

2006
nr. 61

 **FISK
& HAV**

TIDSSKRIFT FOR DANMARKS
FISKERIUNDERSØGELSER



Prædiktiv mikrobiologi – et vigtigt redskab til forudsigelse og styring af fiskeprodukters holdbarhed og sikkerhed

PAW DALGAARD
(pad@difres.dk)

OLE MEJLHOLM
(ome@difres.dk)

.....
**Danmarks
Fiskeriundersøgelser**
Afdeling for
Fiskeindustriel
Forskning

Prædiktiv mikrobiologi omhandler vækst, drab eller overlevelse af mikroorganismer med betydning for fødevarers kvalitet og sikkerhed. Prædiktiv mikrobiologi fokuserer på kvantitative forhold og matematisk modellering, således at det kan forudsiges, hvordan konservering, lagringstid og hygiejne påvirker mikrobiologiske ændringer. Danmarks Fiskeriundersøgelser har udviklet prædiktive mikrobiologiske modeller og indbygget disse i et brugervenligt software. Denne artikel beskriver med eksempler, hvordan prædiktive mikrobiologiske modeller kan bidrage til at bestemme og forbedre fiskeprodukters holdbarhed og sikkerhed i forbindelse med produktudvikling, produktion og distribution.

.....

Prædiktiv mikrobiologi

Fødevaremikrobiologi beskæftiger sig med fordævelsesbakterier, som påvirker levnedsmidlers holdbarhed og spisekvalitet, samt med de fødevearebårne mikroorganismer og især bakterier, der kan forårsage sygdom hos mennesker. Vækst af disse bakterier til kritisk høje niveauer i fødevarer forhindres normalt med god hygiejne under fremstilling, konservering (f.eks. varmebehandling, køling og emballering) og begrænsning af et produkts deklarerede holdbarhed. Prædiktiv mikrobiologi er det område indenfor fødevaremikrobiologi, som beskæftiger sig med kvantitative studier samt matematisk modellering. Formålet med disse studier og matematiske modeller er at forudsige vækst, drab eller overlevelse af bakterier i fødevarer. Dette er vigtigt og kan bidrage væsentligt til:

- At forudsige levnedsmidlers holdbarhed og sikkerhed. Det kan f.eks. forudsiges, hvordan opbevaringstemperaturen gennem en kølekæde fra fremstilling til forbruger vil påvirke holdbarhed samt evt. vækst af sygdomsfremkaldende bakterier i et ferskt eller letkonserveret fiskeprodukt.
- At forudsige effekten af ændringer i produkttegenskaber og/eller opbevaringsbetingelser. For fersk fisk kan det f.eks. forudsiges, hvordan pakning i en modificeret atmosfære med øget indhold af kuldioxid (CO₂) vil forlænge holdbarheden i forhold til traditionel opbevaring uden emballering. For letkonserverede fiskeprodukter er det bl.a. muligt at forudsige, hvordan en bestemt kombination af konservering kan erstattes med en anden.

Anvendelse af prædiktive mikrobiologiske modeller kan have stor praktisk betydning i forbindelse med:

- (i) Produktudvikling samt tilpasning af eksisterende produkter til forskellige markeder og lovgivningskrav.
- (ii) Kvantitative mikrobiologiske risikovurderinger, hvor det er afgørende at kunne bestemme koncentration af bakterier i et levnedsmiddel på det tidspunkt, hvor produktet bliver spist. Under forarbejdning og distribution kan bakterier i levnedsmidler dræbes eller vokse, og deres antal kan ændres markant, ofte med en faktor på mere end 1 million. Prædiktive mikrobiologiske modeller er derfor nødvendige, når den samlede effekt af forskellige forarbejdnings- og distributionsscenarier skal vurderes.
- (iii) Opsætning af planer for kvalitetssikring baseret på 'Hazard Analyse Critical Control Point' (HACCP), hvor etablering af grænseværdier for kritiske kontrolpunkter (CCP) er vigtigt. Prædiktive mikrobiologiske modeller kan f.eks. anvendes til at bestemme hvilke konserverende parameter, der er krævet for at forhindre vækst af f.eks. en sygdomsfremkaldende bakterie. Modellerne kan også bestemme hvilke kombinationer af flere forskellige konserverende parameter, der giver den samme effekt. Dette er af stor praktisk betydning.
- (iv) Formidling, f.eks. undervisning og rådgivning, hvor især modeller indbygget i brugervenligt computersoftware er særligt velegnede. Prædiktive mikrobiologiske modeller kan f.eks. let, hurtigt og billigt illustrere effekten af forskellige opbevaringsbetingelser og produkttegenskaber for en fødevarers holdbarhed og sikkerhed.

