

næringsnytte

Prosjektåret 2023



25 eksempler
på at forskning
lønner seg

42 høydepunkter fra forskning på lukkede oppdrettssystemer

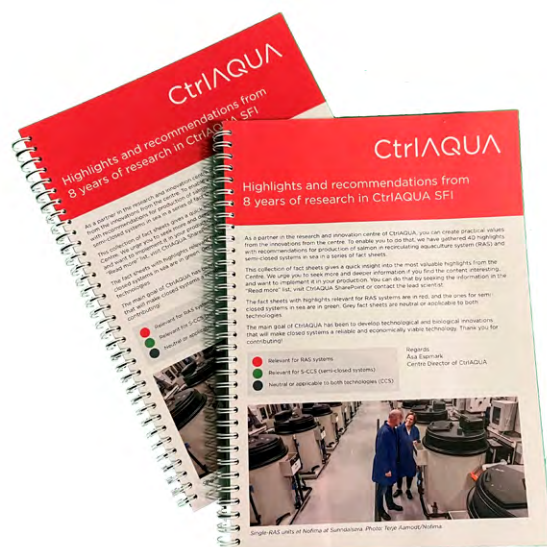


Foto: Terje Aamodt, Nofima

Fra 2015 til 2023 var Nofima vertskap for Senter for Forskningsbasert Innovasjon (SFI) innen lukkede oppdrettssystemer - CtrlAQUA.

Målet til CtrlAQUA var å utvikle teknologiske og biologiske innovasjoner som kan gjøre lukkede oppdrettssystemer til pålitelige og økonomisk levedyktige teknologier.

Sammen med våre partnere fra industri og forskning, har vi skapt mye kunnskap. Vi har samlet 42 høydepunkt med anbefalinger i en samling av faktaark, på engelsk. Faktaarkene er relevante for produksjon av laks i resirkuleringssystem (RAS) og semilukkede anlegg i sjø.



Se de 42 faktaarkene her



25 eksempler på at forskning lønner seg

Gode, grønne, sunne og norske	4
Fullt mulig å unngå avrenning	6
Har forsket på ny oljekilde	8
Bærekraft som innovasjonsdriver	10
Kan fastslå nefrokalsinose i felt	11
Auksjonsplikten fungerer	12
Færre gytinger enn før	13
Norvegia skal alltid smake likt	14
Enormt avlspotensial i mikroalger	15
Stort potensial for krabbe i nord	16
Rognkjeks blir kongemat	18
Oppdrettstorsk trenger kaldt vann	19
Hele kyllingen skal bli mat	20
Mer sjømat med gode oppskrifter?	22
Vaksinerer laks mot vintersår	23
Kan smolten vokse for fort?	24
Kroppens små dirigenter	26
Hva med ultraproessert mat?	28
Mindre, og mer miljøvennlig plast	29
Oppdrett for å redde havbunnen	30
Viktigheten av velferd for fisk	32
Mer av de sunne planteoljene	33
Lokalmatprodusenter inspirerer	34
Verdien av å måle matkvalitet	35
Sesongmønster i lys av Parisavtalen	36
Bak resultatene	38
Nofimas visjon	40



REDAKSJON

Redaktør: Anne-May Johansen

Ansvarlig redaktør: Morgan Lillegård

Tekstbidrag: Anne-May Johansen, Reidun Lilleholt Kraugerud, Wenche Aale Hægermark, Marte Olsen, Georg Mathisen

GRAFISK PRODUKSJON

Layout: Vitenparken, Raquel Maia Marques

Trykk: Aksell

Forsidefoto: Jon-Are Berg-Jakobsen

Utgitt av Nofima AS/Januar 2024

ISSN 1893-6652 (trykt)

ISSN 1894-4744 (digitalt)

Avmelding – send e-post til post@nofima.no eller ring 77 62 90 00

Tenk matsystem som en sirkel



Det er lenge siden vi skjønte at jorden ikke er flat, men rund som en sirkel. Og slik er det også med matsystemene. Dette kan ikke bli sagt nok ganger: Vi må tenke matsystemer som en sirkel og forske og handle deretter.

Etter et halvt år som leder i Nofima er jeg mer enn noen gang overbevist om at vi må styrke den sirkulære tankegangen i matsystemene. Vi må ta hensyn til alle innsatsfaktorene når vi jobber mot Nofimas visjon; bærekraftig mat til alle. Dette er en stor oppgave som krever mye.

Matsystemene på land står for en tredel av de menneskeskapte klimagassutslippene. Det sier seg selv at potensialet for reduserte utslipp er gedigne. Primærproduksjonen er en del av sirkelen. Deretter følger transport, bearbeiding, markedsføring, salg, distribusjon, tilberedning, konsum, og gjenbruk. Sirkelen er sluttet. Nofimas forskning bidrar med konkrete løsninger i hele sirkelen.

FN's «Bærekraftige Matsystem Summit» i 2021 bekreftet at alle de 17 bærekraftsmålene er knyttet til utvikling av bærekraftige matsystemer. For å lykkes globalt må de lokale og nasjonale matsystemene ha en konkret strategi for bærekraftig utvikling. Budskapet er «Tenk globalt, ager lokalt».

Norge jobber med strategiarbeidet for det norske bærekraftige matsystemet. Jeg er glad for at Landbruks- og matdepartementet koordinerer den nasjonale dialogen der syv departement er involvert. Det første møtet med de ulike aktørene har funnet sted. Jeg deltok selv og vi i Nofima skal følge opp dette arbeidet med kunnskap og kompetanse om bærekraftige løsninger i fremtidens matsystemer.

Et bærekraftig system leverer matsikkerhet og ernæring til alle på en slik måte at det økonomiske, sosiale og miljømessige grunnlaget for framtidige generasjoner opprettholdes. Nofima utvikler konkrete løsninger med innsikt i det helhetlige matsystemet.



Mat er tverrsektorielt. Helsemyndighetene anbefaler oss å spise et balansert kosthold med ingredienser fra blå og grønn sektor. Mager og fet fisk, frukt og grønt og kjøtt. I tillegg har vi mange eksempler på at det som er et problem og et restråstoff i én matsektor, kan være en ressurs i en annen. Når vi tenker matsystem som sirkel på kryss og tvers mellom sektorene kan restråstoff bli en verdifull ressurs som mat- og føringredienser. Nofima bidrar til å utvikle slike matnyttige løsninger i alle matsektorer.

Verden trenger sunn og trygg mat. Og nok mat. I dag kastes 25 prosent av maten som produseres. Kan et norsk matforskningsinstitutt gjøre noe med dette? Ja, det tror vi på. Å minimere matsvinnet er nødvendig for velfungerende matsystem. I Nofima forsker vi for blant annet å øke matens holdbarhet og kvalitet, utvikle optimale emballasjeløsninger, utnytte restråstoff bedre, og for å forstå og påvirke forbrukernes holdninger og adferd knyttet til matsvinn.

Med felles forskningsstrategi for hele instituttet jobber vi med alle delene av matsystemene for å utnytte selskapets kompetanse og infrastruktur på best mulig måte. Løsningene vil fremdeles være lokale og i en avgrenset del av det sirkulære systemet. Men løsningene utvikles med god innsikt i det matsystemet det er en del av. Da kan vi innovere slik at fremtidens matsystemer totalt blir mer bærekraftige.

Bærekraftig mat til alle er vår visjon. Den henger høyt, men vi strekker oss etter den hver dag.

Bente E. Torstensen
administrerende direktør

Gode, grønne, sunne og norske

Nye næringsrike og smakfulle plantebaserte produkter av norske råvarer finnes snart på middagsbord og hotellbuffeter.



Foto: Jon-Are Berg-Jacobsen, Nofima

Grethe Iren Borge, Astrid Nilsson og Tom Johannessen i Matpiloten, der testing og utvikling av de plantebaserte konseptene skjer.



Rapsolje har et høyt innhold av sunt umettet fett med mye omega-3 fettsyrer



Kontaktpersoner:

Grethe Iren Borge
Seniorforsker
+47 997 12 755
grethe.iren.borge@nofima.no



Astrid Nilsson
Seniorforsker
+47 901 27 672
astrid.nilsson@nofima.no

Finansiert av: FJM – Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri

Samarbeidspartnere: Jæder Ådne Espeland AS (prosjekteier), Igeløsa Life Science AB og 12 andre næringsaktører.

I prosjektet NORSKVegetar har Nofimas fagfolk jobbet sammen med prosjekteier Jæder og 12 andre partnere for å utvikle plantebaserte produkter. Resultatet er to lovende konsepter der smak, helse og opprinnelse av råvarene står sentralt.

- Råvarene i seg selv er sunne og kombinasjonen av disse gir både gode smaker og helseriktig nærings-sammensetning. I tillegg er de nødvendige funksjonelle egenskapene på plass, som stabilt umettet fett. Flere forskningsutfordringer har bestått av å forene funksjonalitet og ernæringsmål, sier seniorforsker Grethe Iren Borge i Nofima. Hun er ansvarlig for forskningen i prosjektet.

- Fett er viktig for produktkvalitet. Ambisjonen om helseriktige produkter førte oss til rapsolje. Rapsolje har et høyt innhold av sunt umettet fett med mye omega-3 fettsyrer, forteller senior- og fettforsker Astrid Nilsson i Nofima.

Den store utfordringen med å benytte kun rapsolje som ingrediens i plantebaserte produkter er at den er flytende ved romtemperatur og derfor lett flyter ut av produktet.

- Denne utfordringen har vi klart å løse. Vår pølsemaker-mester Tom Johannessen har i samarbeid med Alimenta utviklet en metode for å stabilisere rapsoljen slik at den kan brukes i produktene. Dette er et viktig steg mot sunnere plantebaserte produkter, påpeker Astrid Nilsson.

Korn har en sentral plass

Norsk bygg og havre inngår i konseptene. I tillegg til å være gode proteinkilder er begge rike på kostfiber og sikrer, sammen med grønnsakene, at produktene blir fiberrike. I tillegg gir kornet en god tekstur med passelig tyggesmotstand.

Det ene produktkonseptet er en korn- og grønnsaksdeig med høyt fiberinnhold og typiske norske grønnsaker som gulrot, løk, rødbete og potet. Det andre er en plantebasert deig. Denne deigen har et proteininnhold på nivå med kjøttdeig, og er basert på protein fra favabønner, korn og grønnsaker.

Foto: Nofima



Grønnsaker kan videreføres til ingredienser eller til egne produkter.

Enklere å nå 5 om dagen

- Våre plantebaserte produkter skal ikke kompromisse, verken på smak eller næringsinnhold. I tillegg skal også farge og tekstur være i tråd med forbrukernes ønsker, sier Rakel Wester, Markeds- og bærekraftssjef i Jæder, og prosjektleder for NORSKVegetar.

Ulike typer grønnsaker inngår i produktene, og disse er valgt ut fra flere kriterier. De skal kunne dyrkes i Norge. De skal komplettere hverandre både ernærings- og smaksmessig. De skal fremheve ønskede smaker og farger, for eksempel rødbeter som både bidrar med rødfarge og umamismak.

- Ulike grønnsaker gir ulike nærings- og plantestoffer. Derfor har vi vært opptatt av bredde. Produktene kan bidra til økt grønnsaksinntak i befolkningen. I tillegg er et mangfold av råvarer også bra for tarmhelsen, sier grønnsaksforsker Grethe Iren Borge.

Bygger opp en kunnskapsbase

Atskillige grønnsaker er testet, både ferske og fryste.

Vi har også sett nærmere på overskuddstomater med ulik modningsgrad. Grønnsaker som videreføres til moser og emulsjoner kan gi positive egenskaper i produktet både når det gjelder tekstur og biotilgjengelighet. Det gjelder for eksempel beta-karoten, sier Borge.

Dette er eksempel på kunnskap fra forskningen som ikke er brukt i de første produktene. Like fullt vil kunnskapen være til nytte. Denne type ny kunnskap samles i en kunnskapsbase, og kan brukes i fremtidig utviklingsarbeid.

En annen del av kunnskapsbasen er næringsinnhold.

- Vi har gjort en rekke næringsberegninger, og sett på totalt fett og forholdet umettet og mettet fett, innhold av protein og fiber, samt saltinnhold, sier seniorrådgiver på ernæring Ida Synnøve Grini i Nofima.

Foto: Jon-Are Berg-Jacobsen



Ida Synnøve Grini har gjort næringsberegninger på de ulike produktkonseptene.

Fullt mulig å unngå avrenning

Det er mulig å bli kvitt problemet med avrenning fra biler som transporterer fersk fisk. Det kalde faktum er at temperaturkontroll har alt å si.

– Det aller viktigste kriteriet er at fisken er tilstrekkelig kjølt før den pakkes i kasser med is, med en kjernetemperatur lavere enn 1°C, påpeker forsker Bjørn Tore Rotabakk i Nofima.

Mesteparten av fersk fisk som fraktes med lastebil i Norge, transporteres i EPS-kasser kjølt med is. Utilstrekkelig kjøling av fersk fisk før pakking og ising, fører til at en betydelig mengde av isen smelter under transport. Gjennom dreneringshull renner smeltevannet av lastebilene og ut på norske veier. Det fører til både trafikkfare og tilgrising.

– Er fisken 3,0 grader, så gir det nesten 650 liter avrenning, og er lastebilen i tillegg satt på 3,0 grader, så får man totalt 740 liter de første 48 timene fisken er under transport, sier Rotabakk.

Han har ledet arbeidet med å finne et foretrukket temperaturregime fra pakking til leveranse av fersk fisk for å redusere mengden avrenning under transporten.

Modell for beregning av avrenning

Det har resultert i en modell, som via egen nettside skal kunne hjelpe næringsaktørene til å beregne mengden avrenning som produseres basert på temperaturen på fisken i kassen.

– Det er store forskjeller mellom de ulike aktørene i bransjen med tanke på temperaturkontroll av fisk. Hovedutfordringen med avrenning ligger nok hos produsentene, der fisken generelt ikke blir tilfredsstillende nedkjølt, sier Rotabakk.

Forskeren mener rask og god kjøling bør være både i produsentenes, distributørens og forbrukernes interesse, fordi det både gir bedre kvalitet og forlenget holdbarhet på fisken.

– Hvis man ikke klarer å kjøle fisken godt nok, for eksempel når den transporteres om sommeren, så kan man enten kompensere ved å vente med å sende fisken, eller ved å benytte tette kasser, sier Bjørn Tore Rotabakk.

