacology*, *329*, 301-308.
- Kirezheva, K., Luning, P. A., Jacxsens, L., Allende, A., Johannessen, G. S., Tondo, E. C., . . . van Boekel, M. (2015). Factors affecting the status of food safety management systems in the global fresh produce chain. *Food Control*, *52*, 85-97.
- Klenow, S., Heinemeyer, G., Brambilla, G., Dellatte, E., Herzke, D., & de Voogt, P. (2013). Dietary exposure to selected perfluoroalkyl acids (PFAAs) in four European regions. *Food Additives and Contaminants Part a-Chemistry Analysis Control Exposure & Risk Assessment*, *30*(12), 2141-2151.
- Klotz, C., Soba, B., Skvarc, M., Gabriel, S., & Robertson, L. J. (2017). A European network for food-borne parasites (Euro-FBP): meeting report on 'Analytical methods for food-borne parasites in human and veterinary diagnostics and in food matrices'. *Parasites & Vectors*, *10*, 6.
- Kvitsand, H. M. L., Myrmed, 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), e31413.
- Leonardo, S., Kilcoyne, J., Samdal, I. A., Miles, C. O., O'Sullivan, C. K., Diogene, J., & Campas, M. (2018). Detection of azaspiracids in mussels using electrochemical immunosensors for fast screening in monitoring programs. *Sensors and Actuators B-Chemical*, *262*, 818-827.
- Leonardo, S., Rambla-Alegre, M., Samdal, I. A., Miles, C. O., Kilcoyne, J., Diogene, J., . . . Campas, M. (2017). Immunorecognition magnetic supports for the development of an electrochemical immunoassay for azaspiracid detection in mussels. *Biosensors & Bioelectronics*, *92*, 200-206.
- Lindboe, M., Henrichsen, E. N., Hogasen, H. R., & Bernhoft, A. (2012). Lead concentration in meat from lead-killed moose and predicted human exposure using Monte Carlo simulation. *Food Additives and Contaminants Part a-Chemistry Analysis Control Exposure & Risk Assessment*, *29*(7), 1052-1057.
- Lundebye, A. K., Lock, E. J., Rasinger, J. D., Nostbakken, O. J., Hannisdal, R., Karlsbakk, E., . . . Ornsrud, R. (2017). Lower levels of Persistent Organic Pollutants, metals and the marine omega 3-fatty acid DHA in farmed compared to wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Environmental Research*, *155*, 49-59.
- 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.

- Macherius, A., Eggen, T., Lorenz, W. G., Reemtsma, T., Winkler, U., & Moeder, M. (2012). Uptake of Galaxolide, Tonalide, and Triclosan by Carrot, Barley, and Meadow Fescue Plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(32), 7785-7791.
- Macirella, R., Guardia, A., Pellegrino, D., Bernabo, I., Tronci, V., Ebbesson, L. O. E., . . . Brunelli, E. (2016). Effects of Two Sublethal Concentrations of Mercury Chloride on the Morphology and Metallothionein Activity in the Liver of Zebrafish (*Danio rerio*). *International Journal of Molecular Sciences*, 17(3), 16.
- Mariussen, E., Heier, L. S., Teien, H. C., Pettersen, M. N., Holth, T. F., Salbu, B., & Rosseland, B. O. (2017). Accumulation of lead (Pb) in brown trout (*Salmo trutta*) from a lake downstream a former shooting range. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 135, 327-336.
- Medin, H. (2019). Trade barriers or trade facilitators? The heterogeneous impact of food standards in international trade. *World Economy*, 42(4), 1057-1076.
- Mehmeti, I., Bytyqi, H., Muji, S., Nes, I. F., & Diep, D. B. (2017). The prevalence of *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* and their virulence genes in bulk tank milk in Kosovo. *Journal of Infection in Developing Countries*, 11(3), 247-+.
- Midtbo, L. K., Ibrahim, M. M., Myrmel, L. S., Aune, U. L., Alvheim, A. R., Liland, N. S., . . . Madsen, L. (2013). Intake of Farmed Atlantic Salmon Fed Soybean Oil Increases Insulin Resistance and Hepatic Lipid Accumulation in Mice. *PLoS One*, 8(1), 11.
- Miles, C. O., Kilcoyne, J., McCarron, P., Giddings, S. D., Waaler, T., Rundberget, T., . . . Lovberg, K. E. (2018). Selective Extraction and Purification of Azaspiracids from Blue Mussels (*Mytilus edulis*) Using Boric Acid Gel. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(11), 2962-2969.
- Mo, S. S., Kristoffersen, A. B., Sunde, M., Nordtvedt, 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., Norstrom, M., Slettemeas, J. S., Lovland, A., Urdahl, A. M., & Sunde, M. (2014). Emergence of AmpC-producing *Escherichia coli* in the broiler production chain in a country with a low antimicrobial usage profile. *Vet Microbiol*, 171(3-4), 315-320.
- Mo, S. S., Slettemeas, 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.
- Moen, B., Rudi, K., Svihus, B., & Skanseng, B. (2012). Reduced spread of *Campylobacter jejuni* in broiler chickens by stimulating the bird's natural barriers. *Journal of Applied Microbiology*, 113(5), 1176-1183.
- Mohammed, H., Hameed, I. A., & Seidu, R. (2018). Comparative predictive modelling of the occurrence of faecal indicator bacteria in a drinking water source in Norway. *Science of the Total Environment*, 628-629, 1178-1190.
- Mohammed, H., Longva, A., & Seidu, R. (2019). Impact of Climate Forecasts on the Microbial Quality of a Drinking Water Source in Norway Using Hydrodynamic Modeling. *Water*, 11(3), 18.
- 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.
- Muusse, M., Christensen, G., Langford, K., Tollefsen, K. E., & Thomas, K. V. (2014). Aryl Hydrocarbon Receptor Agonists in European Herring Gull (*Larus argentatus*) Eggs From Norway. *Journal of Toxicology and Environmental Health-Part a-Current Issues*, 77(9-11), 550-556.
- Myrmel, L. S., Fjaere, E., Midtbo, L. K., Bernhard, A., Petersen, R. K., Sonne, S. B., . . . Madsen, L. (2016). Macronutrient composition determines accumulation of persistent organic pollutants from dietary exposure in adipose tissue of mice. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 27, 307-316.
- Nacher-Mestre, J., Ballester-Lozano, G. F., Garlito, B., Portoles, T., Calduch-Giner, J., Serrano, R., . . . Perez-Sanchez, J. (2018). Comprehensive overview of feed-to-fillet transfer of new and traditional contaminants in Atlantic salmon and gilthead sea bream fed plant-based diets. *Aquaculture Nutrition*, 24(6), 1782-1795.
- 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.
- Nacher-Mestre, J., Serrano, R., Portoles, T., Berntssen, M. H. G., Perez-Sanchez, J., & Hernandez, F. (2014). Screening of Pesticides and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Feeds and Fish Tissues by Gas Chromatography Coupled to High-Resolution Mass Spectrometry Using Atmospheric Pressure Chemical Ionization. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(10), 2165-2174.
- Nash, S. M. B., Schlabach, M., & Nichols, P. D. (2014). A Nutritional-Toxicological Assessment of Antarctic Krill Oil versus Fish Oil Dietary Supplements. *Nutrients*, 6(9), 3382-3402.