Både internationalt og nationalt har prædiktiv mikrobiologi opnået betydelige fremskridt gennem de seneste år. Der er udviklet matematiske modeller samt databaser med information om mange forskellige typer af bakterier. En betydelig mængde af de prædiktive mikrobiologiske modeller er i dag inkluderet i computersoftware, der gør det forholdsvis let at forudsige vækst eller drab af bestemte bakterier (boks 1). Det skal dog understreges, at modeller ikke kan anvendes til alle typer af fødevarer. Inden en prædiktiv mikrobiologisk model anvendes i praksis, er det derfor yderst vigtigt, at brugeren kontrollerer, om modellen er testet og fundet velegnet til den specifikke fødevarer-type. Brugervenligt computersoftware for prædiktive mikrobiologiske modeller bør indeholde information om test af modellen samt en tydelig angivelse af de enkelte modellers anvendelsesområde mht. produkter, konservering og opbevaringsbetingelser.

PATHOGEN MODELING PROGRAM (PMP)

www.arserrc.gov/mfs/pathogen.htm

PMP er udviklet i USA (USDA-ARS Eastern Regional Research Center, Philadelphia, Pennsylvania). Programmet indeholder 37 modeller for vækst eller drab af 11 forskellige arter af sygdomsfremkaldende bakterier. PMP indeholder ikke information om test af de forskellige modeller med fødevarer. Dette gør det usikkert at anvende modellerne til f.eks. fiskeprodukter.

COMBASE

www.combase.cc

England, USA, Australien samt EU har deltaget i udvikling af ComBase. Systemet indeholder *ComBase Predictor* med modeller for vækst eller drab af 12 forskellige arter af sygdomsfremkaldende bakterier samt fordærvelsesbakterien *Brochothrix thermosphacta*. Information om test af modellerne med forskellige fødevarer er ikke inkluderet i systemet. *ComBase browser* giver dog adgang til ca. 35 000 vækst/drabs-kurver for fødevarerrelaterede bakterier, og en del af disse data stammer fra forsøg med fødevarer.

SEAFOOD SPOILAGE AND SAFETY PREDICTOR (SSSP)

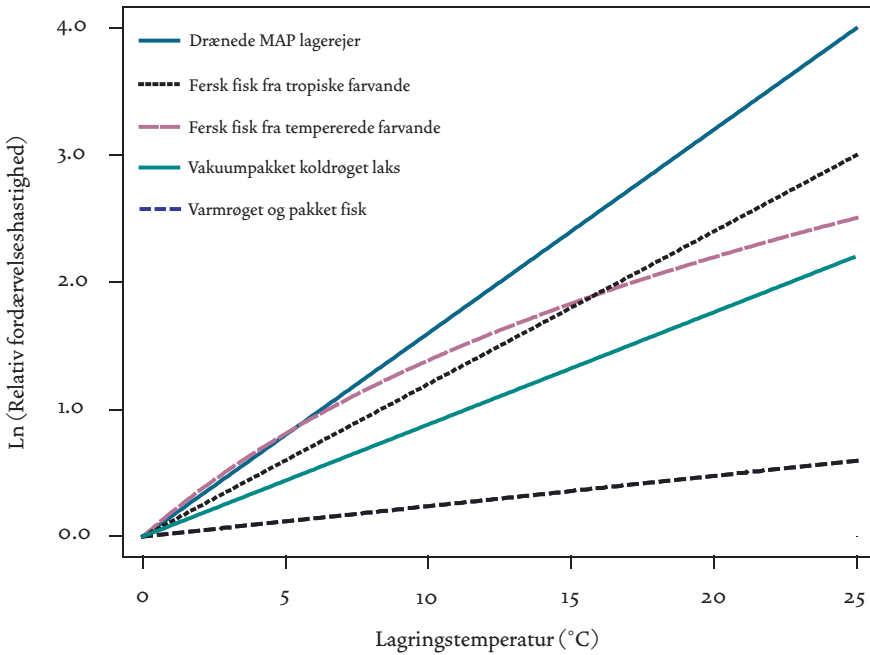
www.difres.dk/micro/sssp/

SSSP er udviklet af Danmarks Fiskeriundersøgelser og indeholder modeller for holdbarhed samt vækst af fordærvelsesbakterier og *Listeria monocytogenes* i fiskeprodukter. Resultater fra test af modellerne med specifikke fiskeprodukter er inkluderet i programmets hjælpemenu, og dette bidrager til at gøre SSSP meget brugervenligt for fiskesektoren. SSSP kan forudsige effekten af varierende opbevaringstemperatur på holdbarheden af forskellige fiskeprodukter.

Modeller til forudsigelse af holdbarhed og sikkerhed

Det er ikke formålet med denne artikel at give en detaljeret beskrivelse af de forskellige matematiske modeller, som anvendes indenfor prædiktiv mikrobiologi. Det skal dog fremhæves, at der findes to markant forskellige typer af modeller:

- Modeller for relativ fordærvelshastighed (RFH, se beskrivelse i afsnit næste side), som anvendes til at forudsige effekten af opbevaringstemperatur på holdbarhed af fiskeprodukter.
- Modeller der beskriver vækst, drab eller overlevelse af specifikke bakterier. Disse kaldes kinetiske modeller.



