



SINTEF Fiskeri og havbruk AS
Foredlingsteknologi

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse:
SINTEF Sealab
Brattørkaia 17C

Telefon: 4000 5350
Telefaks: 932 70 701

E-post: fish@sintef.no
Internet: www.sintef.no

Foretaksregisteret: NO 980 478 270 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

Teknologiske trender innen europeisk næringsmiddelindustri
- relevans for norsk fiskeindustri

FORFATTER(E)

Stein Ove Østvik, Harry Westavik, Stine Wiborg Dahle og Ekrem Misimi

OPPDRAGSGIVER(E)

Fiskeri og havbruksnæringens Forskningsfond

RAPPORTNR.	GRADERING	OPPDRAGSGIVERS REF.	
	Åpen	Terje Flatøy	
GRADER. DENNE SIDE	ISBN	PROSJEKTNR.	ANTALL SIDER OG BILAG
Åpen		850296	42
ELEKTRONISK ARKIVKODE	PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.)		VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.)
Teknologiske trender eur næringsmiddelindustri Rapport.doc	Stein Ove Østvik <i>SOØ</i>		Ivar Storø <i>Ivar Storø</i>
ARKIVKODE	DATO	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.)	
	2010-04-09	Marit Aursand, Forskningsjef <i>Marit Aursand</i>	

SAMMENDRAG

I rapporten har vi vist de viktigste trender innen europeisk næringsmiddelindustri slik de fremkommer i undersøkelser av konsumenttrender og som fokuserte områder hos produksjonsindustrien, teknologileverandørindustri, og i europeiske FoU-strategier.

Dette er utviklingstrekk som er aktuelle og viktige for norsk fiskeindustri allerede, og som trolig vil bli enda viktigere i tiden fremover.

De mest fremtredende trender og utviklingstrekk som har betydning for næringsmiddelindustrien er samfunnets krav til matvaretrygghet og konsumentenes ønske om sunnhet og lettvinthet ved kjøp og tilberedning av matvarer. Konkurransforholdene i næringsmiddelindustrien resulterer i at det er en svært dominerende trend å kunne tilby nye og nyskapende produkter, noe som medfører at industrien må ha stor fleksibilitet. For å samtidig sikre konkurransedyktighet og lønnsomhet ønsker industrien høy grad av automatisering og prosesskontroll i operasjon og produksjon.

Det foregår betydelig forskning og teknologiutvikling for å oppnå forlenget holdbarhet og dermed større fleksibilitet i distribusjonen. Dette omfatter biokjemisk påvirkning og sammensetning, fysiske prosesseringsmetoder og egenskaper til emballasje.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1		
GRUPPE 2		
EGENVALGTE		

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	3
	Bærekraft	3
2	Materialer og metoder	5
3	Trender fra konsumentanalyse.....	6
4	Generelt om innovasjoner i næringsmiddelindustrien.....	10
	Roller i teknologiutvikling for næringsmiddelindustrien	11
5	Hovedtrender sett fra næringsmiddelindustri	12
	Bedriftsbesøk hos Danish Crown	13
6	Hovedtrender sett fra teknologileverandørindustrien	14
	Bedriftsbesøk hos Marel Food Systems.....	15
7	Trender i fokus hos FoU-miljø	17
	European Technology Platform Food for Life	17
	Forskningstema i Integrated Project (EU) NovelQ.....	18
	ManuFuture.....	18
	Food Factory of the Future	18
8	Utvalgte teknologiske tema	18
	8.1 Matvaretrygghet og forlenget holdbarhet.....	18
	Fysiske metoder.....	19
	8.1.1 Bioteknologi i koblingen mellom råstoff, produksjon og produkt	22
	8.1.2 Sporbarhet.....	24
	8.2 Fleksibilitet og markedstilpassing av produktspekter	26
	8.3 Automatisering og forbedring av prosesser.....	31
9	Relevant teknologi for norsk fiskeindustri – elementer til utviklingsstrategi.....	36
10	Referanser.....	39

1 Innledning

I møte mellom FHF og SINTEF Fiskeri og havbruk AS mars 2009 ble det bestemt at det skal utarbeides skisse til et forprosjekt angående teknologiske trender innen europeisk næringsmiddelindustri og relevans for norsk fiskeindustri. Følgende beskrivelse angående dette er angitt i referat fra dette møtet:

”FHF har tidligere ytret ønske om at SINTEF skal gjennomføre en kartlegging/oversikt for å frembringe ”technological state of the art” innen europeisk næringsmiddelindustri. Er det nye trender, teknologiske gjennombrudd eller etablert produksjonspraksis i Europa som norsk fiskeri- og havbruksnæring kan fange opp og dra nytte av eller eventuelt gå i allianser med? Oversikten skal kunne danne grunnlag for teknologiske forsknings- og utviklingsprosjekter innen industriell foredling. SINTEF leverer en skisse til et slikt forprosjekt.”

Norsk fiskeri- og havbruksnæring har en lav foredlingsgrad. Det er grunn til å fastslå at verdiskapningspotensialet er betydelig ut over dagens nivå hvis man oppnår en høyere grad av foredling og markedsposisjonering med mer foredlede produkter. Ny teknologianvendelse og utvikling i forhold til produksjonskonsepter og effektiv produksjon, sammen med kompetanseutvikling innen bransjen er helt vesentlig for å oppnå høyere grad av verdiskapning ved foredling. Kjennskap til teknologistatus og utviklingstrender innen internasjonal ”state of the art” næringsmiddelindustri er da helt vesentlig, både for å dra direkte vekslere, og for å peke ut utviklingsområder på en effektiv måte.

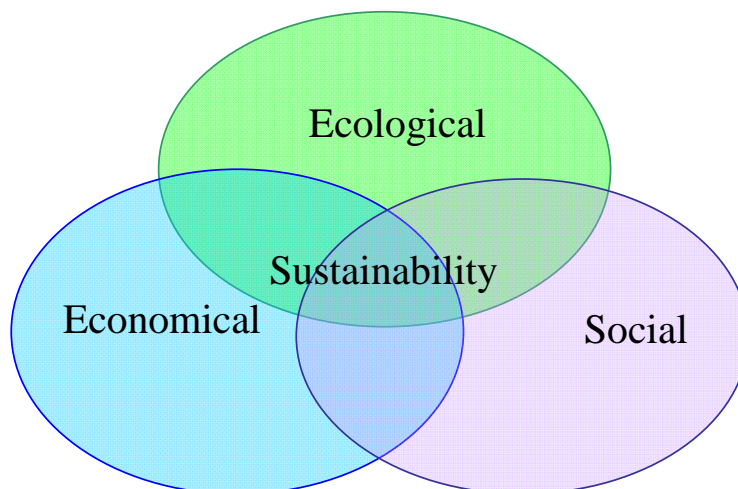
Forprosjektet har som målsetting å gi en oversikt over ”state of the art” innen europeisk næringsmiddelindustri med fokus på produksjonsteknologi for å fremstille nye produkter nye produksjonsmetoder for mer bærekraftig (økonomisk og miljømessig) produksjon og distribusjon. Det skal synliggjøres nye trender og konkrete teknologiske gjennombrudd. Det skal synliggjøres konkrete elementer innen ny teknologi og nye produksjonsmetoder som kan være aktuelle å ta i bruk innen norsk fiskeindustri

Arbeidet skal kunne være et bidrag til utarbeidelse av strategi for teknologiutvikling i norsk fiskeindustri. Denne strategien skal ha som formål å øke denne industriens konkurransevne og bærekraftighet.

Bærekraft

Bærekraft er en dominerende faktor og et begrep som benyttes i forbindelse med utviklingstrender innen samfunnet i sin helhet og ikke minst også for næringsmiddelindustrien. Definisjonen på bærekraft er ikke nødvendigvis entydig men den definisjonen som Brundtland-kommisjonen fra FN i 1987 er anerkjent som dekkende; “sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs”.

Under FN-konferansen i 2005 ble det definert at for å oppnå bærekraftig utvikling som definert av Brundtland-kommisjonen må de tre pilarene økologisk, økonomisk og sosial være inkludert og forent.



Figur 1.1. Elementer i bærekraftbegrepet (<http://en.wikipedia.org>)

Forbrukermarkedenes og samfunnenes fokus på bærekraftig produksjon har ledet til at næringsmiddelindustrien i likhet med annen industri blir målt, sammenlignet og rangert i forhold til bærekraft. Det internasjonale konsultentselskapet Two Tomorrows har gjennom undersøkelse funnet at Unilever nå topper rankingen foran Nestlé. Unilever topper nå først og fremst på grunn av en "omfattende bærekraft-strategi" med høyt skår i forhold til karbon fotavtrykk og vannforbruk m.m. Lista over de 10 høyest rangerte er 1 Unilever 64 %, 2 Nestlé 59 %, 3 Danone 58 %, 4 PepsiCo 51 %, 5 Coca-Cola 49 %, 6 Anheuser-Busch InBev 46 %, 6 Kraft 46 %, 8 Heineken 39 %, 9 Tyson 28 %, 10 Kirin 23 % (<http://www.packagingnews.co.uk>).

Karbonfotavtrykket er et mål på direkte og indirekte utslipp av klimagasser i forbindelse med produksjon av mat. Effektene måles i CO₂-ekvivalenter. Miljøregnskapet for produksjon av kjøtt og fisk viser at produksjon av storfe medfører det største utslippet på cirka 15 kg CO₂-ekvivalenter, mens kylling, svin og fisk produserer mellom cirka 1,2 og 6 kg hvor fisk ligger lavest ^[1, 2].

CO₂-ekvivalenter pr kg:

Sild	1,19 kg
Laks	2,9 – 3,0 kg
Kylling	1,9 – 4,6 kg
Svin	4,9 – 6,4 kg
Storfe	14,5 - 15,8 kg



Figur 1.2. Karbonfotavtrykk målt i CO₂-ekvivalenter per kg produkt^[2].

2 Materialer og metoder

For å avdekke teknologisk status og forskningsfront ble det utført et litteratursøk i relevante databaser, i nasjonale og internasjonale rapporter, magasiner, bøker og hjemmesider. Det ble gjennomført bedriftsbesøk hos Marel Food Systems og Danish Crown og intervju med utstillere på ANUGA-messen i Köln (2009). Under ANUGA spurte vi om hva bedriftene anså som de viktigste utviklingstrender hvilke konsekvenser dette har for teknologianvendelse fremover. Vi forela også en liste over stikkord, med spørsmål om hva de anså som viktigst for dem; bærekraft, automatisering, nye produkter og nye prosesser, økologisk, energi, matvaresikkerhet, utbytte og materialutnyttelse, produktkvalitet, smak og annet.

Formen på besvarelsene var svært forskjellig og de var derfor ikke egnet til å lage kvantifiserbare oversikter. Det de industrielle aktører definerer som teknologiske elementer og hva de definerer som markedsstrategiske elementer er som regel ikke lett å definere og gir derfor flytende overganger.

Temaet er svært stor og omfatter mange disipliner. I et begrenset forprosjekt er det en utfordring å gi en dekkende oversikt. Vår fokus har måtte bli på hovedtrender som er mer overordnede og med innslag av konkrete eksempler.

3 Trender fra konsumentanalyse

Forbrukerne sitter med nøkkelen til utviklingen i næringsmiddelindustrien. Gjennom valg av hva og hvor de spiser påvirker forbrukerne både egen situasjon og næringsmiddelindustriens verdikjede^[3]. Helsefokus, matvaretrygghet, global urbanisering, økonomi og klimatrusselen påvirker i stor grad dagens trender innen næringsmiddelindustrien. I følge trendanalytikere og andre aktører innen næringsmiddelindustrien^[4-6] er **hovedtrendene** i dag:

- helse og velvære (helsebringende mat, økologisk mat)
- billigere produkter
- ferske produkter, smak og nytelse
- ferdige produkter - ”convenience”
- kortreist mat
- sporet mat

Krav og forventninger fra konsumentene fører til at trykket på matindustrien for å lage bedre prosesserings- og konserveringsmetoder øker^[7, 8]. Produksjonsindustrien søker å tilfredsstille spesielle konsumenters behov og blir mer situasjonstilpasset. I dag er forbruket av mat avgjørende for det moderne menneskets identitet ved at man signaliserer hvem man er. Betydningen av dette vil også bli større i fremtiden. I takt med at nye generasjoner vokser opp, vokser også behovet for å kommunisere med de samme verdiene, valgene og prioriteringer gjennom forbruk^[9]. Ønsket om produkter med mindre bruk av tilsetningsstoffer gir store utfordringer for produktkvaliteten knyttet til oppnåelse av sensorisk kvalitet og produktets holdbarhet^[3]. Dette har resultert i økende interesse for nye konserverings metoder, bl.a. antimikrobielle substanser og fysiske teknologier som for eksempel ioniserende stråling^[10]. Konsumentenes ønske om lavere pris og ”value for money” indikerer også et behov for mer automatisering, som kan redusere kostnadene i produksjonen, samt teknologi innen emballasje og produktutvikling for å tilfredsstille behovene for mer ferdige produkter. Trendene indikerer også et behov for sporing av hele matkjeden, for å møte fremtidens utfordringer og kundekrav i forhold til mattrygghet.

Mat og helse

Helse i forhold til kosthold er og blir en stor markedstrend. Det er en klar oppfatning at helse har avgjørende innflytelse på vårt daglige liv. Det å være frisk og se sunn ut vil ha status og at helse forbindes med ”det gode liv”. Bedrifter implementerer mer og mer helseaspekter inn i produktstrategiene^[11]. Dette kan kategoriseres i (1) helsebringende og (2) økologisk mat^[4, 5].