- 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.
- Nostbakken, O. J., Hove, H. T., Duinker, A., Lundebye, A. K., Berntssen, M. H. G., Hannisdal, R., . . . Julshamn, K. (2015). Contaminant levels in Norwegian farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the 13-year period from 1999 to 2011. *Environment International*, *74*, 274-280.
- Odoch, T., Sekse, C., L'Abée-Lund, T. M., Hansen, H. C. H., Kankya, C., & Wasteson, Y. (2018). Diversity and Antimicrobial Resistance Genotypes in Non-Typhoidal Salmonella Isolates from Poultry Farms in Uganda. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *15*(2), 14.
- Odoch, T., Wasteson, Y., L'Abée-Lund, T., Muwonge, A., Kankya, C., Nyakarahuka, L., . . . Skjerve, E. (2017). Prevalence, antimicrobial susceptibility and risk factors associated with non-typhoidal Salmonella on Ugandan layer hen farms. *BMC Vet Res*, *13*, 10.
- Okland, I., Odland, J. O., Maticioevich, S., Alvarez, M. V., Aarsland, T., Nieboer, E., & Hansen, S. (2017). The Argentinian mother-and-child contaminant study: a cross-sectional study among delivering women in the cities of Ushuaia and Salta. *International Journal of Circumpolar Health*, *76*, 10.
- Olsvik, P. A., Skjaerven, K. H., & Softeland, L. (2017). Metabolic signatures of bisphenol A and genistein in Atlantic salmon liver cells. *Chemosphere*, *189*, 730-743.
- Oterhals, A., & Kvamme, B. (2013). Optimization of an oil leaching process to reduce the level of dioxins and dioxin-like PCBs in fishmeal. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *93*(7), 1649-1659.
- Papadopoulou, E., Caspersen, I. H., Kvalem, H. E., Knutsen, H. K., Duarte-Salles, T., Alexander, J., . . . Haugen, M. (2013). Maternal dietary intake of dioxins and polychlorinated biphenyls and birth size in the Norwegian Mother and Child Cohort Study (MoBa). *Environment International*, *60*, 209-216.
- Paruch, A. M., Maehlum, T., & Robertson, L. (2015). Changes in Microbial Quality of Irrigation Water Under Different Weather Conditions in Southeast Norway. *Environmental Processes-an International Journal*, *2*(1), 115-124.
- Paruch, L., Paruch, A. M., Buseth Blankenberg, A.-G., Bechmann, M., & Mæhlum, T. (2015). Application of host-specific genetic markers for microbial source tracking of faecal water contamination in an agricultural catchment. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, *65*(sup2), 164-172.
- 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*.
- Paulshus, E., Thorell, K., Guzman-Otazo, J., Joffre, E., Colque, P., Kuhn, I., . . . Sjøling, A. (2019). Repeated Isolation of Extended-Spectrum-beta-Lactamase-Positive Escherichia coli Sequence Types 648 and 131 from Community Wastewater Indicates that Sewage Systems Are Important Sources of Emerging Clones of Antibiotic-Resistant Bacteria. *Antimicrob Agents Chemother*, *63*(9).
- 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.
- Petterson, S., Grondahl-Rosado, R., Nilsen, V., Myrmel, M., & Robertson, L. J. (2015). Variability in the recovery of a virus concentration procedure in water: Implications for QMRA. *Water Res*, *87*, 79-86.
- Petterson, S. R., Stenstrom, T. A., & Ottoson, J. (2016). A theoretical approach to using faecal indicator data to model norovirus concentration in surface water for QMRA: Glomma River, Norway. *Water Res*, *91*, 31-37.
- Pinotti, L., Krogdahl, A., Givens, I., Knight, C., Baldi, A., Baeten, V., . . . Luten, J. (2014). The role of animal nutrition in designing optimal foods of animal origin as reviewed by the COST Action Feed for Health (FA0802). *Biotechnologie Agronomie Societe Et Environnement*, *18*(4), 471-479.
- Polder, A., Muller, M. B., Brynildsrud, O. B., de Boer, J., Hamers, T., Kamstra, J. H., . . . Lyche, J. L. (2016). Dioxins, PCBs, chlorinated pesticides and brominated flame retardants in free-range chicken eggs from peri-urban areas in Arusha, Tanzania: Levels and implications for human health. *Science of the Total Environment*, *551*, 656-667.
- Polder, A., Muller, M. B., Lyche, J. L., Mdegela, R. H., Nonga, H. E., Mabiki, F. P., . . . Lie, E. (2014). Levels and patterns of persistent organic pollutants (POPs) in tilapia (*Oreochromis sp.*) from four different lakes in Tanzania: Geographical differences and implications for human health. *Science of the Total Environment*, *488*, 252-260.
- 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. 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.