Figur 1
EFFEKT AF TEMPERATUR PÅ FORDÆRVESHASTIGHED AF FORSKELLIGE FISKEPRODUKTER

Lagringstemperaturens effekt på holdbarhed er stærkt afhængig af produkttype. Forskellige matematiske modeller til forudsigelse af holdbarhed er derfor nødvendige.

Holdbarhed af fiskeprodukter reduceres typisk 10-20 gange når opbevarings-temperaturen hæves fra 0° C til 25° C. Dette forhold er dog meget produktafhængigt og kan være så lavt som ca. 2 gange (for varmrøget og pakket fisk) eller helt op til ca. 50 gange for lagerejer i modificeret atmosfære pakning (MAP) (figur 1). Derfor kræves forskellige holdbarhedsmodeller til forskellige typer af fiskeprodukter.

Ved udvikling af RFH-modeller bestemmes fiskeprodukters holdbarhed vha. et panel af smagsdommere, som fastsætter holdbarhed ud fra ændringer i lugt og smag under opbevaring. Den relative fordærvshastighed (RFH) er defineret som holdbarhed ved en kendt referencetemperatur divideret med holdbarhed ved den aktuelle temperatur. Effekten af lagringstemperatur på RFH kan, for de fleste typer af fiskeprodukter, beskrives med en simpel eksponentielmodel (fi-

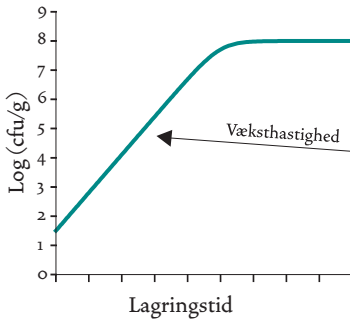
gur 1). I figur 1 ses eksponentielmodeller som rette linier. For fersk fisk fra kolde farvande er en såkaldt kvadratrodsmodel imidlertid bedre egnet til at beskrive effekten af lagringstemperatur. Modellen ses som en linie med en svagt aftagende hældning.

Kinetiske modeller for vækst eller drab af specifikke mikroorganismer har flere fordele, og de kan relativt let udvikles gennem laboratorieforsøg. Der findes mange modeller for både fordævelses- og sygdomsfremkaldende bakterier (boks 1). Når kinetiske modeller anvendes til forudsigelse af holdbarhed, skal det dog altid huskes, at fordævelsesbakterier har et afgrænset fordævelsesdomæne, og en specifik bakterie er derfor kun ansvarlig for fordærv af et levnedsmiddel, når opbevaringsbetingelser og produkttegenskaber ligger indenfor dette område.

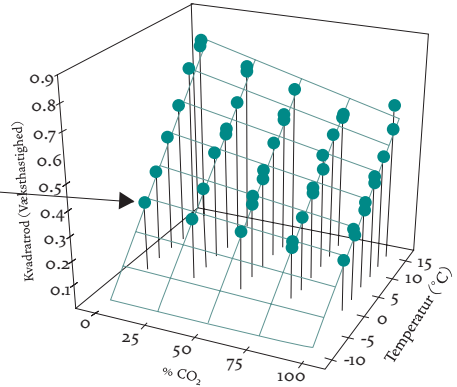
Figur 2
MODELLER

Prædiktive mikrobiologiske modeller udvikles i to trin og indeholder primære og sekundære modeller

A) PRIMÆR MODEL



B) SEKUNDÆR MODEL



Kinetiske modeller udvikles typisk i to separate trin (figur 2). En såkaldt primær model tilpasses vækst- eller drabskurver og centrale kinetiske parametre (nølefase, væksthastighed og maksimal celletæthed) bestemmes (figur 2a). En sekundær model beskriver herefter, hvordan væksthastighed samt evt. nølefase og maksimal celletæthed afhænger af opbevaringsbetingelser f.eks. temperatur og CO₂ samt produkttegenskaber f.eks. pH, salt, og andre konserverende parametre (figur 2b, boks 2).

Figur 2b viser en sekundær kardinalparametermodel med to led for effekten af henholdsvis temperatur og CO₂ på væksthastigheden

af fiskefordærvelsesbakterien *Photobacterium phosphoreum*. Kardinalparametermodeller er populære, relativt simple og indeholder led, med en værdi mellem 0 og 1 for hver af de konserverende parametre, der indgår i modellen. Boks 2 viser de led, der er inkluderet i DFU's seneste model for vækst af den sygdomsfremkaldende bakterie *Listeria monocytogenes* i letkonserverede fiskeprodukter. Det beskrives senere, hvordan denne model kan anvendes til at finde kombinationer af opbevaringsbetingelser og produkttegenskaber, som forhindrer vækst af bakterien i overensstemmelse med den nye EU-lovgivning på området (EC 2073/2005).