1) Helsebringende mat defineres som matvarer som ivaretar forbrukernes helse og velvære, enten som funksjonell mat, hvor det tilsettes helsebringende komponenter i matvarene, eller ved at en prosesserer maten på en slik måte at en ivaretar de biologisk aktive komponentene som allerede finnes i råvarene^[12]. Ett eksempel er helsebringende komponenter som probiotika (vanligvis bakterier, særlig melkesyrebakterier) tilsatt yoghurt (**Figur 3.1**), ekstra vitamin D tilsatt melk samt omega-3 fettsyrer og antioksidanter tilsatt matvarer^[5, 10, 13]. Andre eksempler på helsebringende mat er mat med mindre fett, salt og sukker, og produkter hvor

helseskadelige komponenter er eliminert (f. eks allergener)^[10] (**Figur 3.1**). Det forventes en årlig global tilvekst på 14 % mellom 2004 og 2010 for funksjonell mat^[14] og forventes å stadig øke frem mot 2012^[5]. Andre trender innen helsebringende mat er sjømat som har en generell økende etterspørsel i hele EU. Den gjør seg spesielt sterkt gjeldende i Frankrike^[15]. I Norge har vi for eksempel Nøkkelhullsordningen, en frivillig merkeordning (Førskrift 2009-06-17-665) som skal gjøre det enklere for forbrukerne å velge sunnere matvarer i butikken^[16].



Figur 3.1 Eksempler på helsebringende mat. Til venstre; probiotika tilsatt yoghurt, i midten; rømme med lavere fettinnhold, til høyre; matvarer tilsatt omega-3.

2) **Økologisk mat** er sammen med mat og helse dominerende konsumenttrender i USA^[13, 17, 18] og er generelt sterk i hele verden^[5]. Definisjonene av økologiske produkter kan variere noe men hovedtrekk er produkter laget av råvarer dyrket uten bruk av plantevernmidler, syntetisk gjødsel, genmodifiserte organismer, eller behandlet med ioniserende stråling. Økologiske animalske produkter kommer fra dyr som har blitt føret med økologisk fôr, og er ikke behandlet med antibiotika eller veksthormoner. tillegg er økologiske produkter produsert under kontrollerte forhold for å opprettholde den økologiske integriteten av produktet^[18]. Maten står for miljø, natur, etikk, helse og samfunnsverdier. Man tar politiske valg når man velger økologisk mat^[9]. I Norge har man bl.a. Norgården fra Nortura SA som tilbyr 40 produkter (**Figur 3.2**) (<http://www.norgarden.no>). Ett annet eksempel på økologisk mat er økologisk laks, som er et etterspurt produkt i Europa, som etterspør en mer særegen laks^[19].



Figur 3.2 Eksempler på økologiske produkter: ulike kjøttprodukter og egg (<http://www.norgarden.no>).

Billigere produkter

Økonomiske nedgangstider fører til en endring i markedet mot billigere produkter og mer prisbevisste kunder. Dette har ført til økt salg av andre matvarer, hvor ett eksempel er fisken pangasius, som har hatt en økt vekst på ca. 56 % fra 2007 til 2009 i Europa^[20, 21]. Pangasius har tiltrukket seg både eksisterende sjømatkunder og nye. Denne konsumenttrenden ble bekreftet fra flere matprodusenter^[22, 23] som ble intervjuet på ANUGA-messen i oktober 2009, som så stadig større etterspørsel etter billige produkter (<http://www.dawnmeats.com>, <http://www.velisco.de>). En representant fra Velisco (<http://www.velisco.de>), kyllingprodusent fra Tyskland, hevdet at folk var mindre opptatt av bryst, og mer av vinger og lår og andre type bearbejdede, eks farsebaserte produkter.

Ferske produkter

Det er en konsumenttrend mot å velge ferske produkter av mat^[4, 13, 24], og spesielt i USA er det forventet en stor økning i etterspørselen, og særlig etter ferske produkter på restaurant^[24]. En undersøkelse som NSL har utført, viser også denne trenden seg i Norge, hvor forbrukerne mente fangsdato var viktigere enn pris. Undersøkelsen viser at forbruker ikke vil ha fisk som er eldre enn 4 dager^[25].

Ferdige produkter - "convenience"

Global urbanisering øker og ved 2030 er det estimert at 67 % av verdens befolkning vil bo i urbane områder (i dag bor 50 % urbant). Dette påvirker konsumenttrender^[6]. Forbrukere vil ha lettvinte måltidsløsninger for å enkel tilberedning hjemme, ferdige produkter^[4], mindre porsjoner og produktet pakket i praktisk emballasje^[6, 26, 27]. Maten skal likevel være sunn og fersk. Den skal være tidsbesparende og lett å få tak i, men likevel av høy kvalitet og annerledes enn "fastfood"^[4]. Denne trenden ble også bekreftet fra flere matprodusenter på ANUGA-messen som så en større etterspørsel etter disse produktene og dermed ser produktspekteret også ut til å ekspandere (<http://www.fleischwirtschaft>).

Kortreist mat

Det er en sterk interesse for kortreist mat^[4, 13] og trusselen omkring klimaforandringer og høy etterspørsel etter ferske produkter^[13] kan sette fortgang i denne trenden. Produktene skal ha en særegenhet, mening og nærhet, med lengre hylletid i butikk, og bedre kvalitet. Den stemningen produktet selges i, og den service en får er viktig. Flere og flere småskalaprodusenter og gårdsbutikker ser dagens lys. Produktene herfra skal ikke nødvendigvis konkurrere på pris med de store produsentene, men borge for kvalitet og nærhet^[28]. Små matvareprodusenter og lokale spesialister må imidlertid vekke tillitt. Forbrukerne setter pris på valgmulighetene og betaler gjerne litt ekstra. I USA har salget av kortreist mat økt med 20 % de siste ti årene^[29] og antall produsenter økt med 50 % i denne perioden^[13]. Ved å velge kortreist mat bidrar man til miljøfordeler og til den lokale økonomien^[30].

Mat og sporbarhet

Forbrukere i Europa etterspør i økende grad informasjon om hva maten inneholder, hvor og hvordan den er produsert og om den er sunn og trygg^[31]. Disse kundekravene kan møtes ved sporing av mat. Europa har en rekke sporbarhetsprosjekter pågående som skal muliggjøre verifisering av matens opprinnelse og ekthet, på varens vei fra

råvare- og forpakkingsleverandør, via produsent, grossist og detaljist frem til forbruker, f eks. prosjektene TRACE^[32] og CIES^[33]. Norsk lovverk gjennom egen forskrift, sier at næringsmidler skal kunne spores i alle ledd i produksjon, bearbeiding og distribusjon.

4 Generelt om innovasjoner i næringsmiddelindustrien

Innovasjoner innen matvaresektoren kan deles i to grupper; (1) en ny prosess eller teknologi, og (2) et nytt matvareprodukt.

(1) En ny prosess eller teknologi er en innovasjon dersom den danner en ny ytelsesdimensjon som ikke tidligere har vært anvendt innen området. Nyutviklet teknologi er karakterisert ved at den har et uutnyttet marked hvor bruken er ukjent, i motsetning til velkjente teknologier. Således er markedspotensialet svært viktig for å evaluere teknologiene. Mulige investorer vil søke å identifisere nye markeder, overvåke disse, analysere trender og utviklingsmuligheter før de vil investere i ny teknologi.

(2) En ny mat- eller drikkevare er en innovasjon når det produseres og markedsføres for første gang. Nye produkter kan også fremstå ved for eksempel;

- Line extensions (utvidelse av produktutvalget)
- Reformulering av eksisterende produkt
- Endret merkevarebygging
- Innovasjoner innen ledelse av merkevarer

Reformulering eller endringer i markedsstrategien anses ikke som en innovasjon.

Nye produkters livssyklus er blitt redusert fra 2.1 år i 2001 til 0,9 år i 2009. Dette stiller større krav til ny teknologi og teknologiens fleksibilitet. Produktutviklingen søker å tilfredsstille konsumentenes behov og å være mer situasjonstilpasset. Produktene blir mer kunnskapsbaserte og vil få større merverdi for kundene. Antall nye produkter innen EU var dominert av drikkevaresektoren som sto for mer enn 3000 nye produkter i 2005, mens innenfor grupper av matvarer, som for eksempel ferdigretter, kjøtt og fisk, var antallet nye produkter omtrent halvparten.

De viktigste temaene for nye næringsmidler i 2006 var^[26];

- nytelse (47 %)
- convenience (24 %)
- helse (16 %) og
- velvære (12 %).

Markedet for funksjonelle matvarer har i de fleste land i EU vokst betraktelig de siste 10 årene. Det antas at det var 8 millioner forbrukere i Tyskland som konsumerte funksjonelle matvarer i 2007 mot 2 millioner i 1997, det vil si en 4-dobling av dette markedet. Trenden med ferdigretter (convenience) er også økende. Kjøpesterke konsumenter som mangler tid ønsker tilgang på matvareprodukter når som helst, hvor som helst og de ønsker full valgfrihet i et størst mulig utvalg. Det er de ulike

situasjonene gjennom dagen og uka som bestemmer produktvalgene. Dette fører til vekst i markedene ”food to go” og ”snacking”, catering og halvferdige retter for tilberedning hjemme.

Roller i teknologiutvikling for næringsmiddelindustrien

Teknologiutvikling rettet mot næringsmiddelindustrien omfatter aktivitet og samspill mellom industrien selv, teknologileverandørindustrien og forskningsmiljøer.

For at næringsmiddelindustrien skal kunne opprettholde konkurranseevnen må marginene økes ved reduserte kostnader og øke salget av produkter som marked/konsumenter ønsker og som kan gi høyere margin. Industrien må tilpasse seg trender i markedene og til endringer i konkurransesituasjonen og rammebetingelser.

Næringsmiddelindustri er tradisjonelt et industriområde med relativt lave marginer. Industrien må ha rask inntjening fra investeringer og utviklingsprosjekter. Tilgang til kapital og ressurser for offensiv utvikling av ny teknologi til næringsmiddelområdet er en viktig, og ofte begrensende faktor.

Kapitaltilgang

Hoveddelen av investorene innen EUs matvaresektor består av private selskaper som i større grad har fokus på modne og voksende bedrifter enn bedrifter som er under oppstart med nyutviklet teknologi. Dette indikerer at det er et gap mellom investorenes interesse for ny teknologi, stadiet for utvikling og kommersialisering av nyutviklet teknologi og behovet for finansiering (dvs. finansiering på et tidlig stadium). Et annet trekk blant de europeiske investorene er at de har en lokal tilnærming for sine investeringer og således ikke er bransje eller markedsspesifikk.

Det kan være en barriere mellom nyutviklede teknologier som ikke har bevist sin verdi og investorers interesse i dem. Enhver ny teknologi som kan implementeres umiddelbart og som øker ytelsen, reduserer kostnadene og/eller øker nytten i verdikjeden vil være viktig og av interesse for investorene i matvaresektoren. Faktorer som tilgjengelighet på naturressurser, knapphet på landområder, vann og energi sammen med en voksende befolkning på jorden vil bidra til økende fokus på mulig matvaremangel, øket matvaresikkerhet og bedre sykdomsforebygging. Disse faktorene vil stimulere behovet for nye teknologier som kan bidra til å løse de fremtidige utfordringene. Forretningspotensialet for nyutviklede teknologier må bli vurdert ut fra et globalt perspektiv. De store selskapene i verden, som også er de store driverne for utvikling og produksjon av nye teknologier, samarbeider gjerne med SMB'er over hele Europa for å utvikle, produsere og kommersialisere de nyutviklede teknologiene.

5 Hovedtrender sett fra næringsmiddelindustri

For videre utvikling innen europeisk produksjonsindustri for næringsmidler er de mest fokuserte trendelementene i dag;

- Matvaretrygghet og helse
- Forbedring av produktivitet – automatisering, fleksibilitet og prosesskontroll
- Bærekraft og energiforbruk
- Fleksibilitet for markedstilpassing av produktspekter - ”convenience attributes”

Ellers er sikring av tilgangen til ressurser som kvalifisert og stabil arbeidskraft, samt råstoffer, fokuserte tema i næringsmiddelindustrien (**Tabell 1**).

Dette er en sammenfatning av hovedtrekkene slik det fremkommer i diverse litteratur og ved intervju av industrirepresentanter. Det er de langsiktige trendene til konsumentenes etterspørsel og innkjøpsvalg som er de viktigste driverne til produksjonsindustrien utviklingstrender. Matvaretrygghet og ”value for money” er slik sett de mest grunnleggende drivere. Imidlertid viser samtaler og intervju under ANUGA 2009 at bedriftsrepresentantene har varierende prioriteringer og fokus, og at spennet i momenter er stort.