- Quinn, C. L., Armitage, J. M., Breivik, K., & Wania, F. (2012). A methodology for evaluating the influence of diets and intergenerational dietary transitions on historic and future human exposure to persistent organic pollutants in the Arctic. *Environment International*, *49*, 83-91.
- Rambla-Alegre, M., Miles, C. O., de la Iglesia, P., Fernandez-Tejedor, M., Jacobs, S., Sioen, I., . . . Diogene, J. (2018). Occurrence of cyclic imines in European commercial seafood and consumers risk assessment. *Environmental Research*, *161*, 392-398.
- Regueiro, J., Negreira, N., & Berntssen, M. H. G. (2016). Ion-Mobility-Derived Collision Cross Section as an Additional Identification Point for Multiresidue Screening of Pesticides in Fish Feed. *Analytical Chemistry*, *88*(22), 11169-11177.
- Regueiro, J., Negreira, N., Hannisdal, R., & Berntssen, M. H. G. (2017). Targeted approach for qualitative screening of pesticides in salmon feed by liquid chromatography coupled to traveling-wave ion mobility/quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *Food Control*, *78*, 116-125.
- Requena, J. R., Kristensson, K., Korth, C., Zurzolo, C., Simmons, M., Aguilar-Calvo, P., . . . Zerr, I. (2016). The Priority position paper: Protecting Europe's food chain from prions. *Prion*, *10*(3), 165-181.
- 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.
- Rivier, P. A., Havranek, I., Coutris, C., Norli, H. R., & Joner, E. J. (2019). Transfer of organic pollutants from sewage sludge to earthworms and barley under field conditions. *Chemosphere*, *222*, 954-960. doi:10.1016/j.chemosphere.2019.02.010
- 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.
- Robertson, L. J., Troell, K., Woolsey, I. D., & Kapel, C. M. O. (2016). Fresh fruit, vegetables, and mushrooms as transmission vehicles for *Echinococcus multilocularis* in Europe: inferences and concerns from sample analysis data from Poland. *Parasitology Research*, *115*(6), 2485-2488.
- Rålm, P. C. (2013). Mat og industri 2013. Status og utvikling i norsk matindustri. *NIBIO*.
- Samdal, I. A., Ballot, A., Lovberg, K. E., & Miels, C. O. (2014). Multihapten Approach Leading to a Sensitive ELISA with Broad Cross-Reactivity to Microcystins and Nodularin. *Environmental Science & Technology*, *48*(14), 8035-8043.
- Samdal, I. A., Lovberg, K. E., Briggs, L. R., Kilcoyne, J., Xu, J. Y., Forsyth, C. J., & Miles, C. O. (2015). Development of an ELISA for the Detection of Azaspiracids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *63*(35), 7855-7861.
- Samdal, I. A., Lovberg, K. E., Kristoffersen, A. B., Briggs, L. R., Kilcoyne, J., Forsyth, C. J., & Miles, C. O. (2019). A Practical ELISA for Azaspiracids in Shellfish via Development of a New Plate-Coating Antigen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *67*(8), 2369-2376.
- Santini, A., Meca, G., Uhlig, S., & Ritieni, A. (2012). Fusaproliferin, beauvericin and enniatins: occurrence in food - a review. *World Mycotoxin Journal*, *5*(1), 71-81.
- Sekse, C., Holst-Jensen, A., Dobrindt, U., Johannessen, G. S., Li, W. H., Spilsberg, B., & Shi, J. X. (2017). High Throughput Sequencing for Detection of Foodborne Pathogens. *Frontiers in Microbiology*, *8*, 26.
- Sekse, C., Sunde, M., Hopp, P., Bruheim, T., Cudjoe, K. S., Kvitle, B., & Urdahl, A. M. (2013). Occurrence of potentially human-pathogenic *Escherichia coli* O103 in Norwegian sheep. *Appl Environ Microbiol*, *79*(23), 7502-7509.
- Sele, V., Amlund, H., Berntssen, M. H. G., Berntsen, J. A., Skov, K., & Sloth, J. J. (2013). Detection of arsenic-containing hydrocarbons in a range of commercial fish oils by GC-ICPMS analysis. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, *405*(15), 5179-5190.
- SFT. (1999). *SFT veiledning 99:01. Risikovurdering av forurenset grunn. TA-1629/1999*.
- SFT. (2009). *SFT Veileder. Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. TA 2553/2009*.
- Sissener, N. H., Julshamn, K., Espe, M., Lunestad, B. T., Hemre, G. I., Waagbo, R., & Mage, A. (2013). Surveillance of selected nutrients, additives and undesirables in commercial Norwegian fish feeds in the years 2000-2010. *Aquaculture Nutrition*, *19*(4), 555-572.
- 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), 16.
- Slettemeas, J. S., Urdahl, A. M., Mo, S. S., Johannessen, G. S., Grave, K., Norstrom, M., . . . Sunde, M. (2017). Imported food and feed as contributors to the introduction of plasmid-mediated colistin-resistant Enterobacteriaceae to a 'low prevalence' country. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, *72*(9), 2675-2677.
- 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.