Boks 2
EKSEMPEL PÅ EN
KARDINALPARAMETER
MODEL

Modellen beskriver væksthastighed samt grænsen for vækst af *Listeria monocytogenes* i fiskeprodukter afhængig af 8 forskellige konserverende parametre.

Væksthastighed = konstant

- temperatur-led
- vandaktivitets-led
- pH-led
- mælkesyre-led
- nitrit-led
- røgkomponent-led
- CO₂-led
- eddikesyre/diacetat-led
- interaktions-led

Forudsigelse af fiskeprodukters holdbarhed med SSSP programmet

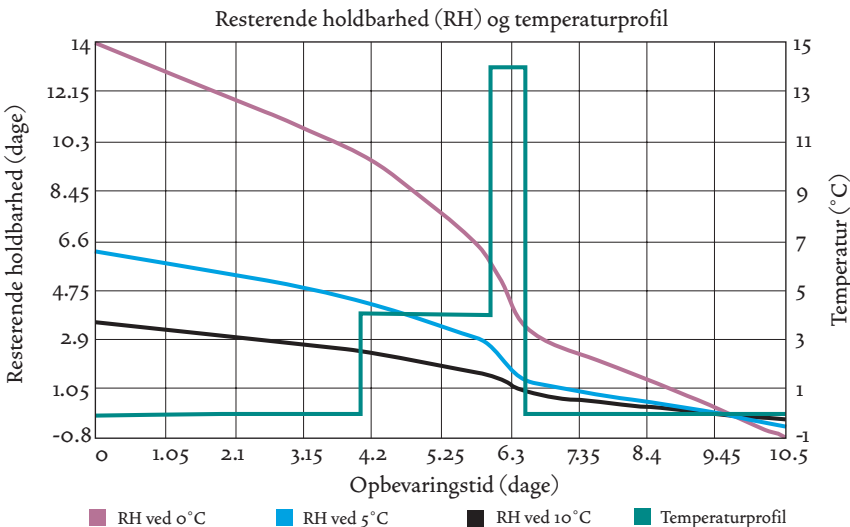
Til forudsigelse af holdbarhed indeholder Seafood Spoilage and Safety Predictor (SSSP) programmet både modeller for relativ fordærvshastighed (RFH) (figur 3) samt kinetiske modeller for specifikke fordærvsorganismer (SFO) (figur 4 og figur 5). Anvendelse af en RFH-model kræver, at holdbarhed for et fiskeprodukt er kendt ved en enkelt konstant opbevaringstemperatur. Ud fra denne information kan SSSP programmet forudsige holdbarhed for:

- Forskellige konstante opbevaringstemperaturer
- Simple temperaturprofiler som består af serier af konstante opbevaringstemperaturer
- Komplekse temperaturprofiler f.eks. indsamlet med dataloggere under køledistribution af et fiskeprodukt

For et ferskt fiskeprodukt med en holdbarhed på 14 dage ved 0° C viser figur 3 effekten af en simpel temperaturprofil (4 dage ved 0° C, 2 dage ved 4° C, 12 timer ved 14° C og 4 dage ved 0° C). SSSP forudsiger den resterende holdbarhed (RH) ved 0° C, 5° C og 10° C. Den røde kurve i figur 3 viser således den resterende holdbarhed ved 0° C, og for en given opbevaringstid angiver denne kurve hvor mange dages holdbarhed, der er tilbage, hvis produktet fra den aktuelle tid og fremefter opbevares ved 0° C. Temperaturprofilen vist i figur 3 svarer til en holdbarhed på 9,7 dage (skæringspunktet for de tre RH-kurver i figur 3). Opbevaring af produktet i 2 dage ved 4° C samt i 12 timer ved 14° C har således nedsat holdbarheden fra 14 dage ved 0° C til 9,7 dage for den viste temperaturprofil. Forudsigelser af denne type kan anvendes i mange situationer og er i særdeleshed relevante, når det skal vurderes, om en kølekæde tillader distribution af

Programmet kan forudsige effekt af temperatur på holdbarhed af:

- | | | |
|---|-------------------------------|--|
| 1. Fersk fisk fra kolde farvande | 3. Koldrøget laks | 5. Levnedsmidler med brugerdefineret temperaturfølsomhed |
| 2. Fersk fisk fra varme/tropiske farvande | 4. Kogte og pillede lagerejer | |