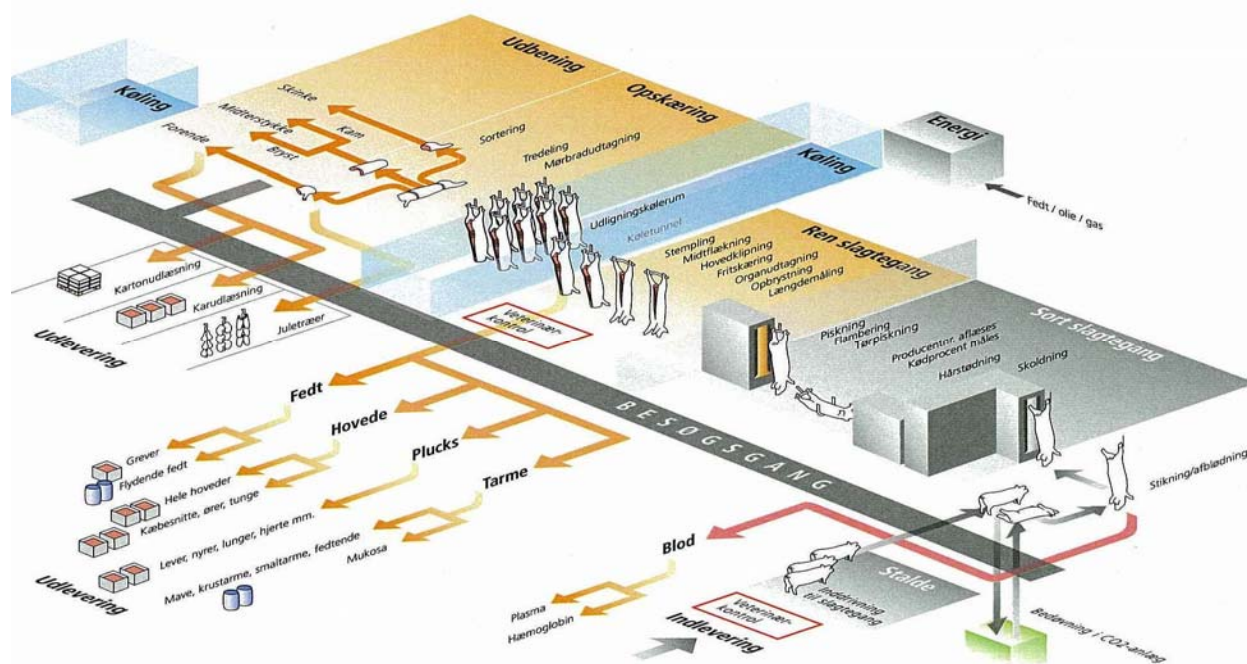
Hovedtrender slik vi oppfattet det under ANUGA-messen 2009 var fokus på følgende; nye produkter, økologiske produkter, ferdigmatprodukter, billigere produkter, effektiv produksjon for å møte krav om lavere pris og sikre langsiktig lønnsomhet, mindre forpakkninger, sporing og matvaresikkerhet. Høsten 2009 hadde Europa vært inne i finanskrisen i et år og dette gav seg klare utslag i at forbrukere og dagligvarekjedene ønsker billige produkter. SIK’s arrangement Food Factory 2010 (Conference on the Food Factory for the future) har følgende tematiske hovedpunkter; processing for tailored quality, sustainable food production, smart process control and automation, controlling microorganisms (<http://www.food-factory.se>).

Tabell 1 Næringsmiddelindustrien i USA sine prioriteringer, 2009^[34].

	Rangering	Vurdert som første prioritering
Matvaresikkerhet	7.40	37 %
Energi spørsmål	6.49	13 %
Arbeidskraft	5.93	10 %
Råstoff og materialer	5.53	11 %
Miljø	5.46	7.1 %
Automatisering	4.88	7.3 %
Logistikk	4.50	2.3 %
Strukturutfordringer	4.13	6.5 %
Fabrikk sikkerhet	4.13	5.1 %

Bedriftsbesøk hos Danish Crown

Danish Crown Horsens er verdens mest moderne svineslakteri som åpnet 23. mai 2005. Fabrikken har totalt 1365 ansatte og slakter 20,7 mill svin pr år totalt (en gris hvert 3. sekund) og en årlig omsetning på 47 milliarder DKR. Fabrikken er et godt eksempel på bedrifter som viser "state of the art" i forhold trender i produksjonsindustri. Bedriftens fokusområder listes opp som følger; logistikk, hygiene, energi/miljø, arbeidsmiljø, kvalitet og ny teknologi for automatisert produksjon og sporing. Høy grad av dyrevelferd, og full utnyttelse og verdiskaping av alt råstoff er åpenbart oppnådd. Bedriften poengterer planleggingsprosessen de gjennomførte i forkant av bygging av fabrikken som avgjørende for å oppnå godt resultat. Bedriften benytter egen "Code of Practice" hvor de stiller strengere krav enn de offentlige danske myndigheter. Danish Crown har ett omfattende sporingssystem, hvor de bruker mikrochip i kassene. Grisen kan spores fra middagsbord og tilbake til bonde. Bedriften forbereder seg nå på fremtidens kundekrav, ved for eksempel å videreutvikle pakkeanlegg for å ivareta større fleksibilitet (produkttype og pakningsstørrelser) (<http://www.danishcrown.com>). Dansk kjøttindustri hvor Danish Crown er største aktør, har over lang periode drevet systematisk teknologiutvikling sammen med danske teknologileverandører. Det meste av teknologien er derfor også danskprodusert.



Figur 5.1 Skisse over fabrikk hos Danish Crown (<http://www.danishcrown.com>).

6 Hovedtrender sett fra teknologileverandørindustrien

En innovasjon i næringsmiddelbransjen kan defineres som en ny prosess/teknologi og/eller et nytt produkt. Det viser seg at nye produkter får stadig kortere livssyklus, noe som stiller større krav til teknologiens fleksibilitet. Teknologileverandørene spiller en avgjørende rolle i forhold til utviklingen av næringsmiddelindustrien, og samspill mellom disse industriene er det som gir handlingsrom for ny produksjon og innovasjon. Stadig større andel av kjøttproduksjonen blir preprodusert og prepakket i fabrikk, med tilsvarende reduksjon av salg gjennom slakter og klassiske ferskvarerdisker.

De viktigste trendelementer innen utvikling hos teknologiindustrien er;

- Teknologi for automatisering og optimalisering av produksjonsprosesser
- Teknologi for bærekraftig matproduksjon og matvaresikkerhet
- Nye emballaseløsninger
- Teknologi for produksjon av forbrukertilpasset produktspekter og intelligent husholdning.
- Bioteknologi i koblingen mellom råstoff, produksjon og produkt

Markedsveksten for ny teknologi til næringsmiddelindustrien i EU har ligget på ca. 5 % årlig og det forventes at dette nivået vil holde seg fremover. Imidlertid ligger utfordringene i å fremskaffe kapital til ferdigutvikling av teknologi og ideer som ennå ikke har bevist sin kapabilitet, spesielt for mindre teknologibedrifter (SMB'er) med begrenset finansiell styrke. For teknologileveranser til næringsmiddelindustrien i Asia er veksten større, og forventet å være det dobbelte av EUs nivå^[5].

Markedet for ny teknologi

Det skjer en utvikling innen detaljhandelen hvor konsolidering og internasjonalisering vokser, lavprismarkeder og egne merker øker og det blir stadig sterkere fokus på hygiene, sporbarhet og dokumentasjon. Den økte fokuseringen på matvaresikkerhet skyldes konsumentenes bekymring for skadelige matvarer, detaljhandelens krav ovenfor leverandørene og myndighetenes regelverk for å sikre trygge matvarer. Markedet for nytt prosesseringsutstyr for næringsmidler er drevet av endringer i den samfunnsøkonomiske strukturen, en økende aksept og behov for prosesserte matvarer i markeder som er i kontinuerlig utvikling i tillegg til den eksisterende endringsdynamikken i næringsmiddelindustriens konkurransesituasjon.

Utviklingen av nye teknologier innen matvaresektoren er nært knyttet til utviklingen av prisen på råvaren. Det er forventet at globale priser på råvarer kommer til å øke de kommende årene. Det vil føre til at teknologier som kan øke råstoffutnyttelsen, øke fleksibiliteten i forhold til bruk av råstoff og dermed redusere effekten av økte råvarepriser vil være etterspurt. Dette gjelder også teknologi som kan redusere mengden avfall, utslipp til miljøet og er mindre energikrevende. I denne sammenheng får begrepet **Cleantech**¹ stadig større betydning og synes å bli en viktig driver for denne type ny teknologi.

¹ **Cleantech** er en betegnelse brukt for å beskrive service eller produkter som er kunnskapsbaserte og øker operasjonell ytelse, produktivitet eller effektivitet mens

Markedet for avansert utstyr og nye systemer for næringsmiddelindustrien er fragmentert. Den estimerte markedsstørrelsen innen EU i 2008 var 4 mrd. € og i de siste to tiår har markedet vokst ved 5-6 % årlig og forventes å øke med omtrent samme takt^[6]. En hovedbekymring i samfunnet i dag er økende overvekt og andre helseproblemer som hjerte-/karsykdommer og diabetes som er diettrelatert. Disse problemene vil ha sterk innflytelse på matvare-, farmasøytisk og kostholdsindustrien. I utviklingsland vil, på grunn av endret livsstil som blir mer lik den vestlige, de samme problemene oppstå og ha den samme innflytelsen på teknologiutvikling innen matvaredistribusjon. Enhver teknologi eller innovasjon som vil modernisere matvaresektoren vil ha et stort potensial i disse markedene med en forventet årlig vekst på 10 % eller mer^[5].

De største utstørsproducentene

De største produsentene (mht. omsetning i 2008) innen fjærkre, kjøtt, fisk prosesseringsindustri er^[6]:

1. Marel (610 €mill)
2. CFS (280 €mill)
3. Meyn Systemate (220 €mill)
4. JBT Food Tech (150 €mill)
5. Weber (130 €mill)
6. Baader Linco (130 €mill)
7. Haarslev (120 €mill)
8. Handtmann (90 €mill)
9. MPS (60 €mill)
10. SFK (55 €mill)
11. Gerstenberg (50 €mill)
12. Vemag (40 €mill).

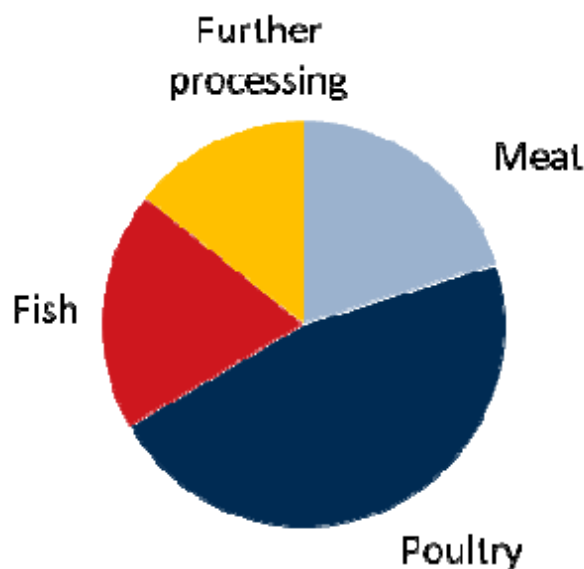
Bedriftsbesøk hos Marel Food Systems

Marel Food Systems, som er et Islandskeid firma, er den største leverandøren av utstyr til matvareindustrien. Marel-konsernet har vokst mye de senere årene ved oppkjøp av mange bedrifter. Eksempler på bedrifter som er en del av konsernet (november 2009); Carnitech, Scanvaegt, AEW Delford, Stork Food Systems, Dantech.

Marel hadde i 2008 en omsetning på 613 mill € som utgjør 15 % av et marked estimert til totalt 4 mrd € Fokusområdene er videreforedling av kjøtt, fisk og fjørfe. Fordeling av omsetning på disse segmentene er vist i Figur 6.1. Bedriften bruker 4-6 % av årlig omsetningen til FoU, dvs. ca 30 mill. € per år. Av totalt 3700 ansatte er ca. 400 medarbeidere knyttet til FoU. Marel disponerer 170 patenter, hvorav 16 nye er

kostnader, innsatsfaktorer, energiforbruk, avfall eller forurensing reduseres. Opprinnelsen til dette er den økte interessen fra forbrukere, myndigheter og industri for rene former for energi, spesielt i forhold til global oppvarming og virkningen som fossilt brennstoff har på naturen (en.wikipedia.org).

innvilget i 2008. Matvaremarkedene etterspør kvalitet, og Marel ser sin oppgave i å utvikle utstyr som bidrar til at prosessindustrien blir i stand til å møte disse kravene.



Figur 6.1. Fordeling av omsetning på forretningsområder hos Marel Food Systems.

Kunnskap er grunnlaget for bedriftens suksess med innovasjoner og gode økonomiske resultater^[6]. Driveren i markedet er næringsmiddelindustriens behov for å redusere kostnader. Marels vurdering av markedet for teknologi er at utstyr bør ha en tilbakebetalingstid på maksimalt 2 år. Marels kunder krever at produktene fungerer og er stabile. Marel har valgt å vektlegge en lett gjenkjennelig design. Utstyret skal være enkelt å bruke av operatører, og skal være lett å feilsøke, og kunne vedlikeholdes av en ingeniør.

Nye produktinnovasjoner som Marel nå profilerer er; **Innova Software, Intelligent portioning, Value Drum, Robot batching, Revo Portioner, QX technology**. Under omvisningen ble det presentert tre produkter; **Sensor X**, en røntgenmaskin som kontrollerer restbein i kylling- og fiskefileter etter beinfjerningsoperasjon for å angi eventuelle restbein og posisjonen av disse. Deteksjon er basert på bruk av en linjescan røntgendetektor der et 2D bilde av hele produktet blir fremstilt. Maskinen har en hastighet på ca. 30 m/min som tilsvarer opptil 170 fileter/min. En ny utgave av **SENSOR X**, som bruker “dual energy” røntgendetektor beregner fettinnhold i større batcher av produkter (kjøtt, kylling) med påfølgende justering av fettinnhold. Bildeoppløsning på “dual energy”-sensor er ofte lavere (0,8 mm pitch størrelse) enn på single linjescan sensorer (typisk 0,2 mm). Derfor kan ikke deteksjon av småbein bli pålitelig utført med “dual energy”-sensor.

Karusellrobot **Scanvaegt RoboBatcher** som er plassert rett over transportlinjen. Plukktiden blir den samme for alle produktemner som kommer på transportlinja i motsetning til om roboten står på siden av båndet. Plukkekapasiteten kan ligge på opptil 200 enheter per minutt.

7 Trender i fokus hos FoU-miljø

EU, de enkelte nasjoner og forskningsinstitusjoner har strategier og handlingsplaner for forskning for å være i forkant av industriell teknologiutvikling. Disse er basert på fremtidsperspektiver over behov og trender. Bærekraft, forbrukertrygghet, kvalitetskontroll, råstoffutnyttelse, effektivisering og automatisering, teknologi for nye bearbeidede matprodukter er definerte tema. Det er også et økende fokus på bioaktive komponenter i mat, “funksjonell” mat, og teknologi for å skape merverdi ved bearbeiding av mat.