- Solhaug, A., Eriksen, G. S., & Holme, J. A. (2016). Mechanisms of Action and Toxicity of the Mycotoxin Alternariol: A Review. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, 119(6), 533-539.
- Solhaug, A., Holme, J. A., Haglund, K., Dendele, B., Sergent, O., Pestka, J., . . . Eriksen, G. S. (2013). Alternariol induces abnormal nuclear morphology and cell cycle arrest in murine RAW 264.7 macrophages. *Toxicology Letters*, 219(1), 8-17.
- Solhaug, A., Vines, L. L., Ivanova, L., Spilsberg, B., Holme, J. A., Pestka, J., . . . Eriksen, G. S. (2012). Mechanisms involved in alternariol-induced cell cycle arrest. *Mutation Research-Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 738, 1-11.
- Solheim, H. T., Sekse, C., Urdahl, A. M., Wasteson, Y., & Nesse, L. L. (2013). Biofilm as an environment for dissemination of stx genes by transduction. *Appl Environ Microbiol*, 79(3), 896-900.
- Standal, I. B., Rainuzzo, J., Axelson, D. E., Valdernes, S., Julshamn, K., & Aursand, M. (2012). Classification of Geographical Origin by PNN Analysis of Fatty Acid Data and Level of Contaminants in Oils From Peruvian Anchovy. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 89(7), 1173-1182.
- Stolevik, S. B., Nygaard, U. C., Namork, E., Haugen, M., Meltzer, H. M., Alexander, J., . . . Granum, B. (2013). Prenatal exposure to polychlorinated biphenyls and dioxins from the maternal diet may be associated with immunosuppressive effects that persist into early childhood. *Food and Chemical Toxicology*, 51, 165-172.
- Stubleski, J., Salihovic, S., Lind, P. M., Lind, L., Dunder, L., McCleaf, P., . . . Karrman, A. (2017). The effect of drinking water contaminated with perfluoroalkyl substances on a 10-year longitudinal trend of plasma levels in an elderly Uppsala cohort. *Environmental Research*, 159, 95-102.
- Sun, B. J., Bosch, A., & Myrmel, M. (2019). Extended direct lysis method for virus detection on berries including droplet digital RT-PCR or real time RT-PCR with reduced influence from inhibitors. *Journal of Virological Methods*, 271, 7.
- Sun, S. X., Hua, X. M., Deng, Y. Y., Zhang, Y. N., Li, J. M., Wu, Z., . . . Du, Z. Y. (2018). Tracking pollutants in dietary fish oil: From ocean to tablet. *Environmental Pollution*, 240, 733-744.
- Sundheim, L., Lillegaard, I. T., Faeste, C. K., Brantsaeter, A. L., Brodal, G., & Eriksen, G. S. (2017). Deoxynivalenol Exposure in Norway, Risk Assessments for Different Human Age Groups. *Toxins*, 9(2), 8.
- Swinscoe, I., Oliver, D. M., Gilburn, A. S., Lunestad, B., Lock, E. J., Ornsrud, R., & Quilliam, R. S. (2019). Seaweed-fed black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae as feed for salmon aquaculture: assessing the risks of pathogen transfer. *Journal of Insects as Food and Feed*, 5(1), 15-27.
- Szekeres, E., Chiriac, C. M., Baricz, A., Szoke-Nagy, T., Lung, I., Soran, M. L., . . . Coman, C. (2018). Investigating antibiotics, antibiotic resistance genes, and microbial contaminants in groundwater in relation to the proximity of urban areas. *Environmental Pollution*, 236, 734-744.
- Tekle, S., Lillemo, M., Skinnnes, H., Reitan, L., Buraas, T., & Bjornstad, A. (2018). Screening of Oat Accessions for Fusarium Head Blight Resistance Using Spawn-Inoculated Field Experiments. *Crop Science*, 58(1), 143-151.
- Temesgen, T. T., Tysnes, K. R., & Robertson, L. J. (2019). A New Protocol for Molecular Detection of *Cyclospora cayetanensis* as Contaminants of Berry Fruits. *Frontiers in Microbiology*, 10, 12.
- Torjusen, H., Brantsaeter, A. L., Haugen, M., Alexander, J., Bakketeig, L. S., Lieblein, G., . . . Meltzer, H. M. (2014). Reduced risk of pre-eclampsia with organic vegetable consumption: results from the prospective Norwegian Mother and Child Cohort Study. *Bmj Open*, 4(9), 11.
- Trapp, S., Eggen T. (2013). Simulation of the plant uptake of organophosphates and other emerging pollutants for greenhouse experiments and field conditions. *Environ. Sci. & Pollut. Res.*, 20, 4018-4029.
- 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.
- Tsehaye, H., Brurberg, M. B., Sundheim, L., Assefa, D., Tronsmo, A., & Tronsmo, A. M. (2017). Natural occurrence of *Fusarium* species and fumonisin on maize grains in Ethiopia. *European Journal of Plant Pathology*, 147(1), 141-155.
- Ullah, S., Huber, S., Bignert, A., & Berger, U. (2014). Temporal trends of perfluoroalkane sulfonic acids and their sulfonamide-based precursors in herring from the Swedish west coast 1991-2011 including isomer-specific considerations. *Environment International*, 65, 63-72.
- 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.
- Urdahl, A. M., Solheim, H. T., Vold, L., Hasseltvedt, V., & Wasteson, Y. (2013). Shiga toxin-encoding genes (stx genes) in human faecal samples. *Apmis*, 121(3), 202-210.
- 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., Huang, Q. R., & Robertson, L. J. (2015). A reduced-cost approach for analyzing fresh produce for contamination with *Cryptosporidium* oocysts and/or *Giardia* cysts. *Food Research International*, 77, 326-332.