 *Rask og god kjøling bør være både i produsentens, distributørens og forbrukernes interesse, fordi det både gir bedre kvalitet og forlenget holdbarhet på fisken*

Flere metoder kan løse problemet

Det er gjort flere forsøk på å stoppe avrenningsproblemet, men man har så langt ikke lyktes med å eliminere det. Forskerne oppsummerer i den faglige rapporten «Reduksjon av smeltevann fra fisketransport»:

- Tette kasser fremstår som et alternativ som raskt kan implementeres hvis fisken er tilstrekkelig nedkjølt. Tette kasser må enten være laget for å samle opp avrenningsvannet uten å komme i kontakt med fisken, eller så må det benyttes en absorbent som håndterer avrenningen. Begge løsninger vil være dyrere sammenlignet med dagens løsning der smeltevannet ledes vekk fra kassene gjennom dreneringshull.
- Et annet alternativ er å montere oppsamlingstanker på lastebilene. Disse ligger under semitraileren og samler opp vannet som dannes. Med dette alternativet, er det en utfordring med kapasitet, da dagens tilgjengelige tanker rommer cirka 250 liter. Det vil også ta tid før det er montert tanker på alle semitrailere som transporterer fisk i Norge.
- I tillegg eksisterer det alternative kjølemedier som ikke gir avrenning, slik som CO₂-snø og gel-ice. CO₂-snø er kostbart, og kommer med en HMS-utfordring, mens gel-ice er dyrere enn is, og gir et avfallsproblem hos kunden.



Kontaktperson:
Bjørn Tore Rotabakk
Forsker
+47 957 41 115
bjorn.tore.rotabakk@nofima.no

Finansiert av: FHF – Fiskeri- og havbruksnæringsforskning

Partnere: Sintef Narvik og NTNU



Foto: Christian Petrich, Sintef

Smelte vann fra biler som frakter fisk, er et trafikkproblem. Nofima, Sintef og NTNU har lansert en nettside som kan bidra til å løse problemet.

Hovedfunn

- Det viktigste tiltaket for å redusere avrenning fra vogntog som transporterer fisk er å kjøle fisken tilstrekkelig – det vil si til under 1 °C – før den lastes på bil.
- Tiltak som tette kasser og oppsamlingssystemer er mulig å gjennomføre, men det eksisterer ingen systemer som er gode nok per i dag som en rask løsning på problemet.
- En kombinasjon av bedre kjøling, og tette kasser eller oppsamling vil være et godt alternativ
- Det er laget en modell der man selv kan beregne mengden avrenning som produseres basert på temperatur på fisken inn i kassen, og omgivelsestemperaturen til kassen.



Bente Ruyter og kollegene hennes på Nofima har funnet ut hvordan en ny olje gjør fisken sunnere.

Har forsket på ny oljekilde

Når fisk spiser planteolje med marint omega-3, får den mer omega-3 i kjøttet, bedre pigmentering og færre mørke flekker.

Nå er en ny olje godkjent og kan brukes i fiskeføret i Norge. Slik det er i dag, klarer ikke verden å produsere nok ingredienser med marine omega-3-fettsyrer. Etterspørselen er større enn tilbudet.

Bente Ruyter har forsket i mange år for å finne ut hvordan oppdrettslaksen skal få høyere innhold av omega-3 i kroppen. Et svar er olje fra genmodifisert raps.

Olje fra canola

– Mattilsynet har godkjent en olje som kommer fra genmodifisert canola slik at den kan brukes i føret til oppdrettslaks. Planten produserer marine omega-3-fettsyrer. Det er flere års forskning i samarbeid med industrien som har ført til at vi er kommet så langt, sier Ruyter, som er seniorforsker hos Nofima.

Canola er en variant av vanlig raps. Canolaen som gir oljen som Nofima har forsket på, er så genmodifisert videre av det australske forskningsmiljøet CSIRO i samarbeid med selskapet Nuseed. Resultatet er at den inneholder mer av

de omega-3-fettsyrene som laksen trenger for å holde seg frisk, og som mennesker har godt av.

– Dette er en ekstrahert olje, sier Bente Ruyter.

Det vil si at den er trukket ut av canolafrøene og ikke har med seg noe av det arvematerialet som er genmodifisert i planten.

– Det er gjort forskning gjennom mange år for å se om denne oljen er egnet i fiskefôr, sier hun.

Forskerne har funnet ut at det er den, og nå har altså Mattilsynet satt godkjentstempel på den.

EPA og DHA

Det handler om omega-3-fettsyrene kalt EPA og DHA. I naturen er det mikroalgene i havet som produserer slike fettsyrer. Så spiser krepsdyr disse mikroalgene, og fisken spiser krepsdyrene. Dermed ender EPA og DHA opp i fisken.

I oppdrettslaksen har det vært vanskelig å få nok av disse fettsyrene. Derfor er genene fra mikroalgene satt inn i canola-planten slik at den også kan lage de samme



 *Slik det er i dag, klarer ikke verden å produsere nok ingredienser med marine omega-3-fettsyrer. Etterspørselen er større enn tilbudet*

fettsyrene. Når oljen brukes i fiskefôret, har forskerne funnet ut at fisken får bedre ytelse, mer omega-3 og færre mørke flekker (melaninflekker) og bedre rødfarge i fileten.

Ikke mer villfisk å hente

– Produksjonen av fiskeolje er stabil i verden: det er ikke bærekraftig å fiske mer villfisk. Derfor blir det mindre og mindre tilgjengelig hvert år for en akvakulturnæring som vokser, sier Ruyter.

I år 2000 utgjorde fiskeolje rundt 30 prosent av fôret til laksen. I 2020 var andelen nede i ti prosent.

– Forskningen vår har vist at det ikke er sunt for laksen å gå så lavt. Den blir mindre robust og kjøttet får dårligere farge. Ergo har næringen begynt å øke nivået av omega-3-fettsyrer i fôret igjen, forteller hun.

Trenger nye omega-3-kilder

– Produksjon av genmodifisert canola i verden har stort potensiale for vekst, og blir antagelig en viktig, ny kilde til omega-3 i fôret, sier Ruyter.

Det gjør at fisken blir sunnere enn om den kun føres med standard planteolje – og den ser bedre ut, også. Laksen trenger et visst nivå av omega-3 i fôret for at fileten skal få den delikate rosafargen som folk flest ønsker. Forskningen til Nofima viser også at den omega-3-rike canolaoljen reduserte forekomsten og alvorlighetsgraden av mørke melaninflekker i laksefileten.

Nofima har tidligere vist at [fettsyren DHA har denne effekten](#).

For å dokumentere oljens egenskaper i laksen, har forskerne måttet gjøre forsøk både i ferskvann, i lukkede kar og til slutt i merder i sjøen. Hele tiden har de måttet sørge for at ingenting forsvinner ut i naturen rundt. Så har de gjort forsøk i alle livsfasene til fisken.

– Nå er den godkjent for bruk. Om næringen tar den i bruk, er en annen sak. Men jeg tror det vil tvinge seg frem, sier Bente Ruyter.



Kontaktpersoner:

Bente Ruyter
Seniorforsker
+47 930 97 531
bente.ruyter@nofima.no



Bjarne Hatlen
Seniorforsker
+47 934 18 863
bjarne.hatlen@nofima.no

Finansiert av: FHF – Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering

Samarbeidspartnere: Havforskningsinstituttet, Nuseed, Mowi



Bærekraft som innovasjonsdriver

Mer miljøvennlig og sunnere mat er viktige tiltak i norske matbedrifters bærekraftsstrategier.



Foto: Jon-Are Berg-Jacobsen, Nofima

I FoodForFuture har Antje Gonera og Laura Carraresi forsket på store norske matbedrifters forhold til bærekraftsorientert innovasjon.

– Vi intervjuet, og gjennomgikk års- og bærekraftsrapportene til ni store matbedrifter. Deretter kartla vi hvordan bærekraftsarbeid har påvirket deres innovasjoner, sier seniorforsker Antje Gonera.

Alle de ni bedriftene har opprettet egne stillinger med dedikert bærekraftsansvar. Satsingen er viktig strategisk, og en investering i framtiden. Investeringer i bærekraft gir ikke kortsiktige gevinster. Begrepet bærekraftig mat er komplekst og omdiskutert. Det finnes ingen ensartet definisjon, men FNs bærekraftsmål er et viktig utgangspunkt.

Bedre folkehelse, emballering og ressursutnyttelse

Flere av bedriftene påpeker at de alltid har jobbet med innovasjon på områder knyttet til FN-målene. Folkehelse er ett eksempel, hvor flere har redusert salt, sukker og mettet fett, og økt kostfiber. Et annet eksempel er emballering; løsninger basert på resirkulerbare og/eller resirkulerte materialer, og å ta i bruk nye typer råstoff, som cellulose og alger.

Bedriftene forebygger mat- og råstoffsvinn med ny/oppdatert teknologi. Eksempler er sensor- og hydrolyse-teknologi for bedre råstoffutnyttelse eller sekvenserings-teknologi som identifiserer uønskede bakterier.

Bygger kompetanse systematisk

Forbrukerønsker og kundekrav er en viktig drivkraft for bærekraftsinnovasjon. Samtidig jobber bedriftene på områder som forbrukerne ikke merker så mye til, for eksempel solceller og biogass, eller alternative transportformer. Kravene til leverandører øker i samme takt.

– Vi har utviklet en modell som viser effektene for tre nivåer av bærekraftsinnovasjon; operasjonell optimalisering, organisasjonsendring og systembygging. Vi ser også at samarbeid med nye aktører og deltakelse i forskningsprosjekt øker innovasjonskapasiteten, hever kompetansen og gjennomføringsevnen, avslutter Laura Carraresi.



Kontaktpersoner:

Antje Gonera
Seniorforsker
+47 400 75 077
antje.gonera@nofima.no



Laura Carraresi
Seniorforsker
+47 404 96 352
laura.carraresi@nofima.no

Finansiert av: FFL – Fondet for
Forskningsavgift på Landbruksprodukter

Strategiske forskningsprogram:
FoodForFuture



Kan fastslå nefrokalsinose i felt

Nofima-forskere har videreutviklet diagnostikken slik at man kan fastslå på levende fisk i felt hvilke som har nefrokalsinose og i hvilken grad.

Nefrokalsinose er en raskt økende nyresykdom hos laksefisk som vi ikke kjenner verken omfanget av eller årsakene til.

Fra Veterinærinstituttet er nefrokalsinose gradert som det sykdoms- eller velferdsproblemet i settefiskfasen som flest blant fiskehelsepersonell og mattilsyn angir som økende. De rapporterer høy dødelighet og redusert velferd.

– Det dukker opp mer nefrokalsinose i nye driftsformer. Når vi ikke alltid klarer å gjenskape sykdommen i forsøk, viser det at årsakene til den er sammensatte, sier veterinær og forsker Kirsti Hjelde.

Praktisk anvendelig i felt

Nyrene skal rense blodet og er et av fiskens største bloddannende- og immunologiske organer. Når smolten settes ut i sjø med defekte nyrer, håndterer den utfordringene i sjø dårligere.

Røntgenundersøkelse av nefrokalsinose har vært brukt lenge på pattedyr. Det nye med forskernes metode, er at røntgen nå kan brukes på fisk på karkanten. Nofima har tilpasset et eksisterende diagnoseverktøy til praktisk bruk:

Metodikken i seg selv er publisert av Christine Klykken ved Aqua kompetanse og NTNU i hennes doktorgrad. Hjelde har videreutviklet diagnostikken til å bli mer praktisk anvendelig i felt.

Hjelde mener diagnoseverktøyet i felt er en viktig hjelp til å finne ut av hvor mye nefrokalsinose vi har og hvor.

Men først er det et stort ønske at alle som jobber med diagnostikk av sykdommen snakker samme språk.

– Jeg vet om flere som har sin egen diagnostikk. Alle vi som jobber med det trenger samkjøring så vi kan sammenligne forekomst og begynne å finne årsaker og tiltak.

Ekstra relevant i RAS

Lidelsen er godt kjent fra intensivt oppdrett av regnbueørret, men er nå økende for laks, og det er kjent at det dukker opp i mange RAS-anlegg.

– Når vi fratar oppdrettslaksen alle valgmuligheter må vi sørge for at betingelsene vi gir dem er gode, sier Hjelde.



Foto: Terje Aamodt, Nofima

Forsker Kirsti Hjelde håper hele oppdretts-Norge kan diagnostisere laksesykdommen nefrokalsinose likt, så man kan ta neste steg og finne årsaken.



Kontaktperson:

Kirsti Hjelde
Forsker
+47 922 17 092
kirsti.hjelde@nofima.no

Finansiert av: Norges forskningsråd

Samarbeidspartnere: Bremnes Seashore og andre industripartnere i CtrlAQUA – senter for forskningsdrevet innovasjon

Auksjonsplikten fungerer

Auksjonsplikten for fryst torsk og sei har så langt fungert etter hensikten. Det er klart halvveis ut i evalueringsperioden.

– Andelen fryst hel sløyd torsk og sei tilbudt i auksjonene til Råfisklaget og Surofi økte i 2022 sammenlignet med tidligere år, slår seniorforsker Geir Sogn-Grundvåg fast.

Fra 2013 til 2017 gikk andelen fryst hvitfisk solgt på auksjon gjennom Sunnmøre og Romsdal Fiskesalgslag (Surofi) ned fra 58 til 40 prosent. Hos Råfisklaget sank auksjonsandelen for fryst torsk fra 52 prosent i 2009 til 31 prosent i 2017.

Mindre råstoff til landindustrien

Når en betydelig andel fisk selges utenom auksjonene kan den også være mindre tilgjengelig som råstoff for norsk bearbeidingsindustri.

– For å øke andel råstoff som tilbys på auksjon og som dermed er åpent tilgjengelig for landindustrien i Norge, ble muligheten for egenovertakelse av fangst fjernet fra 1. oktober 2021. Og fra 1. januar 2022 ble det innført delvis auksjonsplikt på hel fryst torsk og sei, forklarer forskeren.

Minimum 50 prosent av den fryste fisken fra hvert fartøy skal tilbys i auksjon i løpet av året.

Evaluering også for 2023

Av den delrapporten som nå er levert, framgår det at hovedformålet med evalueringen er å undersøke om delvis auksjonsplikt leder til en mest mulig åpen konkurranse om råstoffet, herunder at industrien som bearbeider fisk i Norge får tilstrekkelig tilgang på råstoff til sin virksomhet.

– Formålet med en delvis auksjonsplikt er å sikre en mest mulig åpen konkurranse om råstoffet, slik at industrien som bearbeider fisk i Norge får tilstrekkelig tilgang på råstoff til sin virksomhet. Når mer fisk nå tilbys på auksjon, har innføringen fungert, sier Geir Sogn-Grundvåg.

Etter ønske fra næringen har FHF – Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering forlenget prosjektet med ett år slik at hele 2023 også vil bli inkludert i den endelige evalueringen.