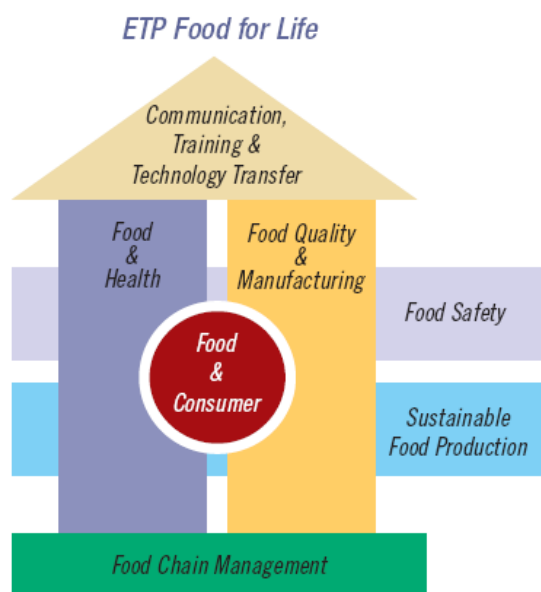
Sentrale FoU-tema er her fremstilt ved å beskrive satsingsområder i noen utvalgte europeiske forskningsplattformer og større prosjekter; Food for life, Manufuture, NovelQ og Food Factory of the future.

European Technology Platform Food for Life

Den europeiske teknologiplattformen Food for Life har engasjert interessenter innen matvareproduksjon i Europa, for å se på fremtidige utfordringer innen matvarekjeden fram mot 2020.

ETP Food for Life (<http://etp.ciaa.be>) lister følgende utfordringer som viktige for fremtiden innen ernæring, produksjon og distribusjon av mat:

1. Sikre at konsumenter enkelt skal kunne velge sunne alternativer
2. Levere en sunnere diett til konsumenter
3. Utvikle matprodukter med god kvalitet
4. Sikre trygg mat for konsumenter
5. Oppnå bærekraftig matproduksjon
6. Sikre konkurransedyktig matindustri



Figur 7.1. Skjematisk oppbygging av temaer innen teknologiplattformen Food for Life (<http://etp.ciaa.be>).

Forskningstema i Integrated Project (EU) NovelQ

Prosjektets formål er å stimulere til økt innovasjon innen næringsmiddelproduksjon og emballering for økt verdiskaping ved økt holdbarhet, gi produkter ferskhetskarakteristikk, helse og velvære fra mat samt økovenlig produksjon. 36 partnere deltar i EU-prosjektet som har pågått siden 2006. Følgende teknologier og metoder er fokuserte tema:

Høytrykksprosessering, Pulsed electric field–prosessering, Cold Plasma (ionisert gass), Advanced Heating Technologies (ohmsk oppvarming, mikrobølge, radiobølge), emballasje og emballering (bioaktiv, smart, bionedbrytbar/økovenlig, coating) (<http://www.novelq.org>).

ManuFuture

ManuFuture (<http://www.manufuture.org>) er et europeisk teknologiplattform rettet mot produksjonsindustri generelt. Plattformen har som mål å omforme produksjonsindustri til å skape nye produkter, nye prosesser og tjenester med høy bearbeidingsverdi (value-added). Utviklingen skal baseres på FoU, og det skal skapes kunnskapsdrevet økonomi.

Når det gjelder bruk av nye teknologier fokuserer ManuFuture plattformen på nye materialer, nanoteknologi, IKT og mekatronikk. Disse nye teknologiene byr på mange nye muligheter for å være i stand til å utvikle nye produkter men også tilføye ny funksjonalitet til eksisterende produkter og konsepter. Det som plattformen spesielt peker på er nødvendigheten til å få en ny Europeisk produksjonsparadigme som er mer basert på fleksible automatiseringskonsepter for å kunne være konkurransedyktig selv når lavkostland som for eksempel Kina og India også automatiserer sine produksjoner.

Food Factory of the Future

Dette har vært en arena som har samlet miljøer med næringsmiddel og teknologisk bakgrunn for å presentere forskningsresultatene og diskutere utfordringene som næringsmiddelindustrien har og vil få i framtida for å kunne være i stand til å tilfredsstille forbrukernes preferanse og behov. I de siste årene har helsebringende mat, "convenience"-matprodukter, og miljøeffekter vært i fokus innen denne arenaen. Andre nye tema innenfor arenaen er; bearbeiding drevet av produktkvalitet, bærekraftig matproduksjon/bearbeiding, prosessstyring og automatisering, og kontroll av mikroorganismer. Food Factory of the Future har eksistert i 10 år, og det arrangeres konferanse hvert annet år (<http://www.food-factory.se/>).

8 Utvalgte teknologiske tema

8.1 Matvaretrygghet og forlenget holdbarhet

Mattrygghet er en faglig og industriell disiplin for å sikre at konsumenter ikke tar skade av eller blir syke av mat, og omfatter hele verdikjeden; sammensetning av råstoff og ingredienser, håndtering, bearbeiding, lagring, servering og inntak av matvarer ^[35, 36]. Økt internasjonal handel og matskandaler har ført til et økt fokus på mattrygghet både for konsumenter og produsenter.

Nye teknologier som kan gjøre mat enda mer trygg, er av stor interesse for produksjonsindustrien^[5]. Blant disse kan nevnes: UV-lys, antimikrobielle filmer, bestråling, prosesseringsmetoder uten varme som pulsert elektrisk felt (PEF), svingende magnetisk felt (OMF), høytrykk prosessering (HPP)^[37], antimikrobiell pakking, nanoteknologi, bestråling og bakteriehemmere^[38, 39]

Som en motvekt til all fokus på den positive og offensive utviklingen av matvaresikkerhet i internasjonal matvareindustri skriver Michael Moss i en artikkel i The New York Times (<http://www.nytimes.com>) (mai 2009) med tittel "Food Companies Are Placing the Onus for Safety on Consumers" at amerikansk matvareindustri ikke er i stand til å garantere sikkerheten i forhold til ingrediensene til bearbejdede produkter. Hovedårsaken til dette skal være den globaliserte og sammensatte handelsstrukturen av ingredienser, sammen med det faktum at mange ingredienser er kontaminert med sykdomsfremkallende bakterier og at bearbejdede produkter inneholder mange ingredienser. Industrien skyver derfor mer av oppgavene og ansvaret for å hindre sykdom på grunn av matbåren smitte over på konsumentene ved at disse for eksempel må varmebehandle maten på en sikrere måte enn tidligere. Som eksempel nevnes at en stor produsent anbefaler konsumentene til ikke å steke fryst pizza i mikrobølgeovn, men heller steke i konvensjonell ovn med høy intensitet for å oppnå sikkerhet. Det nevnes at matvarene i større grad merkes med instruksjoner til konsumenten i forbindelse med tillaging hjemme for å sikre matvaresikkerheten. Forfatteren sier at industrien unnskylder at dette kan gjøres med at risikoen for smitte generelt likevel er lav, selv om majoriteten av 76 millioner tilfeller av matbårne sykdomstilfeller i USA ikke kan spores til konkret kilde.

Nedenfor følger beskrivelser av temaer som er aktuelle i forhold til industriell bruk innen området matvaresikkerhet og forlenget holdbarhet.

Fysiske metoder

"Pulsed electric field"-prosessering

Pulsed electric field (PEF) eller også benevnt som HELP (High voltage electric field pulses) består av korte elektriske pulser for effektiv ikke-termisk inaktivering av mikrobiologiske organismer og gir minimal eller ingen reduserende effekt på matkvaliteten. PEF-teknologien passer best for flytende matvarer eller væsker som inneholder partikler av begrenset størrelse. Det oppnås en konservering uten bruk av varme som gir høykvalitets produkter med god smak og aroma samtidig som at næringsverdi og holdbarhet. Metoden fører også til at bakterieceller blir mer sensitive slik at andre konserveringsmetoder i kombinasjon får bedre effekt^[40, 41].

Cold plasma

"Cold plasma" er regent som en egen tilstand (i tillegg til gass, væske og fast form) men er gass med frie elektroner kretsende rundt molekylene. Dette kan bli brukt til å drepe patogene bakterier i produksjonsmiljø, emballasje eller på produkt, og blir installert på næringsmiddelindustriannlegg i dag. Selskapet Baxx's Equipment selger teknologien som skal være patentert^[42].

UHT Termisk Prosessering av mat

Ultrahøy temperatur behandling (UHT) er delvis sterilisering av mat ved å benytte varme for en kort tid. Tiden er ca. 1-2 sekunder ved temperaturer over 135 °C som kreves for å drepe sporer. Det mest vanlige UHT produktet er melk, men er også benyttet til yoghurt, supper og juice^[43]. Kort varmebehandling benyttes også til aseptisk prosessering, hvor et produkt gjøres sterilt ved en varme mellom 91 og 146 °C og deretter pakkes i en steril beholder. Aseptisk pakking tillater maten å lagres for lange perioder uten konserveringsmidler, så lenge de ikke blir åpnet. De aseptiske beholderne er ofte en blanding av papir, polyetylen og aluminium med et polyetylen lag på innsida. Sammen fungerer materialene som en barriere mot mikrobiologiske organismer, kontaminanter og degradering, og eliminerer behovet for kjøling.

Høytrykksprosessering

HPP (høytrykksprosessering, trykkbehandling av næringsmidler opp til 1000 MPa eller 10.000 bar), eller også benevnt som UHP (Ultra high pressure), inaktiverer mikroorganismer og enzymer, men påvirker ikke smak, farge eller næringsverdi slik som tradisjonell varmebehandling gjør. Bruken av HPP i matindustrien øker hvor formålet i utgangspunktet var konservering, men som i stadig større grad brukes til utvikling av nye produkter. Denne teknikken er kommersiell tilgjengelig for bl.a. skjell, frukt og skinke. Det er to typer av høytrykksutstyr; 1) Batchvis produksjon av produkter hvor maten allerede er pakket, og 2) Kontinuerlige systemer for væske lignende mat. Høytrykksprosessering endrer ikke pakningen fordi trykket er isostatisk og i tillegg er ikke prosesseringstida en funksjon av produktstørrelsen^[10, 44].

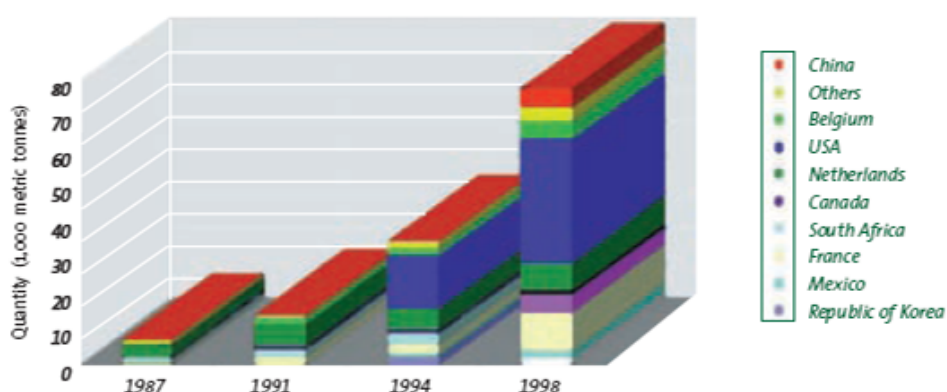
Bestråling av matvarer

går ut på å utsette mat, enten i pakket form eller i bulkform, for spesifikk og kontrollert ionisk stråling i en gitt tid. Prosessen gir ikke økning av radioaktivt nivå i matvaren uansett hvor lenge behandlingen pågår, eller hvor mye energi som benyttes. Bestrålingen påvirker deling (vekst) av mikroorganismer ved endring av molekylstrukturer, og kan dermed hindre eller drepe giftige eller nedbrytende organismer uten å denaturere det behandlede produktet og uten å forandre egenskaper som regel skjer når man koker, fryser tørker eller røyker. Stråling kan også påvirke fysiologisk prosesser i planter som kan benyttes til for eksempel å redusere hastighet på modning og spiring. Denne teknikken kan også kombineres med andre mat prosesseringsmetoder, tørking, koking, salting. Ferdig fersk eller prosessert produkt kan også bli bestrålt i den ferdige pakninger fordi det er lett å penetrere stråler igjennom pakkematerialet. På denne måten kan noen bakterier bli eliminert uten å forandre kvaliteten til produktet.

Bestråling av matvarer for økt holdbarhet er etter hvert en gammel teknologi med de første patenter allerede i 1905. Myndighetene i over 40 land tillater i lovverket visse former for stråling av mat og dette omfatter et bredt spekter av matvarer (eks. krydder, korn, kjøtt, fisk, frukt og andre vegetabiler). I 1983 ble det etablert en global standard for bestråling av mat i form av Codex A.C. av FAO og WHO. Det er etablert en egen Joint Expert Committee (JECFI) hvor i tillegg Int. Atomic Energy Agency (IAEA) er med. Etter mange års forskning er bestråling av matvarer nå forstått og kontrollert prosesseteknologi og anerkjent metode. Bestråling blir oppfattet som en støtte og ikke en erstatning for GMP (Good manufacturing practice).

Interessen for bestråling av mat fra matindustrien er økende på grunn av de økonomiske fordelene med økt holdbarhet og reduserte tap. Fryst sjømat blir bestrålt i europeisk næringsmiddelindustri for å drepe sykdomsfremkallende bakterier og parasitter. Elektronstråling benyttes industrielt til behandling av fryst mekanisk utbenet kyllingkjøtt i Frankrike. Krydder og andre vegetabiliske smakstilsetninger blir bestrålt over hele verden (Figur 8.1), også i Norge. Bestråling som metode øker i bruk som en erstatning til kjemisk behandling for å gi økt holdbarhet og redusert forringelse og ødeleggelse^[39].