- Utaaker, K. S., Kumar, A., Joshi, H., Chaudhary, S., & Robertson, L. J. (2017). Checking the detail in retail: Occurrence of *Cryptosporidium* and *Giardia* on vegetables sold across different counters in Chandigarh, India. *International Journal of Food Microbiology*, *263*, 1-8.
- 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 den Dungen, M. W., Kok, D. E., Polder, A., Hoogenboom, R., van Leeuwen, S. P. J., Steegenga, W. T., . . . Murk, A. J. (2016). Accumulation of persistent organic pollutants in consumers of eel from polluted rivers compared to marketable eel. *Environmental Pollution*, *219*, 80-88.
- van der Fels-Klerx, H. J., Goedhart, P. W., Elen, O., Borjesson, T., Hietaniemi, V., & Booij, C. J. H. (2012). Modeling Deoxynivalenol Contamination of Wheat in Northwestern Europe for Climate Change Assessments. *J Food Prot*, *75*(6), 1099-1106.
- Van der Fels-Klerx, H. J., Klemsdal, S., Hietaniemi, V., Lindblad, M., Ioannou-Kakouri, E., & Van Asselt, E. D. (2012). Mycotoxin contamination of cereal grain commodities in relation to climate in North West Europe. *Food Additives and Contaminants Part a-Chemistry Analysis Control Exposure & Risk Assessment*, *29*(10), 1581-1592.
- 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.
- Vejrup, K., Schjolberg, S., Knutsen, H. K., Kvalem, H. E., Brantsaeter, A. L., Meltzer, H. M., . . . Haugen, M. (2016). Prenatal methylmercury exposure and language delay at three years of age in the Norwegian Mother and Child Cohort Study. *Environment International*, *92-93*, 63-69.
- Vestby, L. K., Johannesen, K. C. S., Witso, I. L., Habimana, O., Scheie, A. A., Urdahl, A. M., . . . Nesse, L. L. (2014). Synthetic brominated furanone F202 prevents biofilm formation by potentially human pathogenic *Escherichia coli* O103: H2 and *Salmonella* ser. Agona on abiotic surfaces. *Journal of Applied Microbiology*, *116*(2), 258-268.
- Vu, M., Herfindal, L., Juvik, O. J., Vedeler, A., Haavik, S., & Fossen, T. (2016). Toxic aromatic compounds from fruits of *Narthecium ossifragum* L. *Phytochemistry*, *132*, 76-85.
- Walter, J. M., Bagi, A., & Pampanin, D. M. (2019). Insights into the Potential of the Atlantic Cod Gut Microbiome as Biomarker of Oil Contamination in the Marine Environment. *Microorganisms*, *7*(7), 15. doi:10.3390/microorganisms7070209
- WHO. (2005). International Health Regulations. 84.
- Yazdani, M., Andresen, A. M. S., & Gjoen, T. (2016). Short-term effect of bisphenol-a on oxidative stress responses in Atlantic salmon kidney cell line: a transcriptional study. *Toxicology Mechanisms and Methods*, *26*(4), 295-300.