 Når en betydelig andel fisk selges utenom auksjonene kan den også være mindre tilgjengelig som råstoff for norsk bearbeidingsindustri.

Illustrasjonsfoto: Ole Åsheim, Nofima



For at fiskeindustrien skal få mer råstoff, ble det innført delvis auksjonsplikt for fryst torsk og sei i 2022. Den ser ut til å fungere.



Kontaktperson:
Geir Sogn-Grundvåg
Seniorforsker
+47 470 29 204
geir.sogn-grundvag@nofima.no

Finansiert av: FHF – Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering

Samarbeidspartnere: Norges Råfisklag, Surofi, Vest-Norges Fiskesalgslag



Denne avlstorsken er sjettegenerasjons oppdrettstorsk, og den gyter færre ganger enn dens forfedre.

Færre gytinger enn før

Før kunne avlstorsken gyte tre ganger før den ble slaktemoden. Etter at den ble selektert for vekst, gyter den én gang.

På oppdrag fra Nærings- og fiskeridepartementet driver Nofima det nasjonale avlsprogrammet for torsk, og leverer befruktet rogn til torskeoppdrettere langs kysten.

Gjennom seks generasjoner har avlsmålet hovedsakelig vært vekst. Med avl på vekst har samtidig antall gytinger for torsken på avlsstasjonen gått ned fra tre til en gyting i løpet av de 20 månedene i sjø, før den når slaktevekt.

Men fortsatt blir mange kjønnsmodne før tiden når de ikke lysstyres. Det er viktig å nevne at oppdrettstorsk i kommersiell produksjon lysstyres, og trolig har lavere innslag av kjønnsmodning.

Avl på vekst gir færre gytinger

Gyting er uønsket i oppdrett. For oppdretter betyr gyting tapt vekst. For miljøet kan det være risiko for spredning av befruktede egg i vannmassene og mulig fremtidig krysning med villfisk.

Kjønnsmodning hindrer at torsken utnytter ressursene til hurtig tilvekst. Energi flyttes fra muskel og lever til gonader. Kjønnsmodning fører til at torsken gyter.

Kan utsettes

Mens det er en forutsetning at torsk gyter i et avlsprogram, er gyting en uønsket egenskap i kommersielt oppdrett. Derfor vil Nofima tidlig kjønnsmodning til livs – at torsken ikke kjønnsmodnes ved to års alder før den har nådd slaktevekt.

Nylig ledet avlsforsker i Nofima, Anne Kettunen, et stort forsøk. Hun testet omfanget av tidlig kjønnsmodning på over hundre fullsøskenfamilier i merder i Nordland. Undersøkelsen viste at 84 prosent av hunnene og 91 prosent av hannene ble kjønnsmodne ved to års alder når de ikke ble lysstyrt. Beregninger viser at det er betydelig genetisk variasjon i tidlig kjønnsmodning hos torsk. 33 prosent av egenskapen avhenger av gener, resten av miljø.

– Det betyr at det er mulig å avle for å redusere tidlig kjønnsmodning, og dermed trolig redusere risikoen for gyting i merd ytterligere, sier Kettunen.

– I avlsarbeidet til Nofima ser vi etter flere løsninger, hvor avl er en av dem. Selvsagt er produksjonsstyring hos oppdretter også en del av løsningen, sier hun.



Kontaktperson:

Anne Kettunen
Forsker

+47 64 97 04 60

anne.kettunen@nofima.no

Finansiert av: Nærings- og fiskeridepartementet



Norvegia skal alltid smake likt

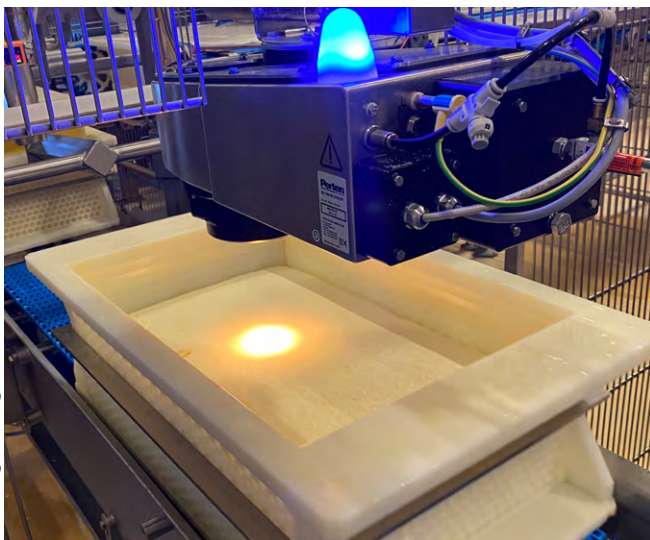
Tine Meieriet Jæren yster Norges mest solgte ost – Norvegia. Nå vil de kunne styre prosessen slik at osten alltid smaker likt.

Foto: Jon-Are Berg-Jacobsen, Nofima



Seniorforsker Ingrid Måge samler data som bidrar til at osten Norvegia alltid smaker likt.

Foto: Ingrid Måge, Nofima



NIR-sensoren måler innholdet i en blokk med ost, ved hjelp av lys.

På prosesslinja hos meieriet er det montert en NIR-sensor. Den måler, ved hjelp av lysstråler, hvor mye fett og tørrstoff det er i osten som passerer forbi.

– Det er en utfordring å produsere ost med jevn kvalitet. Innholdsstoffene i melk varierer med kurasen, årstid, vær og fôr. I tillegg påvirker prosessbetingelsene, forklarer Kjetil Holstad, leder for Forskning og Utvikling ved Tine Meieriet Jæren.

Tørrstoff er viktig

Norvegia spiller en viktig rolle i å regulere markedet for melk. Når melkeproduksjonen er høy, ystes det mer – og osten ligger lenger på lager.

– Osten blir mykere ved lagring fordi protein brytes ned, altså er det nødvendig med mer tørrstoff ved lengre lagringstid. Samtidig vet vi at det kundene misliker mest er for fast og tørr ost, sier Holstad.

Måle all ost

Det trengs et solid datagrunnlag for å nøste opp i sammenhenger mellom råstoff, prosessbetingelser og ostekvalitet. Det trengs også både kompetanse og investering i datahåndtering og analyse. TINE har derfor samarbeidet med både Intelec og Nofima i flere år.

Tidligere ble det kun tatt stikkprøver på én av 350 oster. Med NIR-sensoren måles alle ostene direkte på prosesslinja, og blir til enorme mengder data.

– Det er nødvendig å samle inn data over lang tid for å fange opp alle variasjoner. Det er også nødvendig å teste ut effekten av ulike prosessbetingelser ved å gjøre kontrollerte endringer i for eksempel temperaturer og tider i ulike produksjonstrinn, sier seniorforsker Ingrid Måge i Nofima.

Nofima bidrar med målemetodikk og dataanalyse som kan gi bedre forståelse av sammenhenger i prosessen.

Intelec er spesialister på tidsserie-analyser. De fokuserer på å finne informasjon og mønster fra sensorer som strømmer data kontinuerlig, for eksempel temperaturer og pH.



Det er en utfordring å produsere ost med jevn kvalitet



Kontaktperson:

Ingrid Måge
Seniorforsker
+47 900 84 041
ingrid.mage@nofima.no

Finansiert av: FFL - Fondet for forskning-savgift på landbruksprodukter, SFI DigiFoods, Norges forskningsråd og partnere

Samarbeidspartnere: Tine Meierier Jæren, Intelec

Enormt avlspotensial i mikroalger

Forskere har nå vist at mikroalger kan vokse fortere og danne mer omega-3 om de avles på. Det gjør dem enda mer interessant som føringrediens.



Foto: Jon-Are Berg Jacobsen, Nofima

Nå er det vist at avl kan øke omega-3-innholdet i mikroalger betydelig. Marie Lillehammer står bak forskningen.

Helt nederst i næringskjeden finner vi de mest lovende nye ingrediensene til fôr for oppdrettsfisk. Deriblant mikroalger.

Pionér: Viser at det går an å avle

For å vokse påvirkes algene av lys, temperatur og næringsstoff. Men veksten påvirkes også av algenes gener. Derfor testet forskerne om man kan avle på mikroalger som man gjør med for eksempel oppdrettsfisk: Når man målrettet krysser individer eller slekter som har høy ytelse, får neste generasjon høyere ytelse enn forrige, og så videre.

– Vi ville vite om avl kan bidra til raskere vekst og økt innhold av omega-3. De innledende forsøkene vi gjorde med partnerne våre, ga svært lovende resultater, sier seniorforsker i Nofima, Marie Lillehammer.

Antagelig er de først ute med å beregne genetisk variasjon i mikroalger.

Mange mikroalger formerer seg ved kloning. Derfor valgte forskerne seg arten *Seminavis robusta* – en godt studert alge som har kjønnet formering. Åtte linjer av arten ble krysset med hverandre i en generasjon og testet i avlsforsøket.

25 prosent økning på en generasjon

Selv om arten ikke regnes som spesielt aktuell som fôrressurs, viste forsøket at 18 prosent av omega-3-produksjonen i algene blir bestemt av genene (arvegrad). Med avl betyr det en økning på 8,8 prosent omega-3 på en generasjon.

For vekst blir det enda større tall. Med en arvegrad på 50 prosent, vokser mikroalgen 25 prosent raskere per generasjon, i teorien en nidobling per år, gitt ti generasjoner på ett år.

– Det kan hende innavl og fysiologiske begrensninger ville satt en stopper for veksten over generasjoner, eller veksten ville hatt bieffekter. Men forsøket viser at avl bør utforskes videre, dersom man ønsker at mikroalger skal bli en viktig føringrediens til europeisk akvakultur, sier Lillehammer.

Forskningen har vært en del av EU-prosjektet NewTechAqua.



Kontaktperson:
Marie Lillehammer
Seniorforsker
+47 64 97 04 05
marie.lillehammer@nofima.no

Finansiert av: EU Horisont 2020

Samarbeidspartnere: Universidad de Las Palmas, Ghent University





Foto: Lars Åke Andersen, Nofima

Grete Lorentzen med krabben som vokser godt og har kommet seg gjennom det første, kritiske skallskiftet med strålende resultat.

Stort potensial for krabbe i nord

Stor bredde i krabbeforskningen avslører stadig mer potensial for oppbygging av flere sider av snø- og kongekrabbenæringen i nord.

Flere tidligere, nåværende og framtidige forskningsprosjekter i Nofima handler om utvikling av det som er i ferd med å bli en innbringende del av norsk sjømatnæring.

– Den strategiske instituttsatsingen «SIS Helt konge» er kjernen, som gir oss mange svar, men like mange nye spørsmål. Det er ingen raske løsninger i utviklingen av en på mange måter ny næring. Det er mye vi ikke vet ennå, men potensialet er stort, sier seniorforsker Grete Lorentzen.

Snø- og kongekrabbe er også sentrale arter i forskningsprosjektet «Fiskeri på 78° – Småskala fiskerier for lokal verdiskaping på Svalbard».

– Prosjektet har som mål å forberede Longyearbyen, som verdens nordligste by, til også å bli et kulinarisk reisemål med lokalfangstet og bearbeidet konge- og snøkrabbe på menyen, sier Lorentzen.

Helt konge

«Helt konge»-prosjektet handler om oppføring av små kongekrabber til de når kommersiell størrelse.

Stikkordene for å lykkes er riktig mat, riktig miljø og riktige betingelser.

– Krabben viser seg å være en god kandidat for oppføring. Vi vet mye om hva som skal til for at krabbene skal trives i fangenskap. Spise, vokse og være snille med hverandre. Og vi er nå i ferd med å finne fram til riktig fôr også, sier krabbeforsker Sten Siikavuopio.

– Hvis vi lykkes, har vi potensielt lagt grunnlaget for en helt ny næring i Vest-Finnmark, sier Grete Lorentzen, som leder de to krabbeprosjektene.

Norske myndigheter ønsker ikke at kongekrabben skal fortsette å bre seg ut over kvoteregulert område øst i Finnmark. Derfor er det opprettet en frifiskesone vest for



Kontakterpersoner:

Grete Lorentzen
Seniorforsker
+47 995 54 336
grete.lorentzen@nofima.no



Sten Siikavuopio
Seniorforsker
+47 976 98 241
sten.siikavuopio@nofima.no

Finansiert av: Norges forskningsråd og Nofima

Samarbeidspartnere: Forskningsinstituttet Matis, og en rekke næringsaktører på Svalbard



Sten Siikavuopio kan slå fast at snøkrabben har vokst atskillig siden Havforskningsinstituttet oppdaget den ved Svalbard første gang i 2017.



Fotoer: Nofima

Krabbeforsker Sten Siikavuopio (t.h) og kokk Rogier Jansen på Basecamp Explorer med beviset på at snøkrabben er til stede ved Isfjord Radio.

Honningsvåg. Her er det åpent for utrydningsfiske av krabben. Det vil si at den kan fiskes – uansett størrelse.

– Krabbene som fiskes vest for Honningsvåg, er gjennomgående for små for profesjonelle fiskere. Kjøperne i det internasjonale markedet ønsker at den norske kongekrabben skal veie minst 1-2 kilo, sier Grete Lorentzen.

Vellykkede skallskifter

Våren 2022 startet derfor forskningsstudien med å føre opp små krabber fra frifiskeområdet. Krabbene veide cirka 250 gram. Mål: Vekt på 1,6 kilo eller mer i løpet av en toårsperiode i prosjektet.

– Før vi kommer så langt, må krabbene gjennom to kritiske skallskifter, der de er svært sårbare. Det er slik de vokser, forklarer Sten Siikavuopio.

Etter vellykkede skallskifter så langt, er forskerne optimister.

– Det har gått over all forventning. Skallskiftet viser at krabben vokser godt, og dødeligheten er på under ti prosent. Det er veldig gode tall, sier Siikavuopio.

Forsøksfiske ga resultat

I det pågående prosjektet «Fiskeri på 78°» har det blitt gjennomført forsøksfiske etter snøkrabbe for å bringe på det rene om den kan regnes som en lokal art, som kan være med på å bygge den kulinariske profilen til Svalbard.

– Målet med forsøksfisket er å finne ut om snøkrabben har etablert seg i fjordene ved Isfjord Radio på Svalbard. Vi ønsker også å kartlegge om kvantumet er så stort at den kan fangstes i den hensikt å bruke den til lokal verdiskaping. Lokal, eksklusiv, arktisk mat til fastboende og besøkende, sier Siikavuopio.

De aller første funnene av bittesmå snøkrabber på bare et par centimeter nordvest av Svalbard, ble gjort av Havforskningsinstituttet allerede i 2017. I mai kunne Siikavuopio og kollega Gustav Martinsen etter selvsyn erklære at det er snøkrabbe ved Svalbard og at den har vokst seg større – men ikke helt til kommersiell størrelse.