Estimated quantities of irradiated spices and dried vegetable seasonings



Figur 8.1 Estimert mengde bestrålte krydder og vegetabiliske smakstilsetninger^[39].

Ozon

Ozon (O₃) har i lengre tid blitt brukt til å desinfisere utstyr, omgivelser og vann i forbindelse med næringsmiddelindustri. Ozon er den mest oksidative reagens som finnes. Det er nå økende bruk av ozon til å redusere bakterietall og –vekst, også direkte på produkter og emballasje. Forsøk med dypping av kyllinglår i løsning med 0,5 ppm ozon har vist at bakterietall reduseres og holdbarhet økes betydelig^[45]. Det at ozon er svært reaktivt skulle kunne påvirke harskning av fettsyrer i produktene. Dette er ikke mye beskrevet

”Advanced heating technologies”

Dette er et tema i EU forskningsprosjekt NovelQ hvor det arbeides med teknikker basert på elektromagnetisk energi som mikrobølge- og radiobølgeprosessering, ohmsk og infrarød oppvarming. Siktemålet er forbedrede prosesser i forhold til kvalitet, rask og uniform oppvarming og energibesparelse (<http://www.novelq.org>).

Ohmsk varming av mat innebærer å sende strøm gjennom matvaren. Det er kanskje først og fremst flytende varer som har vært aktuelle initielt, men dette kan også være aktuelt for fastere produkter (<http://ohioline.osu.edu>). De andre tema nevnt ovenfor benytter elektromagnetisk energi ved ulike bølgelengder. Induksjonsvarme er en form for radiobølgeprosessering.

Varmebehandling med mikrobølger er tradisjonelt mest benyttet ved matlaging hjemme men også ved generell varmebehandling i næringsmiddelindustri ved

prosessering til ulike produkter. En ny utvikling er bruk av mikrobølger for sterilisering av matvarer for å gi økt holdbarhet og sikker mat. Mikrobølgebehandling gir kort behandlingstid, gir dypere varmebehandling inn i hele produktet og påvirker produktet mindre i forhold til utseende, smak og næringsverdi enn tradisjonell varmebehandling. Mikrobølgesterilisering kan benyttes på ferdig emballerte produkter^[98, 99].

Nanoteknologi

har muligheten til å observere, manipulere og kontrollere materialer på molekylært nivå, eller ved mindre nivå og har en rekke anvendelsesområder innen mattrygghet ved å detektere skadelige mikrober i mat^[5, 46]. Deteksjon av mikrober kan skje ved bruk av deteksjon av spesifikke molekyler. Instrumentet kan stilles inn slik at den søker for spesifikke kontaminanter, f. eks. *E. coli*^[47]. På tross av at dette er en relativ ny teknikk er det estimert at produkter fremstilt med nanoteknologi kan være verdt 20 billioner dollar innen 2020^[5, 48]. Per i dag eksisterer det 84 matrelaterte produkter med nanoteknologi på markedet^[49]. Det eksisterer noe usikkerhet rundt skadelig påvirkning av nanomaterialene og partiklene som benyttes i nanoteknologi, både på miljøet, dyr og mennesker. Det finnes også begrensede metoder for å detektere nanopartiklene og for å evaluere skaden de kan utføre^[38]. Forbruker-gruppen Choice mener det er umulig for forbrukerne å vite hvilke matvarer og emballasje som bruker nanoteknologi på grunn av utilstrekkelig regulering og sikkerhetskontroll^[50]. Det er forventet at bruken av nanoteknologi innen næringsmidler vil øke i kommende år når lovgiving fra USA og EU er klar. Nanoteknologi øker generelt i verden og markedet for denne type teknologi vil også øke dramatisk i de kommende år^[38]. Det er forventet at nanoteknologi vil få stor betydning innen matindustrien, særlig innen mattrygghet og hvordan mat produseres, pakkes, transporteres og konsumeres^[38].

8.1.1 Bioteknologi i koblingen mellom råstoff, produksjon og produkt

Bruk av bioteknologi og bioaktive komponenter for produksjon av trygg mat og forlenget holdbarhet er delvis gamle tradisjonelle og mye anvendte metoder. Dette handler om stoffer, hovedsakelig enzymer, og mikroorganismer. Det handler om vekst av mikroorganismer i produkt og om tilsetning av substanser til produkt og råstoff direkte, og indirekte via emballasje og omgivelser. Det foregår veldig mye industriell utvikling og forskning på området.^{[51][52][53][54, 55]}

En oversiktsartikkel på området fokuserer på følgende tema: O₂-reducerende teknologi, CO₂ genererende metoder, chlorine-dioxidegenerering, bioaktive stoffer, bakteriocider, krydderier og essensielle oljer, enzymer, tilsetningsstoffer, bioaktiv emballasje, film og coating og spiselig coating, antimikrobielle makromolekyler og naturlige antimikrobielle polymerer^[56].

Kombinasjoner av ulike biologiske og kjemiske metoder til hinderteknologi hvor mer-effekter oppnås er relevant.

Bakteriehemmende substanser

Naturlige antimikrobielle substanser tilsettes til mat, hvor disse bakteriene eliminerer risikoen for spesifikke mikroorganismer i noen matvarer. Universitetet i Arkansas har utviklet en film fra tre anti-mikrobielle agens som skal beskytte rått kjøtt av fjærkre

fra å kontamineres med *Campylobacter*, som er en av hovedkildene for kontaminering i fjærkre^[52]. En slik spiselig film kan også brukes til å tilføre verdi til et produkt, forlenge holdbarhetstiden og redusere pakkekostnader^[57]. En studie av North Carolina State University viser at kryss-kontaminering på prosesseringsanlegg av fjærkre kunne reduseres ved hjelp av en impregnert mikrobiell hemmer på transportbåndene. Det kommersielle HabaGUARD® transportbåndet ble impregnert med en mikrobiell hemmer og reduserte biofilmdannelse av *L. monocytogenes*. Videre kan belter også redusere dannelsen av bakteriell biofilm på samleband og dermed reduseres risikoen for produktforurensning via kontakt med forurensede transportbånd^[58]. Et annet eksempel er bruk av bakteriofager til bekjempelse av *Listeria* i matvarer.



Figur 8.2 Modifisert atmosfære pakking med CO₂ hemmer bakterievekst og gir maten lengre holdbarhet^[55].

Hurtige måleteknikker for kvalitetskontroll

Om man søker automatiseringsløsninger som forsøker å imitere menneskelige operatører, kan sensorer imitere en operator for å få informasjon om produkt kjennetegn og for å kontrollere utviklingen under produksjonen. Sensorteknologier brukt i matindustrien med både “online”, ”atline” og “offline” muligheter som nevnes her er maskin syn, NIR, MRI, røntgen, CT, TD, NMR, og ultralyd og spektroskopi^[59]^[60]. Det største potensialet for automatisering av produksjon ligger i maskinsyn og VIS/NIR^[61]^[62]. Kvalitetsparametere som kan måles er blod, melanin, fettinnhold og fettfordeling, pigment og farge, fettsammensetning, kjernetemperatur, bein, synlige defekter og bløt muskel^[63].

Gass-sensor array-system (elektronisk nese) er blitt benyttet for å se om det er mulig å påvise mastitt infisert melk fra kyr med mastitt (hyppig forekommende sykdom hos kyr) ved bruk av et kommersielt elektronisk nese. Dette har vært et samarbeidsprosjekt mellom Sveriges landbruksuniversitet, DeLaval International AB og MATFORSK i 2006. Måleresultatene fra elektronisk nese viste at det er mulig å påvise entydig forskjeller mellom mastitt infisert melk og melk fra ikke infiserte spener fra kyr med jurbetennelse og friske kyr. For en praktisk applikasjon ”online” på melkeanlegget på gårdsbruk vil det imidlertid være av interesse også undersøke om det er mulig å påvise det tidlige stadium av mastitt, med denne måleteknikken^[64].

Elektronisk nese er forsøkt benyttet til å undersøke om teknikken kan anvendes til å påvise og måle harsking i fryselaget kalkunkjøtt^[65].

Fotoakustisk bildebehandling

Fotoakustisk bildebehandling er en metode som kombinerer bestråling med laserlys og måling av akustisk respons. I fotoakustisk bildebehandling blir ikke-ioniserende laserpulser levert i biologisk vev. Noen av den leverte energien vil bli absorbert og omdannes til varme, som fører til forbigående termoelastisk ekspansjon og som kan måles ved ultralyddeteksjon. 2D eller 3D-bilder av de målrettede områder kan da bli dannet.

8.1.2 Sporbarhet

For å tilfredsstille behovet for tryggere mat og sikre konsumentaksept, utvikler industrien nye prosesserings- og konserveringsmetoder^[7]. I takt med at den globale handelen av matvarer øker, øker kravet til systemer og utstyr for å håndtere kjøp/salg og distribusjon. Den økte handelen er en driver for bedre sporbarhet av prosesserte næringsmidler og matvareprodukter langs den globale verdikjeden. I januar 2005 ble lov om sporbarhet introdusert i EU (Forskrift 178/2002^[66]). Loven skal bedre sikkerheten for konsum av kjøtt- og fjærkreprodukter hvor historien, bruken og lokaliseringen av produktet skal kunne dokumenteres.

Metoder

Teknologiske løsninger varierer mellom alfabetiske koder, bar koder, og radiofrekvens identifikasjon (RFID)^[67]. Basert på RFID utvikles det systemer for sporing som samler inn produktdata langs hele kjeden (produktets livsløp) ved hjelp av PEID (product embedded information devices)^[68]. Informasjonen fanget av PEID kan brukes som beslutningstøtte i hvilket som helt trinn av verdikjeden. Det norske selskapet Tracetracker AS har utviklet et internettbasert system for sporing av produkter over hele verden. Systemet er en plattform for global utveksling av informasjon hvor leverandører kan koble kritisk informasjon hurtig og trygt til et distribusjonsnettverk (www.tracetracker.com).

DNA-analyse blir utpekt som det sikreste for full sporbarhet. Moderne teknologi gir potensialet til å sette sammen alle deler i kjeden fra produksjon til gaffel. All informasjonen knyttet til oppdrett, dyrehelse, DNA-innhold og prosessering kan samles, dokumenteres og utnyttes og på en måte som vil være til nytte for alle^[69].

Nanoteknologi kommer til å få en viktig betydning ved sporing av mat. Ved bruk av nanoteknologi kan produktene identifiseres og senere kan informasjon som for eksempel hvilken gård grisen kommer fra avleses. Det vil f.eks. bety at man ikke behøver å trekke alle produkter fra et parti tilbake fra markedet dersom det har oppstått sykdom hos ett enkelt dyr i en besetning^[70].

Fra 1. januar 2010 ble det innført nye regler for merking av fersk fisk i disk hvor all fisk skal være merket med fangst eller slaktedato. Dermed skal kundene kunne få vite nøyaktig hvor fersk fisken er når de kjøper fisken^[71]. I fiskeoppdrett betyr full sporbarhet mulighet til å dokumentere et hvert trinn i kjeden fra rogn til bord hvor

fisken har vært og hva som har skjedd med fisken. Ved full sporbarhet vil oppdretter kunne frikjenne ”sin” fisk i markedet dersom det dukker opp fisk med dårlig kvalitet. I tillegg kan aktørene i verdikjeden dra nytte av informasjonen for å bli bedre leverandører.

Genmodifiserte produkter

For konsumentene betyr full sporbarhet mulighet til å få vite hva slags fisk som konsumeres og en sikkerhet for at produkter ikke holder mål kan effektivt trekkes tilbake fra markedet^[72]. EUs regelverk krever at alle genmodifiserte (GM) matvarer skal merkes og kunne spores tilbake til deres opprinnelse. Et eksempel er Tracemeal SA, et sveitsisk basert selskap, som leverer soyamel til produsenter av fôr til lakseoppdrettere i Nord-Europa. Tracemeal kjøper soyamelet fra en brasiliansk produsent som har avtaler med bønder om å dyrke sertifiserte ikke-genmodifiserte soyabønner. Laks, fôret med dette fôrproduktet, kan for eksempel bli eksportert til Japan hvor den blir tilberedt og servert fersk kun 72 timer etter forsendelse fra Europa. Hele kjeden, fra middag i Japan tilbake til soyabønner i Brasil, kan spores^[73].

COOL-merking

I USA har de opphavslandmerking kalt COOL, som gir viktig informasjon til konsumentene om matens opphav. Forskriften trådte i kraft mars 2009, men omhandler ikke matvaretrygghet. Hvis en kontaminering oppstår, særlig for importerte produkter, ett eksempel er jalapenos fra Mexico i 2008, kan konsumenter la være å kjøpe produktet fra kun dette landet^[74]. Det diskuteres nå om COOL også skal dekke alle ferske råvarer, samt de viktigste ingrediensene til prosessert mat^[75].

MSC-merking

Det største miljømerket målt i antall sertifiserte produkter og sertifiserte fiskerier er Marine Stewardship Council (MSC). Etter ti år har de fått en ledende posisjon med 2900 fiskeprodukter merket og sertifisert i rundt femti land^[76].