Vedlegg 2: Oversikt over prosjekter

ID	Tittel	Prosjektnummer	Prosjektstart	Prosjektstutt	Ansvarelig institusjon	Allokerte midler (i NOK)	Finansieringskilde
1	Bacterial flora and dynamics in Norwegian milk and dairy products: Potential for spoilage and disease	244149	2014	2018	NMBU	4238000	FFL-JA
2	Implications of green fish feed for consumer safety - carry-over of plant peptides, natural toxins and bioactive compounds	254822	2016	2020	Veterinærinstituttet	8000000	HAVBRUK2
3	Public health aspects and the relationship between Shiga toxin-producing and Enteropathogenic E. coli in the ruminant food production chain	178161	2007	2013	Veterinærinstituttet	8300000	BIONÆR/MATPROG
4	Food safety and the use of terrestrial animal by-products in Atlantic salmon production	227387	2013	2017	NIFES	6600000	BIONÆR
5	Resistance to Fusarium langsethiae in Norwegian oats - SafeOats	254751	2016	2020	NIBIO	8560000	FFL-JA
6	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
7	Mycotoxin contamination in Norwegian food and feed - modelling, reductive approach and risk assessment with regards to the whole food chain	199412	2010	2014	NIBIO	16360000	MAT-SLF
8	Quinolone resistant Escherichia coli in Norwegian poultry and their impact on humans	244140	2014	2017	Veterinærinstituttet	800000	MAT-SLF
9	Emerging antimicrobial resistance in the food chain: Epidemiology and preventive measures against ESBL producing E. coli	225165	2013	2016	Veterinærinstituttet	3191000	MAT-SLF
10	Quinolone resistance despite low antimicrobial usage - mechanisms and possible preventive measures	255383	2016	2019	Veterinærinstituttet	6399336	FFL-JA
11	Intestinal parasites in Northern India: effects of climate patterns and prevalence of different intestinal parasites in children	227965	2013	2017	NMBU	2800000	INDNOR
12	Impacts of climate change and the association between extreme weather events and waterborne illness	244147	2015	2019	FHI	6800000	KLIMAFORSK
13	Capacity development for higher education and research on aquatic resources and food security in Eastern and Southern Africa.		2013	2018	NMBU	18000000	NORAD (NORHED programme)
14	Capacity Building in Zoonotic diseases Management using integrated approach to Ecosystems health (CAPAZOMANINTECO) at the human-livestock-wildlife interface in Eastern and Southern Africa.		2013	2018	NMBU	17300000	NORAD (NORHED programme)
15	FUNtox - Sopp og mykotoksiner i et "en helse" perspektiv	31015	2014	2018	Veterinærinstituttet	1750000	Egen institusjon
16	Bekjempelse av virus i mat	244464	2015	2018	BAMA Gruppen AS	7900000	Ukjent
17	HYGENEA - Risikobasert hygienekontroll i europeiske slakteri	244493	2014	2017	Animalia AS	4800000	BIONÆR
18	Combating antimicrobial resistance in the Norwegian food production chain (NoResist)	250212	2015	2019	Veterinærinstituttet	7800000	BIONÆR

19	Clostridia and other microbiota in raw milk and milk products: importance for product quality and food safety	295147	2019	2022	NMBU	7848000	FFL-JA
20	Development of tools for product control and human risk evaluation in fishery value chains	199450	2010	2013	Veterinærinstituttet	7000000	BIONÆR/MATPROG
21	JPI Water - A novel framework to assess and manage emerging contaminants in freshwater supplies	241212	2014	2018	NIVA	1600000	JPIWATER
22	JPI Water - PROMOTE: Protecting water resources from mobile trace chemicals	241358	2014	2017	Stiftelsen Norges Geotekniske Institutt	1600000	JPIWATER
23	Researcher project: Interplay between environmental contaminants, genes and diet in obesity and intestinal cancer	196112	2009	2014	FHI	4800000	MILPAAHEL/MILPAAHEL
24	Monitoring and risk assessment of contaminants in Southern Africa: Arusha in Tanzania as a model	204051	2011	2017	NMBU	9499990	FRIMUF/FRISAM
25	Perfluorinated compounds and type 2 diabetes: gene environment interactions in the Norwegian Women and Cancer study (NOWAC)	204360	2011	2016	UIT	4072995	MILPAAHEL/BEDREHEELSE
26	INSULIN RESISTANCE AND OBESITY The sweet aftertaste of exposure to dietary environmental persistent organic pollutants	212984	2012	2016	NIFES	5903993	MILPAAHEL/BEDREHEELSE
27	Effects of realistic mixtures of mould and mycotoxins on the immune system and assessment of human exposure	213087	2012	2016	Veterinærinstituttet	4999994	MILPAAHEL/BEDREHEELSE
28	Glycotoxins from food and their impact on widespread lifestyle diseases	213249	2011	2016	FHI	4213995	MILPAAHEL/BEDREHEELSE
29	The impact of pre- and postnatal exposure to mixtures of chemical on catch-up growth, obesity and cardiometabolic health in children	268465	2017	2020	FHI	5078987	MILJØFORSK
30	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
31	Evaluation of contaminant interactions using integrative high-throughput technology for aquafeed safety	254807	2016	2020	Havforskningsinstituttet	7999992	HAVBRUK2
32	ENTOFØR: From waste to resource	268344	2016	2019	Havforskningsinstituttet	8789973	BIONÆR
33	Polyfluorinated compounds: Are point sources contaminating the environment-consequences for human exposure in China and Norway (PFC-ChiNo)	209666	2011	2015	Stiftelsen Norsk Institutt for Luftforskning	5273983	MILJØ2015
34	CORE Organic Plus FaVOR-DeNonDe: Drying, Juices and Jams of Organic Fruit and Vegetables: what happens to Desired and Non-Desired compounds?	247218	2015	2018	NIBIO	759997	BIONÆR
35	Bedre lagring av industripotet for mindre svinn, høyere kvalitet og redusert innhold av akrylamid.	296107	2019	2022	HOFF SA	5450000	FFL-JA
36	Valuation of the Norwegian plant health regime from an environmental, economic and social perspective	268273	2017	2020	NIBIO	3999991	NIBIO