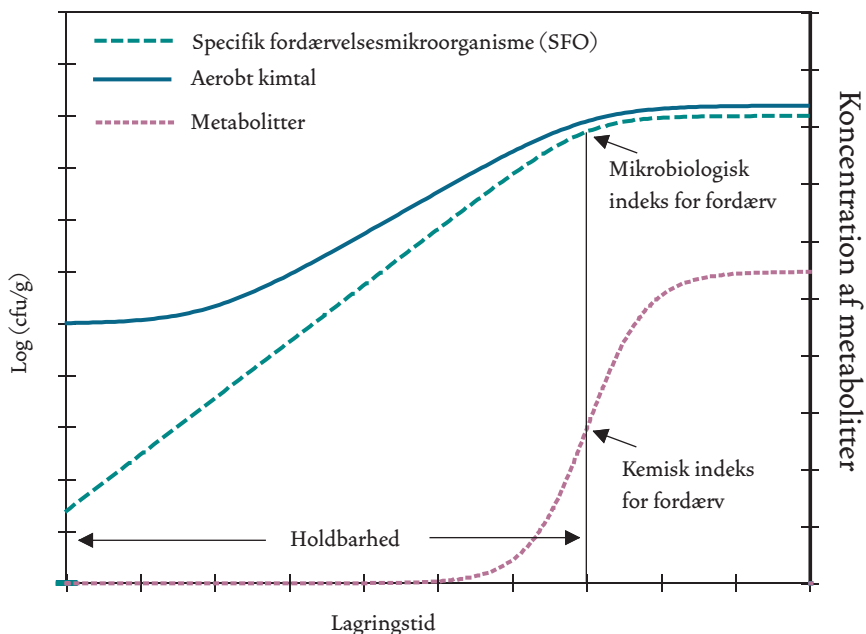


Figur 3
SSSP

SSSP kan forudsige effekten af konstant og varierende lagrings temperatur på holdbarheden af forskellige fiskeprodukter

Figur 4
FORDÆRVELSESORGANISMER

Typisk vækst af specifikke fordærvelsesorganismer (SFO) i fersk fisk



et kendt fiskeprodukt eller om forbedring af kølekæden eller ændring af produktets ønskede holdbarhed evt. er nødvendig.

Det er vist for adskillige fiskeprodukter, at en enkelt art af bakterier er ansvarlige for fordærv. Kendskab til disse såkaldte specifikke fordærvelsesorganismer (SFO) gør det muligt at udvikle og anvende kinetiske vækstmodeller til forudsigelse af holdbarhed (figur 4). For fersk kølet fisk er svovlbrinte producerende *Shewanella*-bakterier typisk ansvarlige for fordærv, mens *Photobacterium phosphoreum* begrænser holdbarheden af ferske marine fisk i modificeret atmosfære pakning (MAP).

SSSP indeholder modeller for vækst af både svovlbrinte producerende *Shewanella*-bakterier og *Photobacterium phosphoreum* (figur 5).

Som et eksempel er det således muligt at forudsige holdbarhed for fersk MAP fisk afhængigt af, de betingelser fisken er opbevaret under (temperatur og CO₂ koncentration i den modificerede atmosfære), samt den hygiejne produktet er produceret under (start niveau af *Photobacterium phosphoreum*). Figur 5 viser en temperaturprofil, hvor opbevaringstemperaturen svinger systematisk mellem ca. 0° C og ca. 10° C. Dette eksempel illustrerer, at SSSP kan anvendes generelt til at forudsige effekten af konkrete temperaturprofiler, således som de f.eks. er målt gennem hele køledistributionskæden vha. temperaturloggere.

SSSP indeholder flere kinetiske holdbarhedsmodeller samt en model for den sygdomsfremkaldende bakterie *Listeria monocytogenes* (figur 5). Programmet indeholder også en generel model med brugerdefinerede parameterverdier. Med denne facilitet

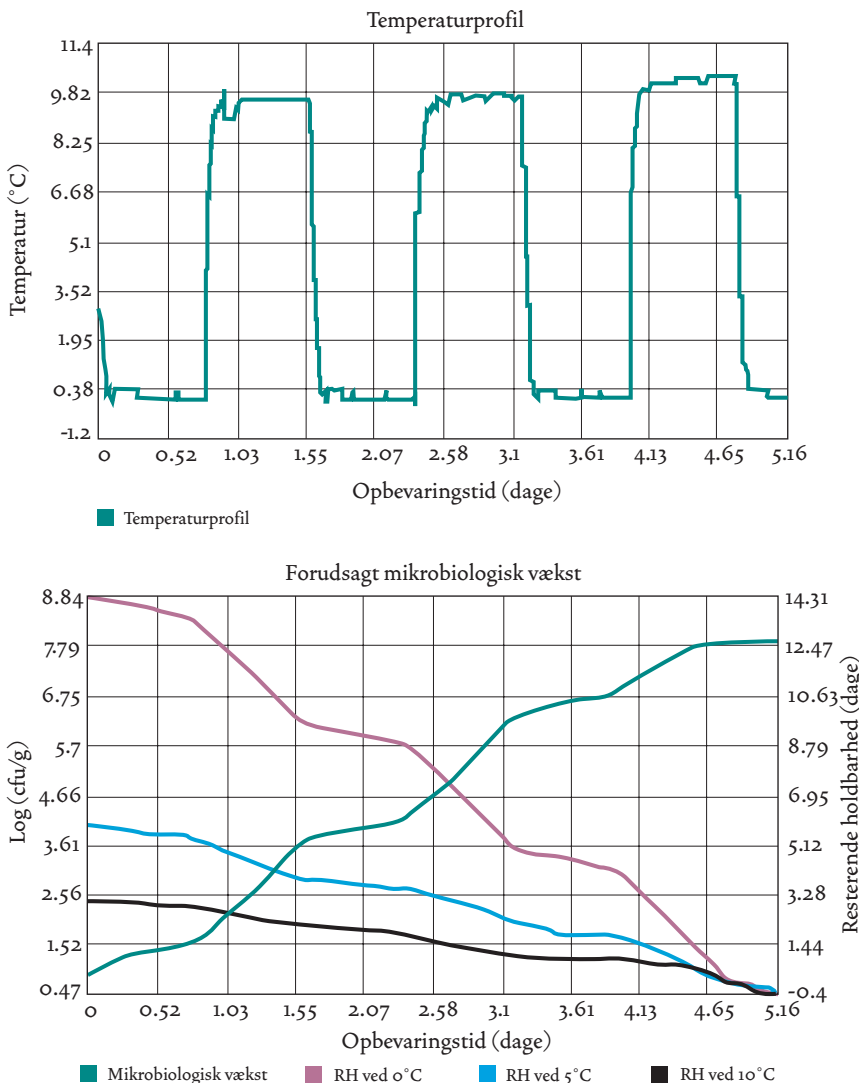
Seafood Spoilage and Safety Predictor (SSSP) kan forudsige effekt af opbevaringsbetingelser og produkttegenskaber på vækst af fordærvelsesbakterier og *Listeria monocytogenes*. SSSP programmet indeholder følgende modeller for vækst af bakterier:

1. *Photobacterium phosphoreum* i fersk torsk, rødspætte og laks i modificeret atmosfære pakning
2. *Shewanella* (svovlbrinte producerende) bakterier i uemballeret fersk fisk
3. Generel model med brugerdefinerede parameterværdier
4. *Listeria monocytogenes* og mælkesyre bakterier i koldrøget laks

Figur 5

TEMPERATUR OG HOLDBARHED

Effekt af varierende temperatur på vækst af *Photobacterium Phosphoreum* og resterende holdbarhed affersk map torsk



kan SSSP sammenligne forudsigelser med to forskellige modeller. Det er således muligt at vise grafer for effekten af (i) forskellige opbevaringsbetingelser (temperatur og CO₂) og/eller produkttegenskaber (vandaktivitet og pH) for en bestemt model eller (ii) sammenligne hvordan ændring af parametrene i en kardinalparameter model påvirker mikrobiologisk vækst og holdbarhed for forskellige lagringsbetingelser og produkttegenskaber.

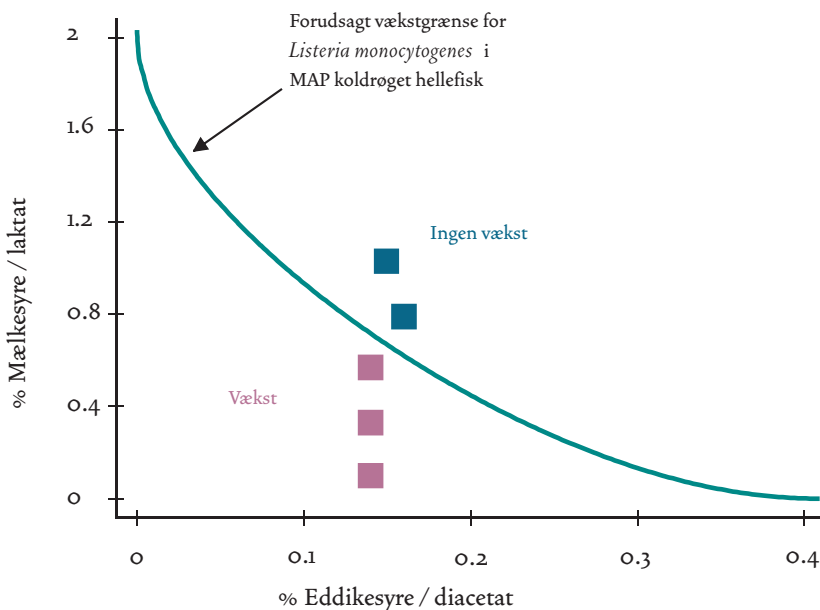
SSSP's omfattende hjælpemenu er en vigtig del af programmet. Hjælpemenuen beskriver opbevaringsbetingelser og produkttegenskaber, hvor de forskellige modeller er testet og kan anvendes. Den giver også referencer og information om andre lignende programmer. Programmets hjælpemenu er så omfattende, at den sammen med SSSP kan anvendes som et kursus i prædiktiv mikrobiologi.