TTI

Matvarer ødelegges over tid og holdbarheten angis med datostempling. Tradisjonell datostempling kan bli feil på grunn av variasjoner i kjølelengden. Innlagte sikkerhetsmarginer gjør at vi alt for ofte kaster god mat som i Norge utgjør omlag 1.000.000 tonn matvarer årlig. Universitetet for Miljø- og Biovitenskap (UMB) på Ås har utviklet Time Temperatur Indikator (TTI) som er en døgngradeindikator som registrerer både lagringstid og -temperatur som et produkt er usatt for. **Figur 8.3** viser eksempel på et produkt med TTI. Døgngrademåleren kan festes på produktene som en "strip" og følge produktet slik at døgngradene fra produsenten og videre i distribusjonskanalene kan registreres for de enkelte produktene. Det vil være mulig å identifisere produkter som blir degradert og ikke spisbart på grunn av for høye temperaturer som en funksjon av tiden. Indikatoren kan benyttes innenfor ulike deler av verdikjeden og markedet for disse synes å være stor. Et selskap utvikler i dag en industriprototyp som skal tilpasses utvalgte temperaturfølsomme matvarer og skal testes i norske butikker^[77].



Figur 8.3. Time Temperature Indicator (TTI) (<http://www.matbase.com>).

8.2 Fleksibilitet og markedstilpassing av produktspekter

Suksessen til en matvarebedrift er ikke lenger målt kun i deres egenskap til å produsere enkeltprodukter kostnadseffektivt, men blir like gjerne målt i forhold til fleksibilitet, bærekraft og evne til hurtig omstilling. Forandringer i marked, kundekrav og teknologi har blitt selve konkurransekriteriet. Hurtige miljøforandringer har ført til at bedrifter må forbedre utførelsen på bekostning av økt sikkerhet. For å overleve må systemer innen industrien inkorporere ny teknologi, nye produkter, nye strukturer etc. For å møte disse utfordringene må disse systemene tilfredsstillende krav slik som driftighet, integrering, distribuert organisering, heterogene miljøforhold, åpne og dynamiske strukturer, samarbeid, integrering av mennesker med IT-teknologi og håndtering av feiltoleranse^[78, 79].

Dagens prosesseringslinjer er oppbygd av en kombinasjon av maskiner og operasjonsenheter. De fleste moderne produksjonsfasiliteter har utviklet seg med nye

maskiner, adaptasjoner for å tilfredsstille kundekrav og markeds preferanser eller for å møte spesifisering for nye produkter med fleksibilitet i produksjonsapparatet.

Ferdigmat

”Convenience food” eller ferdigmat kjennetegnes ved at den kan prepareres og serveres direkte uten videre bearbeiding. Lettvinnhet for konsumentene er driveren i etterspørsel, og ferdigmat kan være både ”ready to eat” eller ”ready to cook”. Porsjonsforpakninger med standardisert mengde er ellers klart kjennetegn. Ferdigmat lages for de fleste typer måltider, fra små snack-måltider til middagsretter.

Ferdigmat blir ofte kritisert på grunn av lav ernæringsverdi, høyt innhold av uønskede ingredienser som salt og fett, ofte dårlig miljøstandard på grunn av mye emballasje som gir høyt materialforbruk, mye søppel, samt høye transportkostnader (høyt karbonfotavtrykk)^[80].

Vi ser at matindustrien satser mer og mer på ferdigmatkonsepter med offensiv fokus på konsumentenes ønsker og behov. Dette inkluderer å ta inn over seg mer av de kritiske argumenter ved å fokusere på reduksjon av disse faktorer, og da ikke minst miljøaspektene. Eksempler er; nye forpakninger til varmekonserverte produkter (Figur 8.4) basert på fleksible emballasjematerialer med høy barriere, kombinasjonen av kortreist og naturlig mat, med industrielle forpakninger med ”convenience attributes”, økt spekter av fingermat med den voksende omsetning av ferdig sushi som eksempel, samt profilering av produkter med ærlighet, bl.a. ved å vise frem innholdet i større grad enn tidligere ved bruk av transparente forpakninger (Figur 8.5)^[81].



Figur 8.4 Eksempler på nye fleksible emballasjetyper for varmebehandlede produkter. Venstre; gammel type emballasje under og ny type over. Høyre; fleksibel emballasje som tåler varmekonservering og brukt til ”ready to eat”-produkter.



Figur 8.5 Eksempler på ulike ferdigmatkonsepter i transparente forpakninger.

Aktiv emballasje til næringsmidler

Nyskapende emballasje og nye systemer kan møte dagens utfordringer i forbrukertrender. Den riktige emballasjen kan kombinere forlenget produktholdbarhet med økt produksjonseffektivitet og redusert materialforbruk, noe som reduserer både kostnader og CO₂-utslipp.

Eksempler på aktiv emballasje: Emballasjeløsninger for økt holdbarhet kan baseres på det velkjente prinsippet med MAP-pakking. I tradisjonell MAP så er det en viss mengde restoksygen til stede, men emballasjefremstilleren arbeider nå med utvikling av konsepter med tilsetning av oksygenabsorberende stoffer for å ta siste rest. Stoffene kan også diffundere inn i produktet. Coating av emballasjematerialer med antimikrobielle stoffer (eks sorbinsyre) som diffunderer inn i overflaten av produktet gir økt beskyttelse mot mikroorganismer.

Som beskrevet i andre kapitler er økt bruk av mer gjennomsiktig emballasje en trend for å imøtekomme forbrukernes ønske om synlige produkter. Dette øker tilgangen til lys og stråling til produktet, noe som sammen med oksygen gir nedbryting av produktet. Gjennomsiktig emballasje med filtrering av utvalgte deler av lysspekteret som for eksempel nær-UV-lys som gir fargetap i produkter. (HC Langowski, Faunhofer, www.iffa.com)

CFS' "Hole in the Wall"-konseptet innebærer pakkebrettframstilling direkte i produksjonslinja til matvarefabrikanten, gjør det mulig for produsenten av pakkede produkter å produsere brett som gir stor fleksibilitet og kostnadsbesparelser samtidig som de har en direkte styring av hele pakkeprosessen. På grunn av redusert pakkevolum og ved det mindre transportvolum vil utslippet av CO₂ relativt sett bli redusert^[82].

CFS SmartPacker SX400, en vertikal emballasjepakker, produserer "Quatro seal" forpakninger. I tillegg til å være ideell for å bevare frosne og ferske produkter har

disse pakningene vist seg å gi gode produktpresentasjoner og er blitt svært populær hos forbrukerne. Giebels hadde tidligere en produksjonslinje for kjøttprodukter som inkluderte et pakksystem med automatisk mating og dyptrekkere. Giebels anslo at i gjennomsnitt ga dette systemet mer enn 20 forpakninger/time med feil vekt eller andre defekter. Problemene forårsaket stopp i produksjonen og øket bemanning for å utbedre feilene. Men etter at den nye multihodevekten og pakkeren ble installert, har bedriften oppnådd store forbedringer. Utstyret er lett å betjene, vedlikeholde og rengjøre^[83].



Figur 8.6. Spiselig film fra Texda (<http://www.texda.com>)

Påvirke farge og utseende

Farge og utseende har stor betydning ved salg av matprodukter. Karbonmonoksid (CO) reagerer med myoglobin og hemoglobin i kjøttet og påvirker fargen, og har blitt benyttet til å gi og opprettholde frisk rødfarge på kjøtt, og samtidig øke holdbarhet. I Norge er dette nå ikke lenger tillatt men brukes fortsatt i EU. Bruk av filtrert røyk (flytende røyk) er en annen teknikk for å påvirke fargen til kjøtt og også fisk. Dette vil også kunne påvirke både smak og holdbarhet, og flytende røyk brukes som alternativ til tradisjonell kaldrøyking av kjøttprodukter og fisk^[84]. Figur 8.7 viser grillmerking med flytende farge/røyk som alternativ til grillmerking med brenner.



Figur 8.7. Grillmerker med flytende merkesubstans som alternativ til grillmerking med varme (<http://www.messefrankfurt.com>).

Kjøttlim

Til nå har tilsetningsstoffet trombin, et enzym som får blodet i kjøttet til å koagulere og dermed feste bitene sammen, ikke vært tillatt i Norge. Nå må man imidlertid følge Europakommisjonens vedtak om å tillate stoffet. Mattilsynet stiller seg negative til vedtaket da det finnes allerede et tilsvarende enzym (transglutaminase) som brukes i en del EU-land, men i Norge, Sverige og Danmark er dette ikke tillatt for fritt bruk som lovlig tilsetningsstoff^[85].

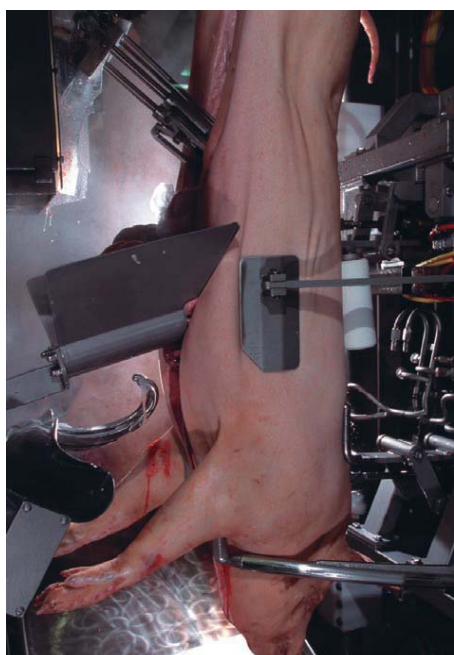
Befuktning av upakkede matvarer i butikkenes kjøledisker

Det er dokumentert positive effekter av befuktet luft med hensyn til redusert vekttap og bedre utseende for upakkede matvarer som kjøtt, grønnsaker og frukt som ligger i butikkenes kjøledisker. Forsøk har vist at den relative fuktigheten i luften i diskene har økt fra under 80 % til like under 100 % ved befuktning av luften. Dette har ført til at vekttapet for hele kjøttstykker over en periode på 14 timer har blitt redusert fra 1,68 % til 0,62 %, nærmere 65 % reduksjon i vekttapet. I kun ett tilfelle ble det registrert en signifikant økning i produktets bakterietall. Det gjaldt et farseprodukt som i utgangspunktet hadde høye bakterietall. Produktene ble bedømt som utseendemessig uakseptable etter 14 timer uten befuktning av luften mens selv etter 25 timer i befuktet luft var det ingen vesentlige endringer i produktenes utseende. Dette forutsetter at lufttemperaturen i kjøledisken holdes på et tilstrekkelig lavt og riktig nivå da eksperiment viser at temperaturen kan øke med mellom 1 og 2 °C ved befuktning. I tillegg er det absolutt nødvendig at vannet som brukes i systemet for befuktning er fri for mikroorganismer som patogene bakterier og at produktene som blir eksponert i disken initielt sett har et akseptabelt lavt nivå av antall bakterier. En god utdrenering av oppsamlet vann i diskene er også nødvendig^[86, 87].

8.3 Automatisering og forbedring av prosesser

Bruk av robotteknologi i matvareindustrien startet for ca 10 år siden og denne industrien representerer ca 2 % av total robotbruk internasjonalt. Økte lønnskostnader, HMS, kompleksiteten i arbeidskrafttilgang, hygiene og skjørhet i produkt er viktigste driver for bruk av robotteknologi^[96]. Alle bedrifter har rasjonalisering av prosessene som viktige fokusområder, og for enkelte industrier er dette viktigste utviklingstrend. Prosesser som for homogene produkter, eksempel flytende og pasta, er fullautomatisert men det er et tilsvarende behov for automatisering innen kjøttprosessering^[88]. Det skal alltid automatiseres når det er store volum i etablerte produksjoner, og utsagn som at det er aldri lov å la roboter ”sove” er både en motivasjon for økt automatisering og drivkraft for økt effektivitet når automasjon er til stede^[89]. Automatiseringsteknologi må være robust og produksjonsprosessen må ha fleksibilitet slik at det kan produseres selv om ikke all omkringliggende teknologi er oppe og går. Maskinene må kunne ivareta høy kapasitet, utbytte og ha billig og enkel service^[90].

Automatisering i matvareindustrien består tradisjonelt av spesialmaskiner for spesifikk bearbeidingsoperasjoner, robotteknologi for pick and place-applikasjoner og automatisert logistikk til mer eller mindre helhetlig produksjonsprosess. Trenden i senere tid er bruk av standardisert robotteknologi til spesialiserte operasjoner hvor fleksibilitet ivaretas av sensorsystemer som for eksempel kamerateknologi. Utvikling av verktøy for å utføre de spesialiserte operasjoner er da en viktig del sammen med tilpasset logistikksystem^[91]. Eksempler på dette er spesialiserte slaktesystemer som vist i Figur 8.8 og Figur 8.9).

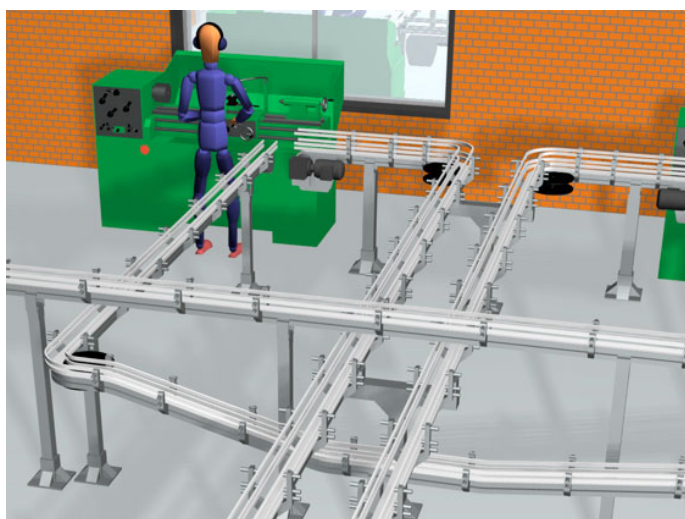


Figur 8.8. Spesialisert maskin for slakting av gris (<http://www.sfk.com>).



Figur 8.9. Bruk av standard industrirobot innen slaktning av gris (<http://www.kuka-robotics.com>).