37	Detection and inactivation of parasites on berries: development and implementation of food safety tools for the industry.	267430	2017	2020	NIMBU	5643000	FFL-JA
38	LeapAgri: European-African partnership for safe and efficient use of mycotoxin-mitigation strategies in sub-Saharan Africa	290459	2018	2021	Veterinærinstituttet	1,500,000	NORGLOBAL-2
39	Governing food in a globalising environment: Innovation and market strategies in Norwegian food supply chains	202374	2010	2014	NILF	15691928	BIONÆR/MATPROG
40	Exploring preferences among citizens and politicians for agriculture and agricultural policy	216094	2011	2015	NILF	2101991	BIONÆR
41	Role of Xenobiotics in Metabolic Diseases: A Translational Approach	230394	2014	2019	UIB	3783999	FRIMEDBIO
42	Toxicological characterization of selected secondary fungal metabolites in Norwegian grain	185622	2008	2012	Veterinærinstituttet	3,100,000	MILGENHEL
43	Removal of mycotoxins in agriculture	249039	2015	2018	KJELLER INNOVASJON AS	3776479	FORNY20
44	Screening marine microalgae and terrestrial bacteria; in search of novel compounds of potential medicinal and other industrial values	252405	2015	2019	NIBIO	4502986	BIONÆR
45	ALGAE TO FUTUREFrom Fundamental Algae Research to Applied Industrial Practice	267872	2017	2021	NIBIO	39960915	BIONÆR
46	Food safety and food chain traceability within the mackerel food chain between Norway and Japan	193602	2009	2012	NORGES SILDESALGSLAG SA	6779994	BILATNAER
47	Toxicity of dietary mercury to cultured fish: implications for fish health, seafood safety and the influence of dietary selenium (200934)	193637	2009	2012	NIFES	4999995	BILATNAER
48	SAFE FEED, SAFE AND HEALTHY SEAFOODContaminants, nutrients and health challenges in the novel production of farmed Atlantic salmon	199626	2009	2012	NIFES	11999944	BIONÆR/MATPROG
49	Seafood Risk-benefitMethylmercury and nutrient interactions in the development of life style diseases.	228892	2013	2018	Havforskningsinstituttet	14000000	SIPHINES
50	Inheritance of epigenetic patterns under the influence of diets and contaminants	228877	2013	2018	Havforskningsinstituttet	16000000	SIPHINES
51	Seafood and mental health: Uptake and effects of marine nutrients and contaminants alone or in combination on neurological function.	186908	2007	2012	NIFES	12499992	SIP-FKD/SIPHINIFES
52	Improved microbial quality and safety of fish	248425	2015	2019	NTNU	1762998	HAVBRUKS/HAVBRUK2
53	Microplastics: Long-term Effects of plastics and Additive Chemicals on marine organisms	295174	2018	2022	NIVA	6999996	MARINFORSK
54	Biosolids in food production - phosphorus recycling and food safety	207811	2011	2016	NIBIO	6259594	MAT-SLF
55	Reinere kyllingslakt	296327	2019	2022	Norsk Kylling AS	3500000	FFL-JA
56	Emerging antimicrobial resistance in the poultry production - implications for human health?	233632	2013	2016	FHI	330000	MAT-SLF

57	Genotyping av kryptosporidiose i Norge	377912	2009	2016	Sykehuset i Vestfold HF	17500000	Helseforetak
58	Fungi and mycotoxins in a "one health" perspective	438128	2014	2018	Veterinærinstituttet	17500000	Egen institusjon
59	Hepatitt E virus	544500	2015	2017	Universitetssykehuset Nord-Norge HF		
60	MRSA CC11 hos dyr og mennesker; spredning og tiltak	580366	2018	2018	Veterinærinstituttet		
61	Spa-typing av Staphylococcus aureus-isolater fra melk og ost fra gårdssystemer i Trøndelag	453397	2012	2012	NTNU		
62	Lokale spiseklare produkter - mattrygghet langs hele verdikjeden	446828	2012	2014	NTNU		
63	Lokale spiseklare sjømatprodukter - mattrygghet i hele verdikjeden	471509	2012	2017	NTNU		
64	Software for risk assessment of Listeria in ready-to-eat meat products	256259	2016	2019	Animalia AS	6500000	BIONÆR
65	Effektiv produksjon av muggfritt pinnekjøtt og spekemat	244627	2015	2018	Nortura SA	9600000	
66	HØNE Helhetlig bioøkonomisk utnyttelse av vernehøns		2016	2019	NMBU	4250000	Regionalt Forskningsfond Midt-Norge/SINTEF
67	Hygienisk vannbehandling	226750	2012	2017	NORCONSULT AS	1600000	NæringsPHD
68	Effektiv reduksjon av bakterieforekomst for økt mattrygghet	248928	2015	2017	KIELLER INNOVASJON AS	4400000	FORNY20
69	Patogeneres dynamikk langs verdikjeden	207746	2011	2015	Nortura SA	2000000	MAT-SLF
70	From plants to humans - plant accumulation and transfer of organic foreign compounds in primary food chain	184839	2009	2012	NIBIO	39000000	MATPROG
71	Identification of the healthiest beef meat	224794	2012	2017	NMBU	9800000	MAT-SLF
72	Substituted furans: A novel group of food processing contaminants and their influence on intestinal cancer development and human health risk	204487	2010	2015	FHI	4400000	MILPAAHEL
73	Novel organic pollutants from recycling of organic waste as risk factors for human exposure	268214	2016	2020	NMBU	800000	MILJØFORSK
74	Sinograin II: Technological innovation to support environmental-friendly food production and food safety under a changing climate - opportunities and challenges for Norway-China cooperation	643034	2018	2022	NIBIO	188000000	Utenriksdepartementet
75	Health of mother and child in relation to consumption of organic food during pregnancy and infancy. The Norwegian mother and child study.	176827	2006	2012	FHI	2100000	MATPROG
76	Piloting on-site interventions for reducing antimicrobial use in livestock farming in emerging economies	284032	2017	2020	Veterinærinstituttet	4500000	JPIAMR
77	Mycotoxins and toigenic fungi in Norwegian pig farming: consequences for animal health and possible intervention strategies	225332	2013	2018	Veterinærinstituttet	13800000	
78	Targeted strategies for safeguarding the noble crayfish against alien and emerging threats - TARGET	243907	2015	2019	Veterinærinstituttet	6500000	MILJØ2015/MILJØFORSK