– Øvrige aktiviteter i prosjektet har vært uttesting av krabbe blant fastboende og i restauranter på Svalbard, kartlegging av regelverk i forbindelse med et fremtidig fiskeri, og en spørreundersøkelse der vi kartlegger turistenes og fastboendes forventninger til å kunne utnytte lokalt fangstet krabbe, sier Grete Lorentzen.

Rognkjeks blir kongemat

Rognkjeks ser ut til å passe godt som mat til oppfôring av kongekrabber etter at den har gjort seg ferdig som lusespiser i oppdrettsanlegg.

– Ideen med forskningsprosjektet «Kongemat» var å gjøre noe bærekraftig ut av rognkjeks, sier forsker og prosjektleder Birthe Vang.

Rensefisken i oppdrettsanlegg slutter å spise lakselus når den blir kjønnsmoden. I dag må oppdrettsnæringen ofte betale for å bli kvitt restene av rensefisken. Det er ikke vel ansett verken i et økonomisk- eller dyrvelferdsperspektiv.

Rognkjeks har imidlertid vist seg velegnet som agn i krabbefisket, så da var spørsmålet forskerne stilte seg: Kan den brukes til oppfôring av små kongekrabber til kommersiell størrelse?

Økt appetitt og fôropptak

I Nofima er det flere pågående prosjekt som handler om nettopp det å føre opp små krabber til salgbar størrelse på rundt 1,3 kilo og oppover. Et egnet fôr er allerede utviklet av Nofima.

Med det som utgangspunkt, gikk Birthe Vang og kollegene i gang.

– Vi ønsket å teste ut om hel eller prosessert rognkjeks som har vært brukt som rensefisk, kan øke appetitt og fôropptak hos små kongekrabber og dermed føre til økt kjøttfyllingsgrad og verdi på kongekrabbene.

Fikk lyst på rognkjeks

24 kongekrabber inngikk i et 12-ukers forsøk:

- 6 fikk kongekrabbefôr utviklet av Nofima
- 6 fikk kongekrabbefôr dekket av et proteinkonsentrat fra rognkjeks
- 6 fikk halvparten kongekrabbefôr og halvparten rognkjeks
- 6 fikk bare rognkjeks

Resultatene viser blant annet at krabbene som fikk fôr med rognkjekskonsentrat spiste betydelig mer enn gruppen som fikk vanlig fôr.

Av all sjømat Norge eksporterer, er det kongekrabben som oppnår den høyeste prisen per kilo.

– Om vi lykkes med å utvikle dette fôret, vil det være et bidrag i utviklingen innen sirkulær bioøkonomi og økt utnyttelse av råstoff. Det vil også være med å øke verdiskaping i sjømatnæringa og legge til rette for lokale arbeidsplasser, sier Birthe Vang.



Foto: Anne-May Johansen, Nofima

Forsker Anette Hustad og masterstudent Tora Conardi-Larsen veier, måler og studerer villfangede krabber som har fått tre ulike fôrregimer.



Foto: Birthe Vang, Nofima

Originalfôr utviklet av Nofima til venstre. Til høyre det samme fôret, med «sirup» av rognkjeks, som er ment å gjøre det mer appetittvekkende.



Kontaktperson:
Birthe Vang
Forsker
birthe.vang@nofima.no

Finansiert av: MABIT

Samarbeidspartnere: Capefish (Storbukt fiskeindustri), Salmar



Elisabeth Ytteborg forsker på hvordan varmere hav påvirker torsk.

Oppdrettstorsk trenger kaldt vann

Nofima kobler klimaprognoser med fiskehelse. Det gir praktisk kunnskap som oppdrettere og forvaltning kan ha nytte av for langsiktig god drift.

– Vi ser på klimakrisen gjennom mikroskop, fordi det er detaljene som er viktig når vi skal sette inn tiltak for å drive oppdrett mens temperaturen stiger, sier Elisabeth Ytteborg, seniorforsker i Nofima.

I hennes prosjekter er FNs klimaprognoser nedskalert til lokalitetsnivå. Det viser at temperaturer vi kan vente oss i 2030 kan føre til ødeleggelser i fiskeskinnet.

Eksempel fra en lokalitet

Lokaliteten forskerne valgte seg ligger på Dønna i Nordland. Derfra er det gode data fra torskeoppdrett og miljø.

Forskerne ville avdekke hva temperatur har å si for fiskehelsen, og hva det betyr hvis torsk får en ekstra utfordring, for eksempel sykdommen Fransicella.

Torskens trivselstemperatur ligger mellom 8 og 13 grader. I 2030 kan lokaliteten på Dønna få flere dager over 17 grader. De undersøkte derfor temperaturens påvirkning på skinnet ved 12 og 17 grader.

Resultatene viste at temperatur har mye å si for funksjonaliteten til barrierevevene som utgjør fiskens

førstelinjeforsvar. Faktisk mye mer enn infeksjon med Fransicellose alene.

Torsk på høye temperaturer fikk små ødeleggelser mellom cellene som binder skinnet sammen. Disse bindingene i skinnet ser ut til å være viktige for fiskens sårhelingssevne og skader i dem kan gjøre fisken mer sårbar for annet stress.

Torskens barriersystem stiller altså svakere hvis den får en utfordring i tillegg til økt temperatur.

Hva vi kan gjøre med det

Det finnes flere torskeoppdrettsanlegg sør for Dønna i dag, som kan vente seg å måtte håndtere høyere temperaturer, mener Ytteborg:

– Betydningen av høye temperaturer og hvordan man skal håndtere dem kommer til å spille en viktigere rolle fremover i takt med klimaforandringene. Hva fisken tåler blir viktig for å finne gode tiltak som kan ivareta fiskens helse hvis vannet blir for varmt, sier Ytteborg.



Kontaktperson:
Elisabeth Ytteborg
Seniorforsker
+47 64 97 04 50
elisabeth.ytteborg@nofima.no

Finansiert av: Troms og Finnmark fylkeskommune



Hele kyllingen skal bli mat

I tett samarbeid med industrien er Nofima-forskere i gang med å utvikle attraktive proteinpulver basert på restråstoff fra fjørfe.

Kjøttet som sitter igjen på kylling- og kalkunskrog når fileten, lår og vinger er fjernet kalles restråstoff. Dette er godt råstoff med mange næringsrike komponenter, som i dag ikke utnyttes fullt ut. Målet er å utvikle ingredienser til mat ved bruk av enzymatisk hydrolyse.

Ingenting til spille

Det kvernede råstoffet blandes med vann og enzymer, og da skjer det en hydrolyseprosess. Dette er en etterlikning av det som skjer i kroppens fordøyelsessystem der enzymer deler større proteinmolekyler ned i mindre peptider og aminosyrer. Etter en liten time avsluttes prosessen og blandingen blir separert i tre ulike fraksjoner: fett, vann-løselige proteiner og et lag som er rikt på mineraler.

– Det unike med denne prosessen er at alt råstoffet blir omdannet til verdifulle produkter – ingenting går til spille. I testene som pågår nå, fokuserer vi på proteindelen, forteller seniorforsker Nils Kristian Afseth.

For å lage produkter av samme kvalitet dag etter dag, er det viktig at råstoffblandingene har så jevn kvalitet som mulig, eller at man er klar over forskjellene og vet hvordan prosessen kan tilpasses for å få en jevn kvalitet.

Hos Bioco måler en NIR-sensor innholdet av fett, proteiner og bein i restråstoffet som går inn i prosessen. NIR (NærInfrarød) er en teknikk der lys sendes gjennom en matvare for å måle hvor mye lys som absorberes på ulike bølgelengder.

– På denne måten lærer vi mer om hvor mye råstoffet faktisk varierer, og hvordan variasjonen påvirker prosessen og sluttproduktet, sier senioringeniør Katinka Dankel.

Målet er en nøytral smak

Tester med ulike enzymer gir svar på hvordan hver av dem påvirker næringssammensetning og smak. Samtidig påvirker også prosess og råstoffsammensetning smaken. Nofimas sensoriske panel har smakt, vurdert og karakterisert atskillige varianter av proteinpulveret. Målet er at pulveret skal ha en nøytral smak.



Foto: Jon-Are Berg-Jacobsen, Nofima

– Vi må forstå sammenhengen mellom råvaresammensetning, prosessering og produktkvalitet for å utnytte råstoff optimalt, sier Nils K. Afseth.



Kontaktpersoner:

Nils Kristian Afseth
Seniorforsker
+47 958 40 641
nils.kristian.afseth@nofima.no



Katinka Dankel
Senioringeniør
+47 958 92 480
katinka.dankel@nofima.no



Mari Øvrøm Gaarder
Seniorforsker
+47 959 34 352
mari.gaarder@nofima.no

 *Det unike med denne prosessen er at alt råstoffet blir omdannet til verdifulle produkter – ingenting går til spille*



Katinka Dankel viser NIR-sensoren installert hos Bioco. Denne måler kontinuerlig fordelingen mellom utvalgte innholdsstoffer i blandingen.

Forskerne tester ulike metoder for å finne ut hvordan man kan nøytralisere smaken uten å tilsette kunstig smak. De undersøker hver enkel bestanddel av proteinene, det vil si peptidene og aminosyrene. Ulike peptider og aminosyrer har forskjellige kjemiske forbindelser, og det påvirker smaken. I tillegg har aminosyreprofilen betydning for proteinkvaliteten.

– Vi filtrerer bort de peptidene som smaker bittert og gir en uønsket egensmak. Det har ganske god effekt. Så ser vi på hva det er som blir borte og hvilke aminosyrer som er i de peptidene. Vi ser også at selv en liten andel fett i proteinfraksjonen påvirker smaken. Å fjerne mer av dette gir gode resultater, forklarer forsker Mari Øvrum Gaarder.

Tre proteinprodukter i stedet for ett

Proteinet i fjærfe kan deles i to hovedgrupper: muskelproteiner og bindevev. Nofima-forskere har utviklet metoder som gjør det mulig å hente ut tre ulike proteinprodukter med ulike bruksområder og egenskaper fra det samme restråstoffet.

- Muskelpeptidblanding som egner seg til å proteinberike mat eller om man ønsker å utvikle matprodukter som egner seg for raskt opptak i kroppen. Sportsernæring eller mat for eldre, for eksempel.
- Blanding med store kollagenpeptider. Disse har ikke spesielt god ernæringsmessig kvalitet, men kan bidra til tekstur i mat og farmasøytiske produkter. For eksempel et alternativ til gelatin.
- Blanding av mindre kollagenpeptider, og disse mindre peptidene er veldig interessante i utviklingen av ulike typer bioaktive ingredienser.
 - Å separere proteindelen i flere proteinprodukter vil gi mer verdi ut av hver kylling og kalkun, avslutter Nils Kristian Afseth.

Finansiert av: Norges forskningsråd og FFL: Fondet for Forskningsavgift på Landbruksprodukter

Samarbeidspartnere: Nortura, Norilia og Bioco

Prosjekt: Precision, DigiFoods, HydroSens



Sjømatkonsumet blant unge voksne i Norge ligger langt under Helsedirektoratets anbefalinger. Men sushi er populært blant mange.

Mer sjømat med gode oppskrifter?

En undersøkelse blant nesten 1000 unge, voksne forbrukere i Norge tyder på at bedre oppskrifter kan få flere av dem til å spise mer sjømat.

Sjømatkonsumet blant unge voksne i Norge ligger langt under Helsedirektoratets anbefalinger på 2-3 måltider per uke. Det ønsker myndighetene å bøte på.

– Matlagingsferdigheter er stikkord. Gode oppskrifter og kunnskap som gjør deg trygg på kjøkkenet, virker å være avgjørende faktorer for å få flere til å spise fisk og annen sjømat, sier forsker Morten Heide.

Smak og pris på sjømat er viktig

Den viktigste årsaken til at noen unge voksne aldri spiser fisk er ifølge undersøkelsen rett og slett at de foretrekker annen mat.

– I tillegg er unge voksne mer utrygge på å tilberede sjømat enn mange andre typer mat, slår Heide fast.

Spesielt de yngste forbrukerne hadde lavere matlagingsferdigheter for fisk og sjømatkonsum.

– Tilgjengeligheten av gode oppskrifter på sjømat for unge voksne er derfor viktig, sier Morten Heide.

– Det er også viktig å få forståelse av hvordan oppskrifter skal være utformet – eksempelvis om det skal være skriftlig

eller visuelt – for at de skal tas i bruk, forstås, og innlemmes i det permanente repertoaret over retter unge voksne kan lage, legger forskningssjef Pirjo Honkanen til.

Menn henter inspirasjon fra YouTube

Forskerne fant også at menn var mer utrygge enn kvinner på å bruke skriftlige og visuelle oppskrifter.

– Det bør derfor undersøkes nærmere hva som gjør menn mer utrygge og hvordan man kan øke tryggheten deres, sier Morten Heide.

Ulike nettsider blir i stor grad brukt som inspirasjonskilde når unge voksne skal tilberede fisk til middag. Den desidert viktigste av disse, var Matprat.no. Og kongen blant rent visuelle inspirasjonssider til matlaging, var videodelingstjenesten YouTube.

– En mye større andel menn bruker YouTube som inspirasjonskilde enn kvinner. Det virker også som om unge menn i større grad bruker visuelle inspirasjonskilder enn kvinner, framholder Morten Heide.



Kontaktperson:
Morten Heide
Seniorforsker
+47 908 49530
morten.heide@nofima.no

Finansiert av: Nærings- og fiskeri-
departementet

Samarbeidspartnere:
Syno International



Vaksinerer laks mot vintersår

Nå forstår forskerne mer om skinnet til laksen. Resultatet er at den kan vaksineres bedre mot sår som smitter fra fisk til fisk i vannet.

Foto: Foto: Jon-Are Berg-Jacobsen © Nofima



Moritella viscosa er en av bakterietypene som lager sår hos laksen. Her dyrker Christian Karlsen to varianter av bakterien på lab.

– Vi har dokumentert det alle trodde, sier seniorforsker Christian René Karlsen. Han snakker om laks som får sår på kroppen på grunn av bakterier.

Fiskehelseforskerne hos Nofima har vært opptatt av skinnet til laksen lenge. – Det er det organet som får førsteinntrykkene fra miljøet. Huden vil kjenne alle miljøendringene som fisken påvirkes av, forklarer Karlsen.

I vinterkaldt sjøvann kan laksen få sår. Bak vintersårene står en bakterie som heter *Moritella viscosa*.

Det går an å vaksinere mot vintersårbakteriene. Problemet er at bakterien kommer i veldig mange varianter. Når du vaksinerer laksen, virker vaksinen mye bedre hvis du lager den ved hjelp av akkurat den riktige varianten av bakterien.