I forbindelse med den store europeiske IFFA-messen 2010 blir det fremhevet at den kanskje mest dominerende trend for fremtidens teknologi i kjøttindustrien er den voksende bruk av automatisert maskineri langs hele produksjonskjedene. Dette er en trend nært knyttet til de voksende mulighetene med informasjonsteknologi. I mange år har bruk av robotteknologi kun bevist sin egnethet i siste del av produksjonslinjen, altså i forbindelse med pakking og palletering, mens de nå kommer inn tidlig i slakteprosessen, i forbindelse med slaktning og nedskjæring og bearbeiding (www.messefrankfurt.com).



Figur 8.10. Eksempel på fleksible Internlogistikkløsninger for prosessering (<http://www.flexlink.com>)

Under IFFA 2010 vil det presenteres ”Robotik-Pack-Line”-utstilling som viser kombinasjon av industriroboter og mer spesialiserte automatiske maskiner, for matvareindustrien. Dette er kombinerende av ny og eksisterende teknologi til helautomatiske produksjonslinjer. Ulike sorterings-, doserings- og pakkesystemer sist i linjene arbeider hånd i hånd med standardiserte roboter. Linjene skal være rekonfigurerbare, og skal gi fleksibilitet for å møte varierende behov. Dette presenteres ved at mange ulike selskaper, store og små, slår seg sammen og kombinerer ulike elementer. Dette vil være eksempler på spissteknologi innen næringsmiddelproduksjon.

Behovet for automatisering i matvareindustrien varierer innen de ulike sektorene. Graden av implementering av automatisering i operasjonene er ulike^[92]. På grunn av reduksjon i kostnader som kreves til automatisering er det nå teknisk mulig å automatisere flere oppgaver^[93]. For eksempel, fjærkreindustrien er relativt høyt automatisert^[94], etterfulgt av, til en viss grad, kjøttindustrien. Fiskeindustrien er tradisjonelt avhengig av mye manuell arbeidskraft^[94], men enkelte produksjoner og operasjoner er imidlertid betydelig automatisert. Sektorer innen matindustrien som behandler atskilte produktemner (fisk, kjøtt etc.) er ikke like mye automatisert som sektorer som behandler mer homogene produkter (drikker, supper, pasta etc.). De fleste sektorer har automatisering i form av transportbånd og mekanisk overføringsenheter som reproducerer bevegelser av produktet. Dette er gjerne nødvendig aktivitet men kan ikke regnes som verdiskapende. På grunn av den biologiske variasjon i råstoffer (dyr, planter etc.) benyttes mye menneskelig arbeidskraft i bearbeiding.

I Storbritannia har Dept for Trade and Industry identifisert matvareindustrien som mest viktige industri for økt bruk av automatiseringsteknologi. Matindustrien er den største industrien i UK. Automatisering skal gi lavere kostnader og høyere fleksibilitet. Standard teknologielementer (for eksempel robot) skal kombineres med tilpassede verktøy og maskinsynteknologi. Matvareindustrien er svært konkurranseutsatt og har derfor høy grad av utålmodighet om rask implementering av nyutviklet teknologi. Videre utvikling av sensor- og maskinsynteknologi vil være det viktigste utviklingsområdet for å gi innvirkning i tiden som kommer^[95].

Hygienisk fordel ved automatisering.

Bruk av roboter i matindustrien har ved systematiske forsøk vist at gir hygienisk fordel i forhold til manuell betjent operasjon. Bakterietallet er lavere ved bruk av robot enn ved manuell slakting pga kontaminering ved involvering av mange mennesker^[96]^[97].

Loads and grades portions into trays or a thermoformer.

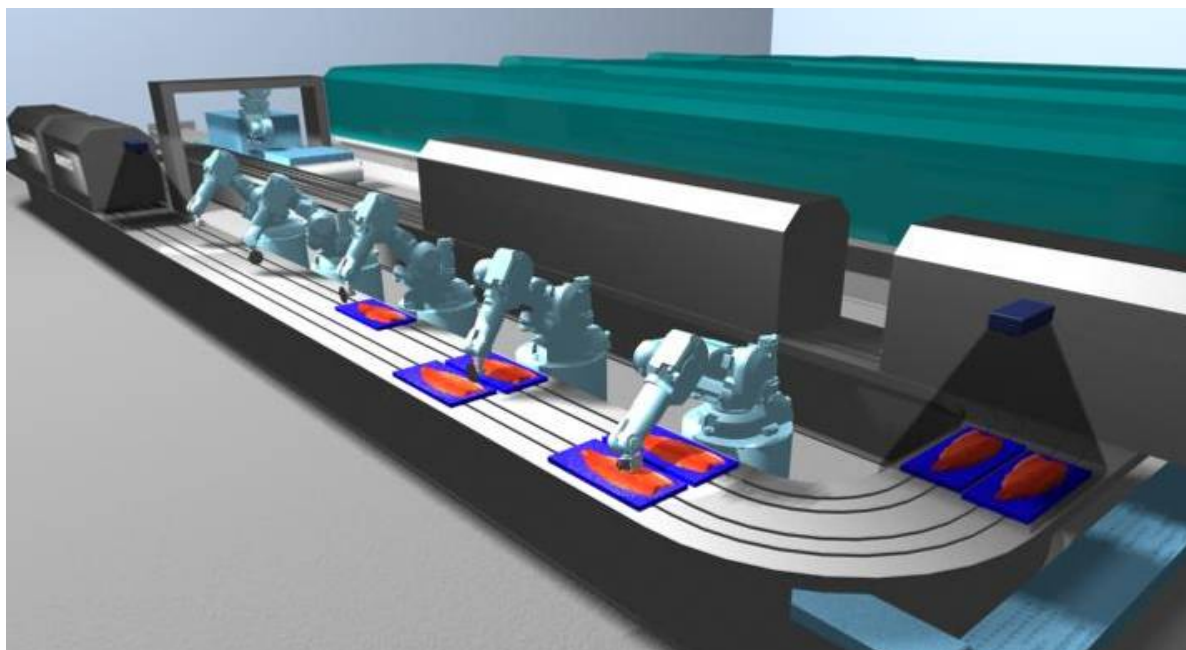
Up to 6 loading heads give high volume production.



Figure 8.11. Marel Intelligent Portion Loading Robot (<http://www.marel.com>).



Figure 8.12. CFS RobotLoader (<http://www.cfs.com>).



Figur 8.13. Visjon for automatisert prosesslinje for bearbeiding av fiskefilet (SINTEF Fiskeri og havbruk AS)

9 Relevant teknologi for norsk fiskeindustri – elementer til utviklingsstrategi

Fiskeindustriens behov i forhold til utviklingstrender er i hovedsak de samme som gjelder for europeisk næringsmiddelindustri. Trendene kan deles i tre hovedområder; a) matvaretrygghet, b) fleksibilitet i forhold til produksjon og marked og c) konkurransedyktig og effektiv operasjon.

Fisk og sjømat er tradisjonelt basert på fangst av viltlevende bestander hvor naturgrunnlaget er en begrensende faktor. Dette er annerledes enn situasjonen er for mange landbruksbaserte produkter for eksempel i EU, hvor det delvis er overproduksjon i primærleddet. Råstoffenes verdi er gjerne derfor det mest økonomisk bærende i sjømatbransjen, mens videreforedling og produkt- og markedsutvikling har vært viktigere i landbrukssektoren.

Konsumentene ønsker mangfold i vareutvalg og tilpassede produkter til ulike anledninger. Lettvinnhet og tilgjengelighet, sammen med god smak er viktig ved valg av matvarer. Fisk og sjømat er en matvaregruppe som ikke er kommet langt i forhold til utvikling av et raffinert produktspekter. Sammenlignet med andre varegrupper, snarere tvert imot. De store supermarkedskjedenes forventning om kontinuerlig tilgang til nye og godt selgende produkter gjør at takten på produktutvikling og dermed fleksibilitet i produksjonssystemet må øke.

Markedstrenden, med ønske om mer tilpassede produkter legger klare føringer på fiskeindustrien som skal levere til fremtidens forbrukere. Et betydelig utvidet produktspekter med stadig fornying, og større grad av foredling vil være en utvikling vi kan forvente sterkere fremover. Den delen av industrien som skal betjene dette markedet vil ha behov for kapasitet og kompetanse til å drive produkt- og prosessutvikling, og må etablere effektiv teknologi med tilstrekkelig fleksibilitet til å produsere i konkurranse med annen matvareindustri. Økt verdiskapning i fiskeindustrien vil innebære økt foredlingsgrad. Videreforedling nært råstoffkilden er også det som gir lavest CO₂-fotavtrykk.

Fiskeprodukter og sjømat er handelsvarer med svært internasjonalt preg. Det er en bred anerkjennelse av at fisk har en helsemessig gunstig nærings sammensetning. Kunnskap om mange helsemessige aspekter er fortsatt bare på forskningsstadiet og vi kan anta at stadig flere slike tema vil bli fokusert overfor markedene i tiden som kommer. Fiskeindustriens fokus i forhold til helsebringende mat vil kanskje først og fremst dreie seg om tilgang til kunnskap og bruk av markedsmessige budskap om positive effekter på den ene side, og økt matvaresikkerhet og holdbarhet på den andre side. I tillegg vil utvikling av produkter med funksjonelle tilleggsverdier ha stort potensial.

Fisk, og da spesielt ferske fiskeprodukter har begrenset holdbarhet på grunn av den biologiske sammensetning. Lang holdbarhetstid er svært viktig i distribusjons og handelsleddet, og for gi forbrukeren fleksibilitet ved lagring og tilberedning hjemme. Utvikling av metoder av ulik teknologisk karakter for økt holdbarhet på

fiskeprodukter, samtidig som at næringsverdi og smak ivaretas er veldig viktig for fiskeindustrien.

Nye og tidligere ikke særlig anvendte fysiske metoder for økt holdbarhet kan i høyeste grad være relevant for fiskeindustri. Dette kan gjelde høytrykksprosessering, ionisk bestråling, ozonbehandling av produkt/emballasje/omgivelser og det som i rapporten omtales som ”advanced heating technology” (mikrobølge, radiobølge, infrarød stråling og ohmsk varming).

Utvidet bruk av bioteknologi, både i forhold til forlenget holdbarhet, helseaspekter og smak er veldig aktuelt. Dette gjelder behandling direkte i produkt og forbindelse med pakking og emballasje. Her kan nevnes styring av atmosfære i pakning, bakteriocider, bioaktive stoffer og enzymer, ekstrakter og oljer av krydder og urter.

En forutsetning for å realisere nye innovative teknologiske løsninger er at det finnes et marked for teknologien og ikke minst at det eksisterer investorer med risikovillig kapital som er med og bidrar for å realisere ny teknologi. Offentlige aktører som nasjonale og internasjonale finansieringskilder for forskning og utvikling er her også en forutsetning i forhold til dette industriområdet, som har relativt liten finansiell styrke og derfor har en relativt kortsiktig karakter.

Man kan forvente at produksjonsbedriftenes engasjement og eierskap til utvikling av teknologien, vil øke. Også mangfoldet i teknologibedrifter som tar del i teknologiutviklingen blir større etter hvert som produksjonsbedriftenes teknologibehov øker.

Maskiner og teknologi for fremtidens produksjonslinjer skal ivareta fleksibilitet både i forhold til varierende råstoff, produkt og metode, sammen med effektivitet for å sikre konkurransedyktighet og lønnsomhet i marked med internasjonal konkurranse. Europeisk og norsk fiskeindustri må da ha prosesser med ekstremt høy grad av automatisering kombinert med fleksibilitet. I tillegg til en høyere takt på utvikling av spesialiserte maskiner for effektiv produksjon av et større produktmangfold vil det skje en utvikling av spesialiserte sammenstillinger av produksjonsceller og -linjer. Disse vil gjerne være oppbygd med en kombinasjon av standard industrielle komponenter som for eksempel roboter, aktuatorer, sensorer/kamera og softwareplattformer, med spesialiserte løsninger for verktøy, databehandling og styring. Dette skal også kombineres med et mangfoldig utvalg av pakketeknologi og løsninger for bearbeidingslogistikk. Slik spesialisert applikasjonsbygging, basert på i stor grad rimelige standardkomponenter kan bli viktige konkurranselementer i næringsmiddelindustri og da også fiskeindustri fremover.

Teknologien som videre skal utvikles forventes å inneholde følgende type elementer:

Sensorer og datafangst. Dette er små og store sensorer og har som formål å gi relevante data i forhold kvalitetskontroll og styring av prosesser. Sensorer er relevant i forhold til alle aspekter ved produkt og prosess. Mye utvikling innen sensorteknologi gjenstår.

Innen databehandling skjer det en kontinuerlig utvikling. Mulighetene for teknologiindustrien som retter seg mot fisk er store og utfordringene ligger i å ta i bruk verktøyene til relevante applikasjoner. Bruk av datakraft til styring og hukommelse vil gi enorme muligheter både i forhold til kvalitet, sporbarhet og automatisering og mangfold i produksjon. Transparens innen produksjonsprosessen, både gjennom sensorbasert informasjon og logging av parametere og innsatsfaktorer vil være mer og mer relevant i forhold til både sporbarhet og for effektiv styring av prosessene.

Med den samfunnsutviklingen vi ser i dag vil det å gjøre seg tilnærmet uavhengig av manuell arbeidskraft til bearbeidingsprosesser i industriell fiskeproduksjon være en trend. Dette innebærer automatisering som også skal gi høyere presisjon. Slik teknologiutvikling vil innebære det å skape adaptive og lærende automatiserte systemer som er i stand til å korrigere og utvide egen ytelse under drift.