Forudsigelse af fiskeprodukters sikkerhed

Som beskrevet ovenfor kan prædiktive mikrobiologiske modeller for vækst eller drab af sygdomsfremkaldende bakterier bidrage til øget fødevarer sikkerhed. Modellerne kan bl.a. være en hjælp til at identificere kombinationer af opbevaringsbetingelser, konservering og deklareret holdbarhed således, at en sygdomsfremkaldende bakterie ikke kan vokse til et farligt niveau. Både Pathogen Modeling Program og ComBase Predictor (boks 1) indeholder modeller for sygdomsfremkaldende bakterier, som kan være til stede i fiskeprodukter f.eks. *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* og *Staphylococcus aureus*. Der er samlet rigtig meget information i disse programmer, og dette bør fiskesektoren udnytte så meget som muligt. Det skal dog bemærkes, at de modeller, der er inkluderet i disse programmer, ikke normalt er testet mht. anvendelighed for specifikke fiskeprodukter. Ved Danmarks Fiskeriundersøgelser

Figur 6
EKSEMPEL PÅ FORUDSIGELSE

Danmarks Fiskeriundersøgelser
s nye vækstgrænsemodel for
Listeria Monocytogenes



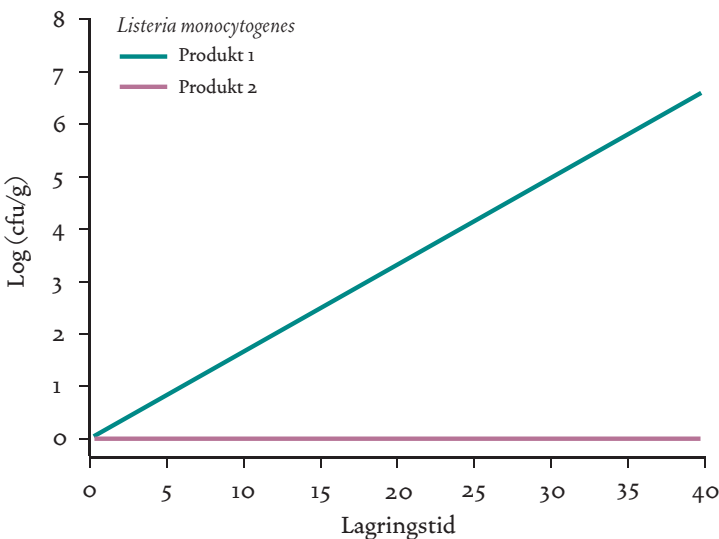
harvi testet *Listeria monocytogenes* modellerne fra PMP og ComBase. For kogte og pillede rejer i modificeret atmosfære pakning var forudsigelserne acceptable, men dette var derimod ikke tilfældet for vakuumpakket koldrøget laks. PMP og ComBase bliver mere anvendelige for fiskesektoren, når resultater fra test af programmerne med fiskeprodukter bliver tilføjet til disse systemer.

Listeria monocytogenes forekommer desværre ofte i spiseklare fiskeprodukter. Omfattende risikovurderinger har dokumenteret, at lave koncentrationer af *Listeria monocytogenes* ikke udgør et problem mht. fødevarer sikkerhed. Det er dog samtidig vist, at vækst af *Listeria monocytogenes* til høje koncentrationer absolut skal undgås i spiseklare fødevarer, som ikke koges, inden de bliver spist. I over-

Produktegenskaber og lagringsbetingelser	Produkt	
	1	2
<i>Listeria monocytogenes</i> (celler per gram)	1	1
Lagringsperiode (dage)	40	40
Temperatur (° C)	5,0	5,0
Salt i vandfase af produkt (%)	4,0	4,0
pH	6,0	6,0
Mælkesyre i vandfase af produkt (mg/l)	8000	8000
Røgkomponenter (phenol, mg/kg)	0,0	0,0
% CO ₂ i headspace gas i ligevægt	0	25
Diacetat i vandfase af produkt (mg/l)	0	1500
Nitrit (mg/kg)	0	0

Figur 7
FORUDSIGELSE AF
VÆKST SAMT VÆKST-
GRÆNSEN FOR *LISTERIA*
MONOCYTOGENES.

.....
Danmarks Fiskeriundersø-
gelsers nye model er i sin
nuværende form indbygget i
et Excel regneark, således at
den kan anvendes i forbindelse
med vores rådgivning og un-
dervisning.



ensstemmelse med denne erkendelse skelner den nye EU-lovgivning (EC 2073/2005) mellem spiseklare fødevarer, som er tilberedt så de forhindrer eller ikke forhindrer vækst af *Listeria monocytogenes*. For den første gruppe af spiseklare produkter tillades op til 100 *Listeria monocytogenes* per gram.