Vaksine blir bedre

Selv ikke vaksinen holder all fisken frisk, nemlig. Christian René Karlsen forteller om høy sårutvikling også i fisk som er vaksinert. I et ferskt forsøk der fisk med sår ble blandet med frisk fisk, fikk 15 prosent av fisken dype sår og 25 prosent fikk overfladiske sår.

– Vaksinen er ikke fullgod. Derfor har vi gått videre, forteller han.

I tillegg til å se på hva de ulike *Moritella viscosa*-variantene har å si, har forskerne lært hvordan sårbakterien begynner å gjøre skade på fisken. – Den setter seg fast på overflaten av skjellene. Der utvider den seg og lager en koloni, forklarer Karlsen.

Store sår

Skjellene er ikke det ytterste på laksen. – Ytterst ligger et slimlag. Bakterien klarer å legge seg mellom dette ytterste laget og skjellene. Så lager de sår som kan bli så store at de går ned til muskelen, forteller han.

Når fisken får en sprøyte med vaksine, så har den de første bakteriene på skjellene. Hos den uvaksinerte fisken går bakteriene dypere i huden tidligere. Nå er det flere vaksiner mot forskjellige *Moritella viscosa*-bakterier på markedet.



Kontaktperson:
Christian René Karlsen
Seniorforsker
+47 411 47 162
christian.karlsen@nofima.no

Finansiert av: Norges forskningsråd

Samarbeidspartnere: Pharmaq



Kan smolten vokse for fort?

Kanskje klarer oppdrettslaksen seg best hvis den ikke vokser så fort den første tiden? Det må forskerne samle mer kunnskap om.

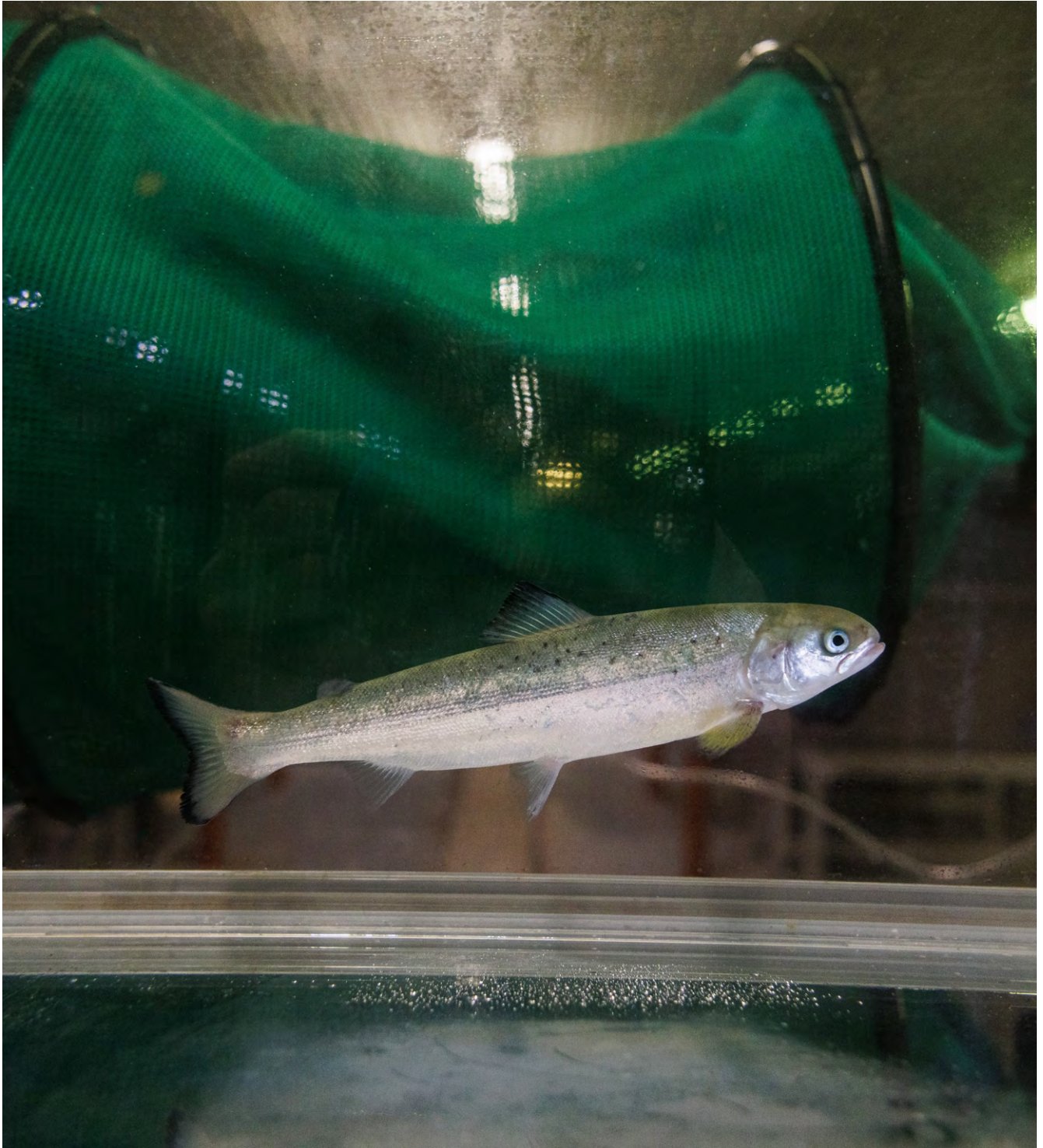


Foto: Terje Aamodt, Nofima

Når bør laksens ungfisk, smolten, ut i sjøen, og hvor stor bør den være? Det er spørsmål seniorforsker Trine Ytrestøyl samler kunnskap om.

 *Det varierer når på året storsmolten settes ut. Rundt halvparten settes ut om sommeren, mens 27 prosent av fisken settes ut i januar og februar. Det er ting som tyder på at det kanskje ikke er det aller beste for den*

– Det er ikke noe felles kunnskapsgrunnlag, som Trine Ytrestøyl formulerer det.

Seniorforskeren arbeider for å samle kunnskap om hvordan laksen kan vokse godt og overleve til den har nådd slaktevekt etter at den er satt ut i saltvann.

– Det gjøres ulike ting basert på erfaringene på det enkelte anlegg, sier hun.

Nå har hun ledet et prosjekt for å finne ut mer. Det handler om smolt – altså ungfisken som er klar for overgangen fra ferskvann til saltvann. Når bør den ut i sjøen, og hvor stor bør den være? I Norge varierer svaret fra anlegg til anlegg og fra landsdel til landsdel, viser kartleggingen som Ytrestøyl og kollegene har gjort.

I Norge er gjennomsnittet 200 gram på den som settes ut om våren og 180 gram på høstutsettet.

– Det varierer når på året storsmolten settes ut. Rundt halvparten settes ut om sommeren, mens 27 prosent av fisken settes ut i januar og februar. Det er ting som tyder på at det kanskje ikke er det aller beste for den, sier hun.

Vokser for fort

Ytrestøyl sammenligner med oppdrettsnæringen på Færøyene, som har lengre erfaring med å sette ut storsmolt. Dataene derfra tyder på at hvor stor smolten er når den settes ut, ikke har så mye å si for hvor godt den klarer seg og hvor mye den vokser i sjøen. Det som ser ut til å ha noe å si, er om den har levd i varmere ferskvann som settefisk og dermed vokst raskere før den settes ut i sjøen.

– Fisk som har vokst hurtig i landfasen, vokste mindre og overlevde dårligere i sjø, forteller hun.

En slik oversikt finnes ikke i Norge. Skal de få tak i slike data, må forskerne få tallene fra hvert enkelt oppdretts-selskap. Det kan være vanskelig å få til på grunn av konkurransehensyn. Det er relativt få som produserer storsmolt i Norge, så slike opplysninger kan være sensitive.

Skal være større

Et flertall av oppdretterne meldte om dårligere prestasjon i sjø for den store smolten. Den brukte lengre tid på å komme i gang med fôrintak og vekst. Likevel: Oppdretterne vil ha større smolt.

– Rundt 20 prosent i Norge setter ut laks som er større enn 250 gram. Mer enn én av tre av dem som ikke gjør det nå, vurderer å produsere så stor smolt. Av dem som gjør det allerede, vurderer to av tre å øke andelen stor smolt, sier seniorforskeren.

Når laksen får mer tid i ferskvann og mindre i sjøen, så kan det bety mindre problemer med lakselus. Det vil si: Bedre vekst, bedre fiskevelferd og lavere dødelighet. Dessuten gjør det at oppdretterne kan utnytte konsesjonene sine bedre.

– Til gjengjeld kan en storsmolt få andre helseproblemer. Oppdretterne forteller om fisk som har større problemer med gjellene, større spredning i størrelsen, dårligere appetitt og økt dødelighet etter at den er satt ut i sjøen, sier Trine Ytrestøyl.

En del av forskningsprosjektet hun leder, har vært å finne ut hvor det mangler kunnskap.

– Vi har sett at det er lite å finne i litteraturen om storsmolt, og at oppdretterne melder tilbake at de er usikre på hvordan de skal gjøre det. De prøver forskjellige ting, sier hun.

Når produksjonen foregår på så mange forskjellige måter, er det også vanskelig å peke på hva som påvirker prestasjonene etter at laksen er satt ut i sjøen.

– Skal vi kunne konkludere med hva som er optimalt, så trenger vi større datamateriale med oppdrettere som gjør det på ulike måter. Da er det kjempeviktig med et samarbeid med næringa, sier Trine Ytrestøyl.

Mer kunnskap tilgjengelig

Oppdrettere som er interessert i å vite mer konkret om forskernes anbefalinger, oppfordres til å lese rapporten, som finnes på nofima.no.

Åkerblå og BDO tilbyr et e-læringskurs i prosjektet, som er tilgjengelig via Akademiet.no.



Kontaktperson:
Trine Ytrestøyl
Seniorforsker
+47 412 29 744
trine.ytrestoyl@nofima.no

Finansiert av: FHF – Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering

Samarbeidspartnere: BDO, Åkerblå, Fiskaaling, Avrik og Norce



Kroppens små dirigenter

Matinntak påvirker vår helse. Bakterier i kroppen har en viktig rolle. De bidrar til å bryte ned maten til helseregulerende forbindelser.

Vi har flest bakterier og andre mikroorganismer i tykktarmen (såkalt tarmflora), etterfulgt av munnen. Sammensetningen og aktiviteten til disse mikrobielle samfunnene har stor betydning for helse og utvikling av livsstilssykdommer. Dette er et omfattende forskningsfelt med mange ubesvarte spørsmål.

Nofima-forsker Ida Rud og hennes kolleger er opptatt av hvordan ulik mat påvirker bakteriene i kroppen. For eksempel betydning av ulike matkomponenter, sammensetning, prosessering og kostholdsendringer. De har blant annet sett på hvordan en endring til et mer plantebasert kosthold vil påvirke tarmflora og helse. Et mer plantebasert kosthold vil inneholde mer kostfiber og mer planteproteiner på bekostning av animalske proteiner.

Proteiner og tarmhelse

– Det er kjent at planteproteiner fordøyes dårligere enn animalske proteiner, og at proteiner som ikke blir fordøyd i tynntarmen passerer videre til tykktarmen og kan være ugunstige for tarmhelsen. I prosjektet GutFeedingNow undersøker vi hvordan kombinasjonen av planteproteiner og kostfiber påvirker tarmen, sier Ida Rud. Hun leder prosjektet.

Forskerne studerer fordøyeligheten til planteproteinene med utgangspunkt i grovt brød av havre og hvete, som fra naturens side inneholder både planteprotein og kostfiber. I tillegg har forskerne beriket brødene med ekstra proteiner fra havre og belgvekster, som er proteinrike råvarer egnet for dyrkning i Norge. Effektene av proteinene blir videre studert i tykktarm for å se hvordan de påvirker tarmfloraen.

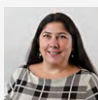


Ida Rud studerer hvordan kostfiber i havre og hvete påvirker tarmfloraen.



Kontaktpersoner:

Ida Rud
Forsker
+47 909 65 451
ida.rud@nofima.no



Paula Varela-Tomasco
Seniorforsker
+47 454 26 026
paula.varela.tomasco@nofima.no

Ulike kostfiber gir mer mangfoldig tarmflora

I motsetning til proteiner, er kostfiber ufordøyelig og kommer uendret ned til tykktarmen med stor effekt på tarmfloraen. Havre domineres av kostfiberet betaglukan og i hvete er det mest arabinoxylan.

– Vi har vist at begge kostfibrene øker andel gunstige bakterier, men at de stimulerer ulike gunstige bakterier. Dette kan bidra til en mer mangfoldig tarmflora – og mangfoldighet er assosiert med god helse, sier Ida Rud.

I tykktarmen dannes det ulike forbindelser når kostfiber og protein blir fermentert av tarmfloraen. Fra kostfiber dannes det gunstige kortkjedete fettsyrer, som smørsyre. Fra protein kan det dannes ugunstige forbindelser. Forskernes studier viser at arabinoxylan og særlig betaglukan øker andel smørsyre.

– Smørsyre er gunstig fordi den øker muskuslaget, et slags slimlag, i tarmen som virker som en beskyttende barriere mellom tarm og blodbaner og motvirker inflammasjon, forklarer Ida Rud.

Styrer bakteriene i munnen hva vi velger å spise?

Et nytt forskningsfelt er under emning; forholdet mellom smaksopplevelser og bakteriene i munnen. Nofima har sterke forskningsmiljøer både på sensorikk, forbruker og mikrobiologi. Nå har disse kloke hodene slått seg sammen.

Nofima har gjennomført flere studier på sammenhengen mellom matpreferanser og sensorisk sensibilitet, altså hvor intenst man opplever smaker.

– Hos barn har vi sett at evnen til å kjenne fettsmak påvirker hva barn liker. Barn med lav «fett-sensitivitet» foretrekker fetere mat. Det vil være interessant å undersøke om det er sammenheng mellom sensorisk sensitivitet og bakteriene i munnen, sier seniorforsker Paula Varela-Tomasco. Hun leder grunnforskningen på sensorisk og forbruker i Nofima.

Sammen med kolleger har Ida Rud og Paula Varela-Tomasco gjennomgått forskningslitteraturen som viser at det kan være en sammenheng mellom munnbakterier og smakssensitivitet. En hypotese er at bakteriene i munnen kan endre smaksforbindelsene, men her trengs det utdypende studier. Kanskje det en dag kan være mulig å endre våre munnbakterier så vi liker «sunnere mat»?