10 Referanser

1. Winther, U., Ziegler, F., E Hognes, E., Emanuelsson, A., Sund, V. and Ellingsen, H., *Carbon footprint and energy use of Norwegian seafood products*. 2009, SINTEF. p. 91.
2. Olaussen, J.O., Utne, I., B., Ellingsen, H., Aanonsen, S. A, *Forprosjekt - Miljøregnskap for fiskeri- og havbruksnæringen*. 2008, SINTEF: Trondheim. p. 54.
3. *NTP Food for life- Norsk strategisk forskningsagenda for næringsmiddelindustrien*. 2010. p. 23.
4. Jakobsen, P.E., *Seefood, winner or loser? 2009-2011*. 2009, Pej-gruppen.
5. Hamann, K., *Emerging technologies in the Food sector vs Investors' interests*. 2008, The institute for Food Studies & Agroindustrial Development IFAU. p. 30.
6. Hoen, T., Kaman, E., Gretarsson, S., *Investor presentation*. 2009, Marel Food Systems.
7. Zink, D.L., *The impact of consumer demands and trends on food processing*. *Emerging Infectious Diseases*, 1997. **3**(4): p. 467-469.
8. Systems, M.F. 2009; Available from: <http://www.marel.com/>.
9. Hansen, B.L., *Du blir vad du äter*. 2007, Copenhagen Institute for Futures Studies
10. Farkas, J. *Future trends in Food Technology; Novel Food and Transgenic Food*. 2000; Available from: <http://worldfoodscience.org/cms/?pid=1001348&printable=1>.
11. Larsen, G. *Hälsa och välbefinande - i flera utgåvor*. 2004; Available from: <http://www.iff.dk/scripts/artikel.asp?id=817&lng=3>.
12. Elvevoll, E.O. *Ingredienser fra Biprodukter i "Functional foods". Verdiskaping av marine biprodukter etter år 2000*. in *Nordisk konferanse: Verdiskaping av marine biprodukter etter år 2000*. 2001. Stjørdal, Norge.
13. Condo, M. *5 healthy food trends worth following*. 2007; Available from: <http://edition.cnn.com/2007/HEALTH/diet.fitness/10/02/cl.trends.to.watch/index.html>.
14. Werner, R., *Global drikke og konsumenttrender*. 2004.
15. Evensen, G. *Økende etterspørsel etter sjømat i EU* 2009; Available from: <http://www.eu-norge.org/Aktuelt/Rapporter/Okende-etterspørsel-etter-sjomat-i-EU/>.
16. Nøkkelhullsmerket, *Nøkkelhullet gjør valget enklere*. 2010, Mattilsynet, Helsedirektoratet.
17. Thomas Ohlsson, S.F. *Industrial needs on future food production*.
18. *Natural & organic*. 2007; Available from: <http://www.unfi.com/organic.aspx?ekmensenl>.
19. Olesen, I., Alfnes, F., Rora, M. B., Kolstad, K., *Eliciting consumers' willingness to pay for organic and welfare-labelled salmon in a non-hypothetical choice experiment*. *Livestock Science*, 2010. **127**(2-3): p. 218-226
20. Trollvik, J. *Oppsummering-hva skjer i 2010? in Torskefisk konferansen 2009*. 2009: Eksportutvalget for fisk.

21. *Marine Harvest selger mer pangasius.* 2009; Available from: <http://www.intrafish.no/norsk/nyheter/article258835.ece>.
22. Meats, D. 2010; Available from: <http://www.dawnmeats.com/>.
23. Velisco. 2009; Available from: www.velisco.de.
24. Wilson, S. *Fresh Picks* 2006.
25. Nøstvold, B.H., *Fangstdata viktigere enn pris*, in *Norsk Sjømat*. 2009, NSL. p. 10-11.
26. Hamann, K., *The European Food Industry-Innovations and Trends*, in *ENFFI*. 2007: Barcelona.
27. Performance, C.L.C. *Our business areas.* 2010; Available from: <http://www.cfs.com/page93.aspx>.
28. Bryhni, E.A. *Mat og trender.* 2010; Available from: <http://www.innovasjon Norge.no/Fylke/Hedmark/Lokale-satsinger/Matsatsing-i-Hedmark/Mat-og-trender/>.
29. Stordahl, J. *Locally grown foods a hot trend nationwide.* 2010; Available from: http://www.agweek.com/event/article/id/50974/publisher_ID/5/
30. West, L. *How Does Eating Locally Grown Food Help the Environment?* 2010; Available from: http://environment.about.com/od/greenlivingdesign/a/locally_grown.htm.
31. Commission, E. *From farm to fork. Safe food for European consumers.* 2004; Available from: <http://ec.europa.eu/publications/booklets/move/46/en.pdf>.
32. *Tracing the origin of food.* 2010; Available from: <http://www.trace.eu.org/jc/spain/index.php>.
33. 2010; Available from: <http://www.ciesnet.com/1-wweare/1.1-history/index.asp>.
34. Feder, D. *2009 Manufacturing Trends Survey: Economy Ahead, Proceed with Caution!* 2009; Available from: <http://www.foodprocessing.com/articles/2009/januarycoverstory.html>.
35. *Nestleprofessional.* 2010; Available from: nestleprofessional.com.
36. WHO, *Food safety and foodborne illness.* 2010.
37. Rhodehamel, E.J.B., S. W. . *Post Processing Pasteurization of Processed Meats.* in *Reciprocal Meat Conference.* 1999.
38. Rainuzzo, J., *Nanotechnology applications in Fisheries and Aquaculture. Global and Norwegian opportunities and challenges.* SINTEF report, 2010: p. 19.
39. FAO, *Facts about food irradiation. Food and Environmental Protection Section.* 1999, Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture
International Atomic Energy Agency: Vienna, Austria. p. 48.
40. Balasubramanian, V.M., *Pulsed Electric Field Processing. Fact sheet for food processors*, in *Food Science and Technology.* 2005. p. 1-3.
41. Pizzichemi, M., *Application of pulsed electric fields to food treatment.* Nuclear Physics B, 2007. **172**: p. 314-316.
42. Brown, H., *Get in for the pathogen kill with cold plasma technology.* Food Production Daily, 2010.
43. Guelph, U.o. *UHT processing.* 2007; Available from: <http://foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/uht.html>.

44. Fennema, O.R., Hui, Y. H, Karel, M., Walstra, P., Whitaker, J. R., ed. *Food Science and Technology*. 2005.
45. Industries, A., *Ozone can help keep meat safe*, in *Meat International* 2009.
46. *Are you ready for nanofood?* 2005; Available from: http://www.primidi.com/Are_You_Ready_For_Nanofood.
47. Vink, R., *Nanotechnology devices help ensure meat safety*, in *Meat International*. 2007.
48. Crowley, L. *EFSA begins assessment on nanotechnology*. 2007; Available from: <http://www.foodnavigator.com/Science-Nutrition/EFSA-begins-assessment-on-nanotechnology>.
49. Schmid, R. *Nanomaterialers anvendelse innen helse, mat og helsekost*. in *Næringsmiddeldagene*. 2010. Ålesund.
50. *Nanotechnology food regulations in place*. 2009; Available from: <http://news.ninemsn.com.au/health/793072/nanotechnology-food-regulations-in-place>.
51. Coma, V., *Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products*. *Meat Science*, 2008. **78**: p. 13.
52. Edmark, D., *Another tool in the fight for food safety*, in *Meat International*. 2004. p. 2.
53. Crown, D. 2009; Available from: <http://www.danishcrown.com>.
54. Chamul, R.S., *Shelf life of meats*. Handbook of meat, poultry and seafood quality, ed. L.M.L. Nollet. 2007: Blackwell publishing.
55. *Gasspakking*. 2009; Available from: <http://www.nofima.no/mat/forskningsomrade/gasspakking>.
56. Coma, V., *Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products*. *Meat Science* 2008. **78**(1-2): p. 90-103.
57. *Trends in barrier technology*. 2003; Available from: <http://www.foodnavigator.com/content/view/print/156505>.
58. Mcintyre, J., *Inhibitory conveyor belts reduce cross-contamination* in *Meat International* 2008.
59. Zheng, C., Sun, D-W., Zheng, L. , *Recent developments and applications of image features for food quality evaluation and inspection - a review*. *Trends in Food Science and Technology*, 2006. **17**: p. 642-655.
60. Wang, W., Paliwal, Jitendra. , *Near-infrared spectroscopy and imaging in food quality and safety*. *Sensors and Instruments*. *Food Qual*, 2007. **1**: p. 193-207.
61. Misimi, E., *Computer vision for quality grading in fish processing*. 2007, NTNU.
62. Nilsen, H., Heia, K. , *VIS/NIR Spectroscopy*. *Fishery Products: Quality, safety and authenticity*, ed. H. Rehbein, Oehlenschlager J. 2009.
63. Heia, K., Wold, J. P. & Afseth, N., *Status på instrumentering for objektiv kvalitetsdifferensiering av lakseprodukter*. 2009, Nofima Rapport p. 15.
64. Eriksson, Å., Persson, W.K., Svennersten-Sjaunja, K., Haugen, J.-E., Lundby, F. og Lind, O, *Detection of mastitic milk using a gas-sensor array system (electronic nose)*. *International Dairy Journal*, 2004. **15**: p. 1193-1201.
65. Haugen, J.-E., Lundby, F., Wold, J.P., Veberg, A., *Detection of rancidity in freeze stored turkey meat using a commercial gas-sensor array system*. *Sensors and Actuators B, Chemical*, 2006. **116**: p. 78-84.

66. Cox, P., *Laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matter of food safety*, O.J.o.t.E. Community, Editor. 2002. p. 24.
67. **Kondo, N.**, *Automation on fruit and vegetable grading system and food traceability. Review*. Trends in Food Science and Technology, 2010. **21**: p. 145-152.
68. Kiritsis, D., ed. *Product Lifecycle management and embedded information devices. Handbook of automation*. 2009, Springer Verlag: Berlin. 749-765.
69. Tingsey, A., *DNA stands for traceability*, in *Meat International* 2004.
70. Fjeld, B. *Nanoteknologi kan løse matvarekrisen*. 2008; Available from: <http://www.forskning.no/artikler/2008/mai/181420>.
71. Ekse, A., *Fangst- og slaktedato på fersk fisk*, in *Norsk Sjømat*. 2009, NSL. p. 45.
72. Seafood, F. *Hva betyr sporbarhet?* ; Available from: <http://www.laksefakta.no/content/view/285/85/>.
73. *Traceability becomes food safety technology trend in EU*. 2003; Available from: http://www.nongmoreport.com/Traceability_food_safety_technology.php.
74. Nachay, K., *Commodities get cool*, in *Food Technology*. 2009. p. 137.
75. *Call for Europe to adopt clearer food labelling* 2009; Available from: <http://www.meatinternational.com/news/packaging/call-for-europe-to-adopt-clearer-food-labelling-id2094.html>.
76. Engø, T. *Den forvirrende økokerkejungelen*. 2009; Available from: <http://www.kystmagasinet.no/en/Den-forvirrende-okokerkejungelen/>.
77. Salbu, B., *Ferds skriver for matvarer*, in *Norsk Sjømat*. 2009, NSL. p. 10-12.
78. Shen W, N.D., *Agent-Based Systems for Intelligent Manufacturing: A State-of-the-Art Survey*. Knowledge and Information Systems, an International Journal 1999. **1**(2): p. 129-156.
79. *HMS Requirements*. 1994; Available from: <http://hms.ifw.uni-hannover.de/>.
80. *Convenience food*. 2010; Available from: http://www.absoluteastronomy.com/topics/Convenience_food.
81. Stürk, T. 2009, Anuga.
82. *Five ways to extend shelf life and enhance presentation of your poultry products*. 2009; Available from: <http://www.cfs.com/page1122.aspx?recordid1122=91>.
83. *Vertical flowpacking offers new solutions*, in *Meat International*. 2006.
84. Otwell, S.W., *Use of filtered smokes and carbon monoxide in fish processing*, in *Modified atmospheric processing and packaging of fish: filtered smokes, carbon monoxid and reduced oxygen packaging*, S.W. Otwell, Kristinsson, H. Balaban, M. O., Editor. 2006, Blackwell Publishing.
85. Jørgensen, K. *Kjøttklister blir tillatt i Norge*. 2010; Available from: <http://www.nrk.no/programmer/tv/fbi/1.6985057>.
86. Brown, T., Corry, J.E.L., James, J.E., *Humidification of chilled fruit and vegetables on retail display using an ultrasonic fogging system with water/air ozonation*. International Journal of Refrigeration 2004. **27**: p. 862-868.
87. Brown, T., Corry, J.E.L., Evans, J.A., *Humidification of unwrapped chilled meat on retail display using an ultrasonic fogging system* Meat Science, 2007. **77** p. 670-677

88. Steinhaus, T. 2009, Anuga.
89. Van Luin Food Group, N. 2009, Anuga.
90. Group, M. 2009, Anuga.
91. Mahalik, N.P., *Processing and packaging automation systems: a review*. Sens. & Instrumen. Food Qual., 2009. **3**: p. 12-25.
92. Ilyukhin, S.V., Haley, T.A., Singh, R.K. , *A survey of automation practices in the food industry*. Food control 2001. **12**: p. 285-296.
93. Connolly, C., *Automated food handling*. Assembly Automation, 2003. **23**(3): p. 249-251.
94. Arnarson, H., Asmundson, M. 1998. . In (eds) pp., *Computer Vision in food handling and sorting*. Handbook of Pattern Recognition and Computer Vision, ed. L.F.P. C.H.Chen, P.S.P. Wang. 1998.
95. *Automating the Supply Chain* 2009; Available from: <http://www.foodprocessing-technology.com/features/feature51418/>.
96. Moje, M., *Hygiene advantages through robots*, in *Fleischwirtschaft International*,. 2009.
97. Spring, J., *Control and automation for sustainability and quality in food manufacturing*. 2007, University of Salford.
98. Tang J. et al 2008. Microwave Sterilization Technology. Fact sheet. Washington State University
99. www.packnews.no