Det er vigtigt at forhindre vækst af *Listeria monocytogenes* i spiseklare fiskeprodukter, og Danmarks Fiskeriundersøgelser har vist, at dette kan opnås ved at tilsætte diacetat (eddikesyre) evt. sammen med mælkesyre (figur 6). Effekten af diacetat og mælkesyre afhænger dog i betydelig grad af opbevaringsbetingelser og andre produktgenskaber. Vi har derfor udviklet en matematisk model, der kan forudsige, hvordan et letkonserveret fiskeprodukt kan sammensættes, således at vækst af *Listeria monocytogenes* effektivt kan forhindres (boks 2, figur 6, figur 7). Denne nye model er en udvidet version af den *Listeria monocytogenes* model, som allerede er indbygget i SSSP programmet (version 2 fra april 2005). Den tidligere *Listeria monocytogenes* model er udvidet med led for effekten af diacetat, CO₂ og for interaktionen mellem alle led i modellen (boks 2). Omfattende test af den nye model har vist, at den er velegnet til flere forskellige letkonserverede fiskeprodukter f.eks. koldrøgede, gravad og marinerede produkter.

Mange produktgenskaber påvirker vækst af *Listeria monocytogenes* i letkonserverede fiskeprodukter. En matematisk model, som beskriver den kombinerede effekt af alle disse parametre, er derfor særdeles velegnet i forbindelse med produktudvikling, kvalitetsstyring og dokumentation. Figur 7 viser et eksempel på forudsigelser opnået med Danmarks Fiskeriundersøgelser nye model. Eksemplet viser, hvordan tilsætning af diacetat (1500 mg/l i vandfasen) samt an-

vendelse af en modificeret atmosfære med 25 % CO₂ (figur 7, produkt 2) vil forhindre vækst af *Listeria monocytogenes* i et saltet produkt, som ellers i udtalt grad tillod vækst af bakterien (figur 7, produkt 1). Den nye model for vækst samt for vækstgrænsen af *Listeria monocytogenes* forventes inkluderet i næste version af SSSP programmet, som forhåbentligt bliver tilgængelig i 2007.

Fremtidens udfordringer

Indenfor de seneste år er der opnået meget betydelige fremskridt indenfor prædiktiv mikrobiologi, og anvendeligheden af de matematiske modeller til forudsigelse af levnedsmidlers holdbarhed og sikkerhed er blevet markant forbedret. Der er dog stadig betydelige udfordringer at tage fat på, så prædiktive modeller i fremtiden kan blive til større gavn for fiskesektoren. Blot nogle få eksempler kan nævnes her:

- Når fiskeprodukter forårsager sygdom hos mennesker skyldes det oftest histaminforgiftning, virus eller *Vibrio* bakterier. For histaminproducerende bakterier og *Vibrio* bakterier er der behov for modeller, der kan forudsige deres vækst i fiskeprodukter. For virus mangler der modeller, som kan forudsige virus' inaktivering afhængig af især temperatur, salt og pH. I alle tre tilfælde er der behov for, at der udvikles brugervenligt computersoftware, så modellerne nemt kan anvendes af fiskesektoren.
- For vækst og overlevelse af *Listeria monocytogenes* er der behov for at udvide den eksisterende vækstgrænse-model (boks 2, figur 7) med en funktion for effekten af benzoesyre, citronsyre og sorbinsyre. En udvidet model, der også er anvendelig for rognprodukter og skaldyr i lage, vil lette produktudvikling betydeligt. Danmarks Fiskeriundersøgelser arbejder pt. med denne udvidelse.

- Vedr. forudsigelse af holdbarhed er der behov for nye modeller samt forbedring af flere af de eksisterende. F.eks. mangler der kinetiske modeller, som kan forudsige vækst af mælkesyrebakterier og holdbarhed af flere letkonserverede fiskeprodukter.
- For de fiskeprodukter, hvor fordærv ikke skyldes mikrobiologisk aktivitet, er behovet for nye prædiktive modeller også meget udtalt. Bl.a. savnes der modeller for holdbarhed af frosne fiskevarer, som kan forudsige effekten af variationer i opbevaringstemperatur på frostvarer.

Brian J. Cowan takkes for en betydelig indsats i forbindelse med programmering af SSSP- programmet.

LITTERATUR

Dalgaard, P. 2002. *Modelling and predicting the shelf-life of seafood. Chapter 12 in Safety and Quality Issues in Fish Processing*. Brenner, H.A. (ed). Woodhead Publishing Ltd. pp.191-219.

McMeekin, T.A., J. Baranyi, J. Bowman, P. Dalgaard, M. Kirk, T. Ross, S. Schmid, M.H. Zwietering 2006. *Information systems in food safety management. Int. J. Food Microbiol.* 112, 181-194.

Mejlholm, O. and P. Dalgaard 2006. *Modelling and predicting the growth boundary of Listeria monocytogenes in lightly preserved seafood. J. Food Prot.* (In press).

Mejlholm, O, P Dalgaard, L. D. Schönemann-Paul, N. Bøknæs 2006. *Listeria monocytogenes - forudsigelse af letkonserverede fiskeprodukters sikkerhed. Plus Proces* 5, 8-10.

Ross, T. and P. Dalgaard 2004. *Secondary models. In: Modeling Microbial Responses in Foods. McKellar, R.C. and Lu, X. (eds). CRC Press, Boca Raton, USA, pp. 63-150.*