 Et nytt forskningsfelt er under emning; forholdet mellom smaksopplevelser og bakteriene i munnen

Fotoer: Jon-Are Berg-Jacobsen, Nofima



Paula Varela-Tomasco viser en PROP-test, brukt til å teste den genetisk bestemte sensoriske følsomheten for bitter smak.

Finansiert av: (FJM) Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri og (FFL) Fondet for forskningsavgift på landbruksprodukter

Samarbeidspartnere: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), Bakehuset, Norgesgruppen, Norgesmøllene





Foto: Jon-Are Berg-Jacobsen, Nofima

Seniorrådgiver i ernæring, Ida Synnøve Grini kan slå fast at ikke all ultraprosessert mat er usunn mat.

Hva med ultraprosessert mat?

Energitett, næringsfattig og helsefarlig, eller «lett å like – lett å lage»? Meningene om det som kalles ultraprosessert mat er delte.

Det finnes ulike måter å kategorisere matvarer. Begrepet ultraprosessert ble introdusert i NOVA-klassifiseringen fra 2009, der matvarer er inndelt i fire kategorier fra uprosessert og minimalt prosessert til ultraprosessert.

Å definere begrepet ultraprosessert, er heller ikke enkelt, fordi det er ulike oppfatninger av definisjonen.

– Fordi det er et stort spenn i hva man kan kalle ultraprosessert mat, er begrepet ullent og forvirrende for forbrukerne, mener prosessforsker Dagbjørn Skipnes.

– Og NOVA-klassifiseringen er unyansert. Ikke all ultraprosessert mat er usunn mat, sier seniorrådgiver i ernæring, Ida Synnøve Grini.

Kjötterstatninger

En definisjon Nofimas forskere kan slutte seg til, er at ultraprosessert mat er sammensatt av ingredienser som er laget ved å kombinere flere prosessstrinn. Både innholdsstoffene og prosesseringsmetodene vektlegges når man klassifiserer matvarer som ultraprosessert.

Men forskerne mener altså at det er behov for et klassifiseringssystem som skiller mellom sunn mat som makrell i tomat og grovbrød og usunn ultraprosessert mat som pølser og brus.

– De fleste kjøtterstatninger, som burgere av erteprotein og soya, regnes som ultraprosesserte. Hvordan skal vi kutte ned på kjøttet, og samtidig kutte ut ultraprosessert, undrer Dagbjørn Skipnes.

Ernæringseksperter følger opp:

– De studiene som hittil er publisert på vegetariske kjøtterstatninger viser ingen økt sykdomsrisiko, i noen tilfeller redusert risiko. Selv om det trengs flere studier på typer ultraprosessert mat, viser disse resultatene klart at ikke all ultraprosessert mat er usunn, slår Ida Synnøve Grini fast.

Konsistens og tarmflora

Effekten av konsistens på den ultraprosesserte maten og hvordan den påvirker tarmflora er også aspekter forskerne mener det må forskes mer på.

Fordi det er et stort spenn i hva man kan kalle ultraprosessert mat, er begrepet ullent og forvirrende for forbrukerne



Kontaktpersoner:

Dagbjørn Skipnes
Seniorforsker
+47 518 44 634
dagbjorn.skipnes@nofima.no



Ida Synnøve Grini
Seniorrådgiver
+47 649 70 166
ida.synnove.grini@nofima.no

Finansiert av: Norges Forskningsråd,
FJM – Forskningsmidlene for jordbruk
og matindustri



Mindre, og mer miljøvennlig plast

Slik emballasje har du aldri sett før. Nå klarer fisken seg med både mindre, og mer miljøvennlig emballasje.

– Dette er det første produktet som er pakket med gjenvinnbar emballasje til skinnpakking, sier Nofima-forsker Anlaug Ådland Hansen.

I SupremeFilet-prosjektet som hun leder, har de utviklet og testet emballasjen i to år. Inni pakken er det hvitfisk fra Vesterålen.

I stedet for å legge fisken i en skål, trekke plastfolie over og lage en pakke med mye luft som tar plass, blir pakken så liten som overhodet mulig. Skinnpakking betyr relativt stiv plast på den ene siden, stram plastfolie på den andre siden og ikke noe pakkegass.

Tynnere plastfolie

– Emballasjen er tynnere slik at vi bruker mindre plast. For denne typen pakke sparer vi i underkant av 30 prosent, forteller Hansen.

Nofima, Fresh PL AS, emballasjeprodusenten Südpack og pakkemaskinleverandøren Multivac har vært hos fiskeprodusenten Gunnar Klo AS, og testet de nye pakkene i praksis. Produktene er allerede ute i handelen.

Øke fiskeforbruket

Oda, som selger de nye fiskeproduktene, er også med på forskningsprosjektet. Litt av målet er å øke forbruket av hvitfisk i Norge.

– Vi ser frem til å kunne tilby kunder vårt brede utvalg av hvitfisk med produkter fra torsk, hyse, sei, brosme, breiflabb, lange og kveite, pakket på en mer bærekraftig måte, sier Bent Karlsrud, kategorisjef ferskvare i Oda.

Tidligere har Nofima dokumentert at den nye emballasjen bevarer kvaliteten på fisken minst like godt som den gamle – som ikke er gjenvinnbar.

Det er strenge krav til plast som skal være i kontakt med mat. Ikke minst når det er snakk om plast som er brukt før og gjenvunnet. Samtidig vil EU snart kreve at emballasje skal være laget av gjenvunnet materiale.

– Emballasjens viktigste funksjon er å ta vare på maten. Det er viktig at vi sikrer god kvalitet på produktet for å forebygge matsvinn hjemme hos forbrukeren, understreker Anlaug Ådland Hansen.



Slik ser det ut når den første fisken pakkes i ny, gjenvinnbar emballasje hos Gunnar Klo AS.



Seniorforsker Anlaug Ådland Hansen kan nå bruke mindre plast, og mer miljøvennlig plast til å pakke fisken.



Kontaktperson:
Anlaug Ådland Hansen
Seniorforsker
+47 986 38 084
anlaug.adland.hansen@nofima.no

Finansiert av: Norges forskningsråd

Samarbeidspartnere: Gunnar Klo AS, Fresh PL AS, Südpack, Multivac, Oda og Norsus

Oppdrett for å redde havbunnen

Oppdrett av kråkeboller kan redde tareskogen, samtidig som det kan skape produkter av høy verdi i Norge.



Tor Hatten Evensen og Philip James forsker på potensialet for kråkeboller i regenerativt havbruk.



Kontaktperson:

Philip James
Seniorforsker
+47 481 68 263
philip.james@nofima.no

Finansiert av: EU Horizon 2020,
Blue Bio Cofund, Regionalt forskningsfond (RFF)
Troms og Finnmark

Samarbeidspartnere: 35 partnere
i AquaVitae, 9 partnere i Blue Bio Cofund,
6 partnere i RFF-prosjektet



Foto: Lars Åke Andersen, Nofima

Kråkeboller på havbunnen spiser svært mye tare, og gjør stor skade på tareskogen langs norskekysten.

– Kråkeboller har i lang tid beitet ned tareskogen langs norskekysten. Når de først har etablert seg kan de bli værende i flere tiår, sier Philip James, seniorforsker i Nofima.

Men det finnes håp for havbunnen – tareskogen vokser tilbake dersom kråkebollene fjernes, samtidig som kråkebollene kan skape en ny næring i Norge.

Regenerativt havbruk

Å regenerere betyr å gjendanne noe som er skadet. Å bruke kråkeboller som hentes opp fra ødelagt tareskog i oppdrett kan betraktes som regenerativt havbruk, siden tareskogen vokser tilbake når kråkebollene fjernes. Etter at kråkebollene har blitt hentet opp fra havbunnen blir de føret opp for å forbedre størrelsen og kvaliteten på rognen, i landbaserte anlegg. Dette er noe Nofima har arbeidet med i over tjue år.

– Etter bare noen uker med føring øker størrelsen og kvaliteten på kråkebollenes rogn, og dermed også markedsverdien på produktet, sier James.

Kråkebollerogn er svært ettertraktet i mange land. Det fører til en svært høy kilopris på kråkebollerogn. Oppdrett av kråkeboller i Norge kan derfor bidra til høy verdiskapning. I tillegg mener mange at Norge trenger diversifisering av havbruk, både for å ha flere ben å stå på enn lakseoppdrett og for å møte klimaendringene gjennom lavtrofisk havbruk.

Stor satsing fra EU på lavtrofiske arter

James har siden 2019 ledet det EU-finansierte prosjektet AquaVitae. Dette er et stort prosjekt om oppdrett av lavtrofiske arter. Lavtrofiske arter er grupper med planter eller dyr som tilhører de lavere nivåene i næringskjeden, som blant annet tare, østers, sjøpølser og kråkeboller.

– Det har vært svært givende å lede et så stort prosjekt med samarbeidspartnere fra ulike disipliner og ulike land. Prosjektet har bidratt mye i utviklingen av lavtrofisk akvakultur i Atlanterhavsregionen, sier James.

Lavtrofiske arter kan være en del av fremtidens bærekraftige mat, da forskere i AquaVitae-prosjektet har funnet at oppdrett på lavtrofiske arter har et betydelig lavere karbonavtrykk enn de fleste andre typer matproduksjon, inkludert rødt kjøtt, kylling og fisk. Produksjon av lavtrofiske arter kan til og med kompensere for noe av karbonavtrykket fra annen matproduksjon. En del av AquaVitae-prosjektet har vært dedikert til å undersøke potensialet for å drive oppdrett med kråkeboller som er hentet i naturen.

Videreføring av prosjektet

Nå har James fått midler fra det regionale forskningsfondet i Troms og Finnmark for å videre undersøke potensialet for kråkeboller i regenerativt havbruk. I dette prosjektet med oppstart i desember 2023 samarbeider Nofima med blant annet Tarevoktere, en frivillig organisasjon som fjerner kråkeboller for å gjenopprette tareskoger. Frivillige grupper av dykkere fra Tarevoktere henter opp kråkeboller, for så å undersøke hvor effektivt tareskogen vokser tilbake etter at kråkebollene er fjernet. Kråkebollene som blir hentet opp kan bli brukt i oppdrett, samt til å videreutvikle annen bruk av biomassen til kråkebollene. Ikke alle kråkebollene egner seg til oppdrett, så et annet mål i prosjektet er å teste hva disse kråkebollene kan brukes til.

– Tidligere prosjekter har vist at tørkede og pulveriserte kråkeboller kan egne seg godt i gjødsel. Dette er noe av det prosjektet vil fokusere på, samt å utvikle metoder for fangst, høsting og transport av kråkebollene, og videreutvikling av oppdrettsmetoden, sier James.

 *Kråkeboller har i lang tid beitet ned tareskogen langs norskekysten. Når de først har etablert seg kan de bli værende i flere tiår*

Viktigheten av velferd for fisk

Offentlig interesse for fangstvelferd er økende. Europeiske forbrukere mener nå at fisk fortjener samme beskyttelse som andre matproduksjonsdyr.

Foto: Rune Stoltz Bertinussen, Nofima



Ragnhild Aven Svalheim forsker på velferd for fisk og dyr som lever i vann. Nå står hun i spissen for etablering av Catch Welfare Platform.

– Fokus på økt velferd i fangst kan fremme lønnsomhet og bærekraft i fiskeri, ved at det reduserer skader på fisk gjennom fangstprosessen, sier Ragnhild Aven Svalheim.

– Mer skånsomt fiske bidrar til forbedret filetkvalitet og redusert dødelighet gjennom fiske, slik at fisken kan bli avlivet når den blir tatt ombord. Samtidig kan økt fokus på velferd øke omdømmet til fiskeriene, sier hun.

Nofima-forskeren har doktorgrad i hvordan stress påvirker kvaliteten på trålfanget torsk og hyse. Til daglig jobber hun som forsker med ulike aspekter av dyrevelferd for marine arter.

Catch Welfare Platform, CWP

Ragnhild er også sentral i arbeidet med å etablere en tverrfaglig, internasjonal plattform for fiskevelferd under fangst. Catch Welfare Platform (CWP) ble lansert senhøsten 2023.

– Plattformen har som mål å ivareta velferden til akvatiske dyr – altså slike som lever sine liv i vann – og fremme bærekraftig praksis. Målet er å øke bevisstheten

rundt dyrevelferd, oppmuntre til bruk av etiske fiskemetoder og drive positiv endring i ei næring som er avgjørende både for matsikkerhet og økosystemer, sier Svalheim.

Plattformen skal bidra til informert beslutningstaking og ansvarlig ressursforvaltning.

– Den er en tverrfaglig tilnærming for å forbedre fiskevelferden i globale fiskerier, og en arena for ulike aktører å kunne møtes og dele synspunkter og erfaringer for å forbedre fiskevelferd i globale fiskerier, sier Svalheim.

Fokus på fakta

Ved å bringe forskere og industri sammen, er målet å skape pragmatiske, forskningsbaserte løsninger for å forbedre fangstvelferden.

CWP har til hensikt å:

- Gi industrien en stemme i fangstvelferdssamtalen
- Styre unna følelser og fokusere på fakta
- Dele kunnskap og skape realistiske forventninger
- Skape praktiske og lønnsomme løsninger for fangstvelferd



Kontaktperson:

Ragnhild Aven Svalheim
Forsker
+47 997 32 264
ragnhild.aven.avalheim@nofima.no

Finansiert av: Nofima

Samarbeidspartnere: Havforskningsinstituttet, Universitetet i Wageningen, Nederland, UiT – Norges arktiske universitet, Michelle Boostera Consultancy, Nederland



Mer av de sunne planteoljene

Riktig bruk av planteoljer gir sunnere plantebaserte og animalske produkter, uten at det går ut over smaken.

– Det fettene som er flytende i romtemperatur, er det sunneste. Flytende planteoljer inneholder mye umettede fettsyrer, og de er sunnere enn mettede fettsyrer. Utfordringen i Norge er ikke nødvendigvis at vi spiser for mye fett, men at vi spiser for lite sunt fett, forklarer fettforsker Astrid Nilsson.

«Nordens olivenolje»

Ifølge ernæringsrådene, bør du ikke få mer enn ti prosent av energien i kosten din fra mettet fett. Gjennomsnittet i Norge er på 13–14 prosent. Umettet fett, derimot, kan du spise mer av. Spesielt omega-3-fettsyrer.

– Rapsolje er et godt valg, sier Astrid Nilsson, som omtaler den som «Nordens olivenolje».

Som olivenolje inneholder rapsolje store mengder umettede fettsyrer og rapsolje inneholder enda mer omega-3 enn olivenolje. Maisolje, solsikkeolje og soyaolje inneholder mye omega-6.