79	Advancing global strategies and understanding on the origin of ciguatera fish poisoning in tropical oceans: The Norwegian contribution - PIRE	279247	2017	2022	Veterinærinstituttet	5000000	MARINFORSK
80	JPI Water - Assessing the fate of pesticides and water-borne contaminants in agricultural crops and their environmental risks	272309	2017	2020	NIBIO	3672000	JPIWATER
81	Enhanced biorefining methods for the production of marine biotoxins and microalgae fish feed	258677	2016	2019	Veterinærinstituttet	3900000	BIOTEK2021

EU-prosjekter

ID	Tittel	Prosjektnummer	Prosjektstart	Prosjektslutt	Koordinator	Norsk bidragsyter
82	Development of cost efficient advanced DNA-based methods for specific traceability issues and high level on-site applications	490817	2013	2016	Stichting Wageningen Research	VETERINÆRINSTITUTTET
83	Veg-i-Trade (Impact of climate change and globalisation on safety of fresh produce - governings a supply chain of uncompromised food sovereignty)	244994	2010	2014	Universiteit Gent (UGent)	NIMBU; VETERINÆRINSTITUTTET; NIVA; A.L GARTNERHALLEN
84	BASELINE - Selection and improving of fit-for-purpose sampling procedures for specific foods and risks	222738	2009	2013	Alma Mater Studiorum - Universita di Bologna	VETERINÆRINSTITUTTET; NORDLAKS PRODUKTER AS
85	CamCon (Campylobacter control - novel approaches in primary poultry production)	244547	2010	2015	Veterinærinstituttet	
86	Controlling microbiomes circulations for better food systems	818290	2019	2023	Alma Mater Studiorum - Universita di Bologna	VETERINÆRINSTITUTTET; PREVIVO AS; NORDLAKS SMOLT AS
87	Protecting the food chain from prions: shaping European priorities through basic and applied research	222887	2009	2014	Universidad de Santiago de Compostela	VETERINÆRINSTITUTTET
88	Priority environmental contaminants in seafood: safety assessment, impact and public perception	311820	2013	2017	Instituto portugues do mar e da atmosfera ip	VETERINÆRINSTITUTTET
89	Safe Food and Feed through an Integrated ToolBox for Mycotoxin Management	678012	2016	2020	UNIVERSITAET FUER BODENKULTUR WIEN	NIBIO

Vedlegg 3: Søkord og søkestrenger (vitenskapelige artikler)

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 v1. 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

Vedlegg 4: Søkeord (prosjekter)

Under søkene ble det valgt enkle søkeord for å fange opp flest mulig prosjekter på få søk. Institusjonene/organisasjonene som ble inkludert i disse søkene, er de samme som er beskrevet i vedlegg 3. I tillegg til søkene gjort i Cristin og i Prosjektbanken, ble årsmeldingene og årsrapportene til FFL og JA i perioden 2012-2018 gjennomgått. Det ble derfra funnet 7 prosjekter som var aktuelle for KUNMAT1. Prosjektmedlemmer har lagt til prosjekter de selv kjenner til, inkludert EU-prosjekter.

Tabell v3. Gjennomførte søk og treff i Prosjektbanken

Søk nr.	Søkeord	Avgrensninger	Antall treff
1	Mattrygghet		69
2	Safety	År: 2012-2019 Fagområde: Landbruks- og fiskerifag	67
3	Food safety	År: 2012-2019 Departement: Landbruks- og matdepartementet	601
4	Food	År: 2012-2019 Institusjoner (se liste over)	604
5	Uptake		312
6	Contaminant		243
7	Pesticide		103
8	Mycotoxin		35
9	Toxicant		22
10	Toxicology		77

Tabell v4. Gjennomførte søk og treff i Cristin

Søk nr.	Søkeord	Avgrensninger	Antall treff
11	Mattrygghet		44
12	Food safety	Institusjoner (se liste over)	134
13	Escherichia coli		9
14	Salmonella		2
15	Shigella		0
16	Listeria		5
17	Campylobacter		3
18	Staphylococcus		12
19	Vibrio		1
20	Aeromonas		3
21	Clostridium		16
22	Noro		2
23	Hepatitis		6
24	Hepatitt		32
25	Cryptosporidium		3
26	Giardia		8
27	Fusarium		8
28	Aspergillus		1
29	Penicillium		2
30	Biofilm		15
31	Food contaminant		29