Mangfoldet av plantebaserte produkter øker. En butikk-runde viste at kjøttburgere inneholdt 18–19 prosent totalt fett og 8–9 prosent mettet fett, mens vegetarburgerne varierte fra 2,7 til 19 prosent totalt fett og 0,2–6 prosent mettet fett.

Bedre løsninger

En årsak til de store variasjonene i de plantebaserte produktene er nok at det ikke er rett frem å bruke sunne planteoljer. De er flytende ved romtemperatur og renner lett ut fra produktet. Enkle løsninger kan da være å redusere innholdet av sunn planteolje eller å bruke fastere, plantefett med høyere innhold av mettet fett, som palmeolje eller kokosolje.

Astrid Nilsson og hennes kolleger jobber med å finne løsninger for mer bruk av de sunne, flytende planteoljene i både animalske og plantebaserte produkter. Målet er å bruke oljer med lite mettet fett, men å få disse til teknologisk å ligne animalsk fett, og gi samme tekstur og munnfølelse.

– Oleogeler hvor olje bindes opp i et nettverk av sukkermolekyler og proteiner kan være en løsning, sier Nilsson.



Foto: Jon-Are Berg-Jacobsen, Nofima

Seniorforsker Astrid Nilsson kaller rapsolje «Nordens olivenolje». Hun mener den er et godt valg som kilde til omega-3-fettsyrer.



Kontaktperson:

Astrid Nilsson
Seniorforsker
+47 901 27 672
astrid.nilsson@nofima.no

Finansiert av: FFL – Fondet for forskningsavgift på landbruksprodukter og FFL/JA – Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri

Lokalmatprodusenter inspirerer

Utviklingen har vært formidabel. Norsk lokalmat står sterkt, og lokalmatentreprenørene bidrar til nyskaping i matmarkedet.

– Jeg har undersøkt ulike markedsføringspraksiser, og effektene av å delta i formelle læringsnettverk. Flere faktorer er avgjørende for suksess. Respekt for matfaglig kunnskap og erfaring, åpenhet og et inderlig ønske om å lage produkter med høy kvalitet er avgjørende, forteller forsker Stine Alm Hersleth.

Hun har identifisert to typer lokalmatentreprenører.

– Entreprenørene med erfaringer fra andre bransjer er mer offensive i markedsføringen. De er opptatt av å skape noe nytt, og bruker seg selv og sin historie aktivt når de selger inn produktene, gjerne til anerkjente restauranter og dagligvare. Entreprenørene med utgangspunkt fra gårdsdriften er opptatt av å skape en attraktiv tilleggsnæring på gården. De satser lokalt, før de tar skrittet ut i et større marked, sier Hersleth.



Alle tjener på at all lokalmat holder høy kvalitet

Eksklusivitet og særpreg

Flere av lokalmatentreprenørene som ønsker å skape noe nytt ut fra gårdens ressurser har etablert egne produktkategorier i dagligvaremarkedet. Produktene er eksklusive, har særpreg og inspirerer også større produsenter. Det gjelder kategorier som sunne kornprodukter av urkorn, hele spekepølser, ferske eksklusive desserter og eksklusive fruktdrikker.

Raus delingskultur

Alle tjener på at all lokalmat holder høy kvalitet. Det opprettholder lokalmatens gode rykte. De fleste norske lokalmatprodusenter får, eller har fått, hjelp gjennom Kompetansenettverket for lokalmat. Her møter de kompetente og lydhøre fagpersoner, som også tilrettelegger og oppmuntrer til en raus delingskultur.

Nettverkene kjennetegnes av at alle vil hverandre vel. Man er opptatt av å gjøre hverandre gode. Deltakerne får en større kontaktflate og muligheter til å lære av hverandre. Derfor er engasjement, lære- og delingsvillighet viktige egenskaper.

Foto: Jon-Are Berg-Jacobsen, Nofima



Stine Alm Hersleth har studert hvordan lokalmatentreprenører kan lykkes med markedsutvikling og læring i nettverk.



Kontaktperson:

Stine Alm Hersleth
Forsker
+47 975 41 669
stine.alm.hersleth@nofima.no

Finansiert av: FFL – Fondet for
Forskningsavgift på Landbruksprodukter

Strategiske forskningsprogram:
FoodForFuture



Verdien av å måle matkvalitet

Med smarte optiske sensorer måler Nofima-forskere matkvaliteten direkte på produksjonslinja. Det gir økt kontroll og mindre matsvinn.



Foto: Jon-Are Berg-Jacobsen, Nofima

Jens Petter Wold leder SFI DigiFoods. I mer enn 20 år har han utviklet raske spektroskopiske målemetoder til bruk i matindustrien.



Karsten Heia viser frem Maritech Eye, basert på hyperspektral avbildning.



Foto: Lars Åke Andersen, Nofima

Tiril Aurora Lintvedt forsker på bruksområder for Raman-teknologi. Hun ser mange muligheter for mat- og forindustrien.

Forskningen i SFI DigiFoods – Senter for Forskningsdrevet Innovasjon ledes av Nofima. Målet er å bidra til bedre utnyttelse av råvarer, en sunnere befolkning og bedre matopplevelser.

Spektroskopiske målemetoder

Forskerne bruker målemetoder, basert på lysspekter, til å identifisere og kontrollere ulike egenskaper i råvarer.

– De fire spektroskopiske metodene vi bruker mest er hyperspektral avbildning, NIR, Raman og IR. Vi bruker metodene for å utføre sanntidsmålinger i stor skala, slik at matprodusenter kan kontrollere råvarene og matens kvalitet, hele veien fra merd, hav, jord eller fjøs – til bord, sier seniorforsker Jens Petter Wold. Han leder SFI DigiFoods.

Atskillige bruksområder

– I DigiFoods bruker vi hyperspektral avbildning til å gi bedre restholdbarhetsestimater for sjømat, avdekke kveis i hvitfiskfilet og påvise blod, melanin, fettinnhold og farge i laksefilet. Det er også utviklet modeller for å påvise

et syndrom som gir geléaktig og slapp muskulatur hos blåkveite, forteller seniorforsker Karsten Heia som leder dette arbeidet.

NIR-teknologien er den mest utbredte for bruk på prosesslinjene i for- og matindustri. Forskerne utvikler nå målinger for tørrstoff i potet, fett og tørrstoff i ost, fordeling mellom fett, proteiner og bein i restråstoff og sukkerinnhold i jordbær og tomater. Det utvikles portable NIR-sensorer i samarbeid med SINTEF Digital til bruk i for eksempel landbruksroboter.

Raman spektroskopi måler helt ned på et detaljert molekylnivå. For å sammenlikne NIR og Raman måler forskere sukkerinnhold i jordbær og innholdet av marine fettsyrer i laks, med begge metodene.

– Vi har utviklet Raman-metoder som kartlegger fettsyre-sammensetning i laksefileter og fett, protein, bein og kollagen i restråstoff fra fjærfe, avslutter postdoktor Tiril Aurora Lintvedt.



Kontaktpersoner:

Jens Petter Wold
Seniorforsker
+47 959 79 749
jens.petter.wold@nofima.no



Karsten Heia
Seniorforsker
+47 412 12 127
karsten.heia@nofima.no

Finansiert av: Norges forskningsråd og samarbeidspartnere

Samarbeidspartnere: Sintef Digital, NMBU og bedrifter fra matindustri, teknologileverandører og forskningsinstitusjoner



Sesongmønster i lys av Parisavtalen

Norske fiskere har alltid valgt å fange de viktigste artene i intense sesonger. Vil krav om redusert klimagassutslipp påvirke sesongmønsteret?



Et krav om halvering av klimagassutslippene vil nødvendigvis måtte påvirke etablerte sesongmønstre i den norske fiskeflåten.

Norge har gjennom signering av Parisavtalen og etablering av klimaloven forpliktet seg å halvere klimagassutslippene innen 2030. En av de viktigste kildene til klimagassutslipp er matproduksjon. Selv om sjømatnæringen har et godt utgangspunkt, må det også tas klimagrep i fiskeriene.

– I fiskeriene kommer den største andelen av klimagassutslippene i form av drivstofforbruket til fangstleddet. Et krav om halvering av utslippene må derfor nødvendigvis påvirke sesongmønsteret til flåten, sier forskningssjef og næringsøkonom Bent Dreyer.

Parisavtalen forsterker insentivene

Drivstoff er en av de største driftskostnadene til et fiskefartøy.

– Mye tyder på at forbruket er på minimum i sesongene – hvor fisken som fanges har høy markedsverdi, er fanget med høye fangstrater på fangstfelt som har kort avstand mellom fangstfelt og kjøper. Med andre ord; Parisavtalen forsterker insentivene til et sesongbasert uttak fra våre viktigste bestander, sier Dreyer.

Utvikling i fartøy- og fangstteknologi eller strukturering av fangstleddet ser ikke ut til å ha dempet tilbøyeligheten til å ta kvoten på kortest mulig tid.

– Fangstene blir bare færre og større i sesongen. Heller ikke svingningene i de årlige kvotene påvirker sesongmønsteret nevneverdig, sier forskningsjefen.

Mange forsøk på å endre fangstmønsteret

I fiskeripolitikken har det vært forsøkt å utvikle forvaltningsmessige ordninger for å dempe sesongsvingningene. Særlig har det vært sterk tro på at fiskeindustribedrifter kan oppnå dette ved å skaffe seg kontroll over fangstleddet.

– Noen landanlegg har derfor fått dispensasjon fra deltakerloven til å eie fiskefartøy, i den tro at det vil bidra til å endre dagens fangstmønster. Mange års krangel om denne ordningen tyder imidlertid på at de gode intensjonene i liten grad har gitt ønskede resultater, påpeker Dreyer.



En av de viktigste kildene til klimagassutslipp er matproduksjon

En annen tilnærming har vært å bruke kvoter til å motivere fiskerne til å endre fangstmønsteret. Også her er konklusjonen at effekten ikke er like stor som ønsket.

De skjøre prinsippene for dagens kvotefordeling kan ifølge forskeren måtte vike plassen for fordelingsnøkler som vektlegger klimagassutslippene sterkere enn historiske fangstrettigheter.

– Kanskje kommer vi i en situasjon der MS «Ferskfiskbuen» ikke klarer å ta sine fiskekvoter fordi de har brukt for mye av sine utslippskvoter for tidlig. Det vil gjøre det nødvendig å etablere et marked hvor både klimagass- og fiskekvoter kan utveksles. For eksempel kan MS «Klimagassholmen», som er ferdig med sine fiskekvoter og fortsatt har mye igjen av sin klimakvote, enten leie ekstra fiskekvoter eller låne ut klimagasskvoter, sier han.

Fisken lar seg ikke styre av politikk

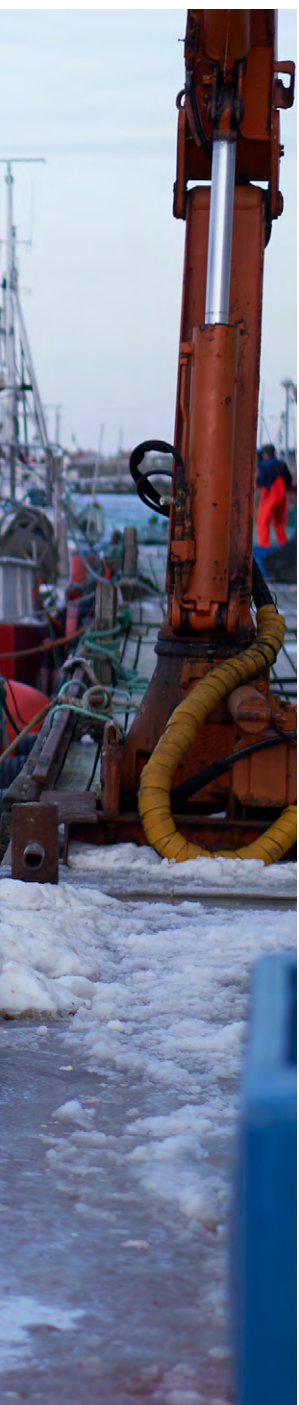
Nofimas modeller om hvorfor vi har sesongbaserte fiskerier og hva som påvirker energiforbruket i fiskeflåten, kan bli til hjelp med å utvikle rammevilkår basert på følgende prinsipper:

- Forvalt bestandene godt – høy biomasse gir høye fangstrater.
- Prioriter fangst av arter som gir høy verdi og lavt energiforbruk.
- Fang i perioder av året som gir høy fangstrate og høy kvalitet.
- Fang nært kysten.

– Alle disse faktorene handler om å tilpasse fangst til biologi og vandringsmønster som ikke lar seg styre av politikk, slår Bent Dreyer fast.

Selv om fisken ikke kan styres, kan næringsaktørens teknologivalg påvirkes. Valg av fangstredskap og fartøyutforming påvirker klimagassregnskapet. For å redusere klimagassutslippene, anbefaler Dreyer å fange med redskaper som gir høye fangstrater, høy råvarekvalitet og er energieffektive.

– Også valg av fartøyutforming er viktig. Klimagassutslippene er lavest hos fartøy som er lettdrevet, har høy lastekapasitet og ikke drevet frem av fossilt drivstoff, sier Dreyer.



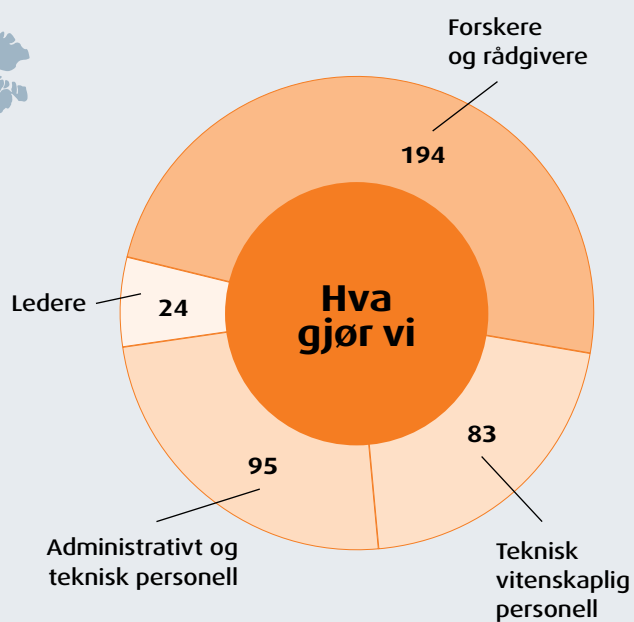
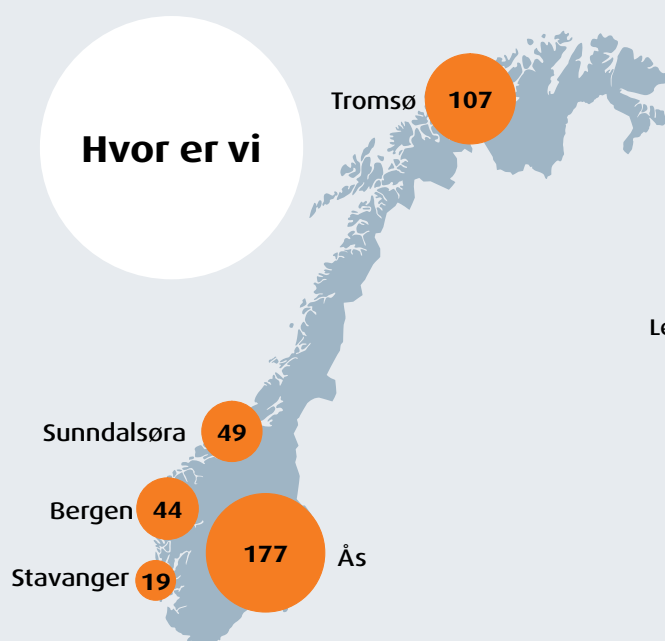
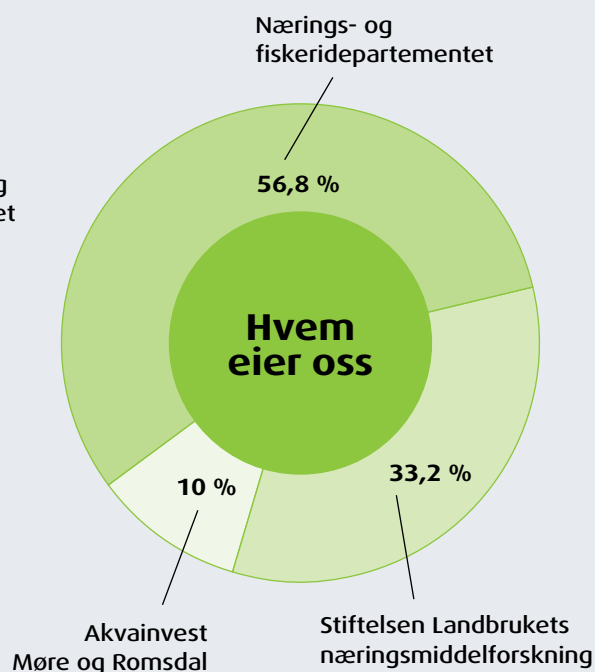
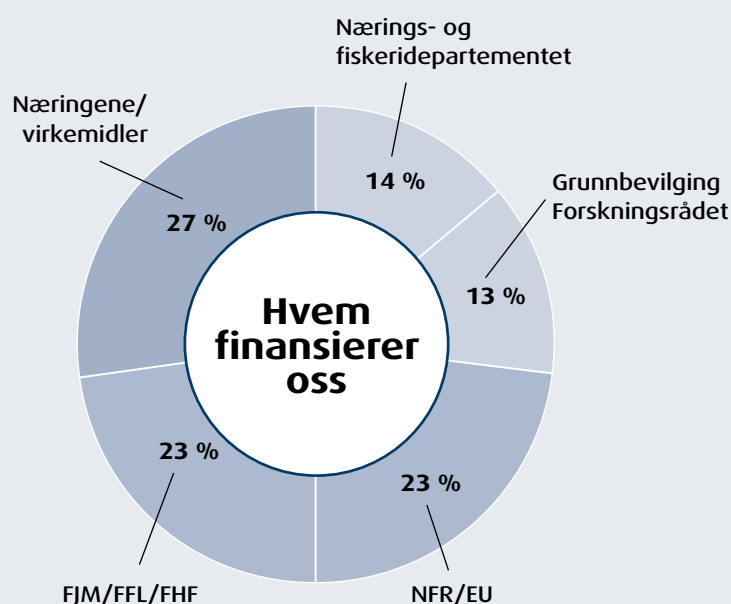
Illustrasjonsfoto: Geir Sogn-Grundvåg, Nofima



Kontaktperson:
Bent Dreyer
Forskningssjef
+47 992 76 715
bent.dreyer@nofima.no

Finansiert av: Nofima

Bak resultatene



Dette er våre største finansierer:

NÆRINGS- OG FISKERIDEPARTEMENTET (NFD) har ansvar for fiskeri- og havbruksforvaltning, sjømattrygghet, fiskehelse og -velferd, rammebetingelser for sjømathandel og markedsadgang for norsk sjømat. NFD gir tilskudd til Nofimas forskningsinfrastruktur.

FISKERI- OG HAVBRUKSNÆRINGENS FORSKNINGS-FINANSIERING (FHF) forvalter sjømatnæringens felles investering i forskning og utvikling som skal bidra til bærekraftig verdiskaping og vekst i næringen.

FORSKNINGSMIDLENE FOR JORDBRUK OG MATINDUSTRI (FFL/FJM) finansierer forskning og innovasjon i hele verdikjeden fra primærledd til industri- og forbrukerledd. Prosjektene skal dekke viktige kunnskapsbehov og ha god brukervedvirkning.

HORISONT 2020 OG HORISONT EUROPA er EUs forsknings- og innovasjonsprogram der målsettingen er å sikre at Europa produserer vitenskap i verdensklasse, fjerner hindringer for innovasjon og gjør det lettere for offentlig og privat sektor å samarbeide om å levere innovasjon.

NORGES FORSKNINGSRÅD er en forskningspolitisk rådgiver for regjeringen og departementene og fordeler årlig rundt ti milliarder kroner til forskning og innovasjon. Forskningsrådet har som oppgave å sikre at de beste forsknings- og innovasjonsprosjektene får finansiering, og skal ligge i front for å utvikle forskning av fremste kvalitet og av høy relevans.

Den nasjonale forskningsfinansieringen er under press og det er mange som konkurrerer om den samme potten. Nofima sin styrke er at vi jobber tett sammen med industrien for å finne de gode løsningene som kan løse samfunnsutfordringene for en bærekraftig matproduksjon.

Vi har lykket med å gjennomføre mange gode forskningsprosjekter i 2023 der vi samarbeider med små og store bedrifter. Dette gir oss god innsikt for å kunne utarbeide løsninger for industrien. EUs rammeprogrammer er også viktige for oss. Vi har i 2023 avsluttet tre prosjekter som vi har koordinert, og vi har oppstart som koordinator på et stort nytt EU-prosjekt.

For å sikre en fortsatt robust økonomi for selskapet, må vi tilpasse oss endringer i finansieringen, generelt økte kostnader, samt sikre at vi har tilstrekkelig kapasitet og riktig kompetanse hos våre forskere og ingeniører. Utvikling og læring er også viktig for våre administrative og teknisk ansatte. I 2024 har vi ekstra fokus på å utdanne og utvikle våre prosjektledere og ledere for at de på en enda bedre måte skal kunne sette sammen de gode prosjektene og gi den beste støtte for en god prosjektgjennomføring.

Grete Sollesnes Winther
Økonomidirektør



Om Nofima

Nofima har omlag 400 ansatte og hadde omsetning på 707 millioner kroner i 2022. Forskningen i Nofima er organisert i tre divisjoner som hver er organisert i forskningsavdelinger:

Divisjon Akvakultur

- Avl og genetikk
- Ernæring og førteteknologi
- Fiskehelse
- Produksjonsbiologi

Divisjonsdirektør
Linn Anne Bjelland
Brunborg

Divisjon Sjømat

- Marin bioteknologi
- Markedsforskning
- Næringsøkonomi
- Prosesssteknologi
- Sjømatindustri

Divisjonsdirektør
Bård Thomas Østvang

Divisjon Mat

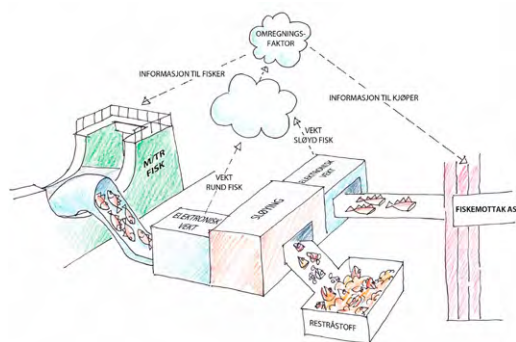
- Mat og helse
- Råvare og prosess
- Sensorikk, forbruker og innovasjon
- Trygg og holdbar mat

Divisjonsdirektør
Camilla Røsjø

Bærekraftig mat til alle

Nofimas visjon

I Nofima har vi pekt ut seks strategiske satsningsområder for de kommende årene. Gjennom disse skal vi oppfylle vårt samfunnsoppdrag om å produsere ny kunnskap som bringer norske matnæringer videre:



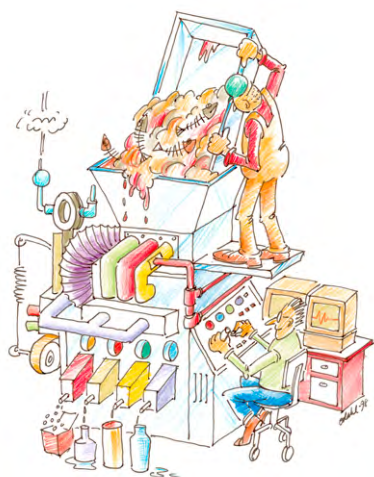
Effektiv og intelligent produksjon og foredling av mat



Trygg, sunn og god mat



Framtidens mat- og førråvarer



Full og sirkulær ressursutnyttelse



God dyrevelferd



Samspill i matsystemene

Illustrasjoner: Oddvar Dahl, Nofima

Idèbok for tryggere mat

I EU-prosjektet SafeConsume har forskere og næringsliv utviklet og samlet ideer, prototyper og konsepter som kan redusere matsvinnet og hindre matforgiftning i hjemmet.

Temperaturmåler for kjøleskapet og tørkestativ for oppvaskkluter. Skjærebrett som skifter farge og kjølebokser for matrester, og 75 andre ideer er samlet i den engelskspråklige «Book of Ideas» – et nettbasert bokverk.



Ideene er gratis tilgjengelige for de som vil gjøre noen av dem til levebrød.



Resultatene fra SafeConsume ledet av seniorforsker Solveig Langsrud (t.v.) har stor nytteverdi. Seniorforsker Antje Gonera ledet arbeidet med ideutviklingen. Foto: Jon-Are Berg-Jacobsen, Nofima

SAFE CONSUME



Bente E. Torstensen
administrerende direktør
bente.torstensen@nofima.no
+47 913 28 341



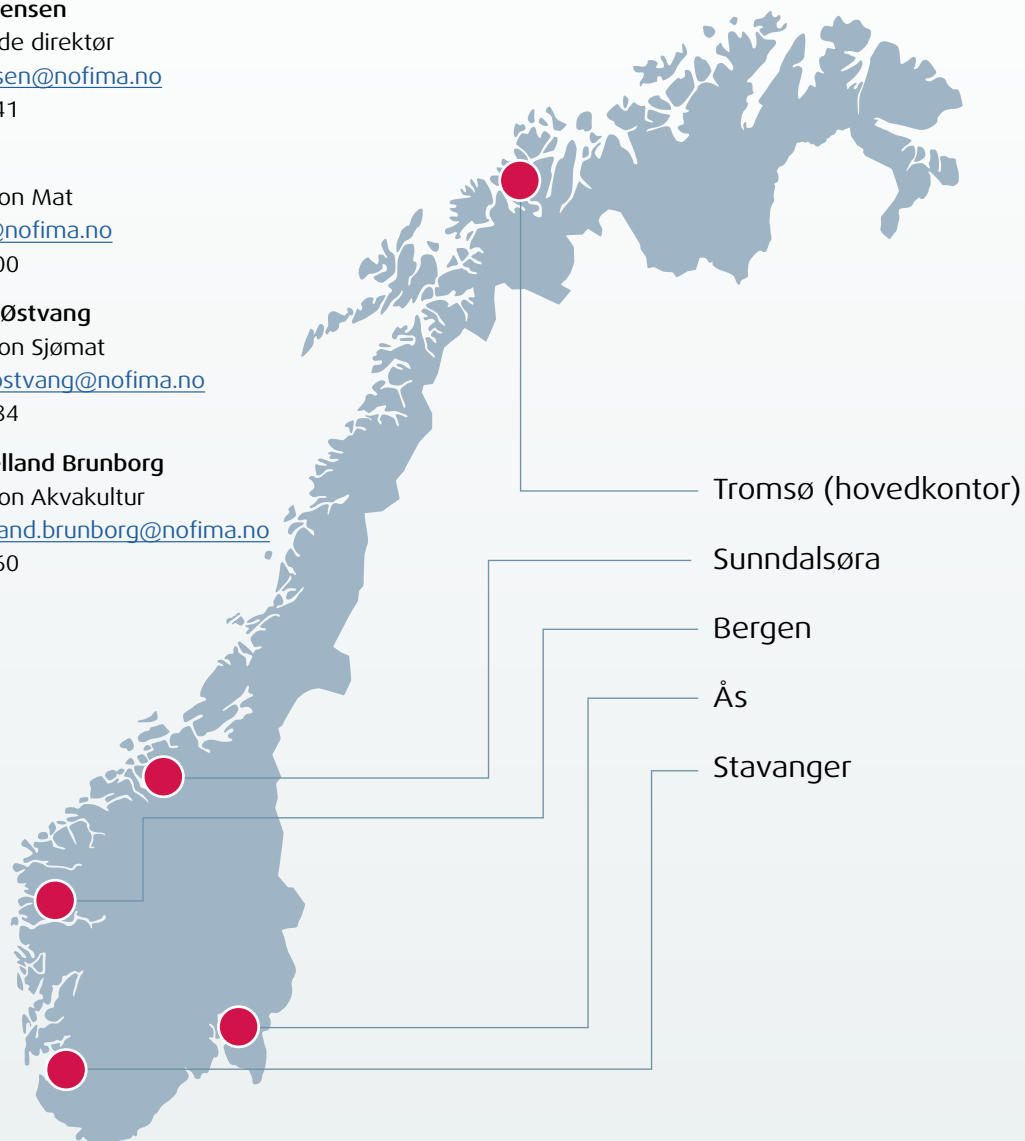
Camilla Røsjø
direktør, divisjon Mat
camilla.rosjo@nofima.no
+47 413 22 200



Bård Thomas Østvang
direktør, divisjon Sjømat
bard.thomas.ostvang@nofima.no
+47 992 96 284



Linn Anne Bjelland Brunborg
direktør, divisjon Akvakultur
linn.anne.bjelland.brunborg@nofima.no
+47 916 12 060



Tromsø (hovedkontor)

Sunndalsøra

Bergen

Ås

Stavanger

Følg oss på sosiale medier:

