



## Lysende bakterier - forekomst og betydning i fiskeprodukter

Dalgaard, Paw

*Published in:*  
Fisk og hav

*Publication date:*  
2003

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Dalgaard, P. (2003). Lysende bakterier - forekomst og betydning i fiskeprodukter. *Fisk og hav*, (56), 48-54.

---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# Lysende bakterier – forekomst og betydning i fiskeprodukter

PAW DALGAARD  
(pad@dfu.min.dk)

.....  
**Danmarks**  
**Fiskeriundersøgelser,**  
Afdeling for  
Fiskeindustriell Forskning

Lysende bakterier er fascinerende og samtidig af væsentlig praktisk betydning ved produktion, forarbejdning og distribution af fisk og skaldyr. *Photobacterium phosphoreum* er en lysende bakterie med stor betydning for fordærv af fiskeprodukter, især produkter pakket i vakuum eller modificeret atmosfære. Lysende bakterier danner histamin samt tyramin, og dette kan gøre nogle fiskeprodukter sundhedsmæssigt uacceptable. Denne artikel giver en kort oversigt over lysende bakterier og forklarer hvorfor lysende fiskeprodukter bør kasseres.

.....

## Hvilke bakterier lyser og hvor findes de oftest?

Alle lysende bakterier indeholder et luciferase-enzym svarende til det der bl.a. findes hos ildfluer. Når disse bakterier har adgang til ilt, næringsstoffer og passende betingelser mht. temperatur, salt, pH og tryk, udsender de et blåligt lys (Se Fig. 1 og Fig. 2). Lysende bakterier findes oftest, men ikke udelukkende, i det marine miljø.

Der er mange typer af lysende organismer i havet f.eks. fisk, blæksprutter og krebsdyr (lifesci.ucsb.edu/~biolum/). Enkelte af disse har udviklet særlige lys-organer, hvor lysende bakterier lever i symbiose, dvs. til gensidig fordel, med værtsorganismen. Værten kan anvende lys produceret af bakterierne til f.eks. at finde føde i dybhavet eller som camouflering. I havet kan blå lys udsendt fra en fisks underside virke camouflerende, da fisken, set nedfra, får samme farve som havoverfladen og dermed ikke kan ses som en sort silhuet. Det er dog kun en beskedent del af havets lysende bakterier der indgår i symbiose i lys-organer.

Bakterierne kan også inficere f.eks. rejer, insekter og larver, som bliver lysende inden de dør. Den største mængde af lysende marine bakterier findes formentligt i mave/tarm-systemet hos fisk, skaldyr og blæksprutter, hvor 1-100 millioner lysende bakterier pr. gram ofte observeres. Disse tarmbakterier udskilles i havvandet, men her er koncentrationen af lysende bakterier generelt mindre end 10 celler per milliliter. Lysende bakterier findes som en naturlig del af den mikroflora der deltager i forrådnelse af fisk og skaldyr i havet.

Den klassiske metode til isolering af lysende bakterier viser at de er meget almindelige i havet: Et stykke af fisk eller blæksprutte dækkes halvt med havvand, placeres ved ca. 15°C og efter 1-3 dage kan kolonier af bakterier, i et mørk rum, ses som små lysende prikker på kødets overflade.

Der findes mindst 13 arter af lysende bakterier (Tabel 1). Alle arter indeholder både lysende og ikke lysende varianter, som vist i Figur 1 for *Photobacterium phosphoreum*. For *Vibrio*

## KUNSTIGT LYS FRA BLITZ

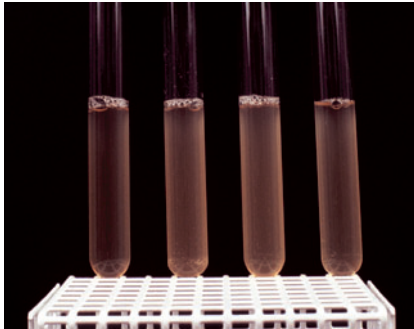
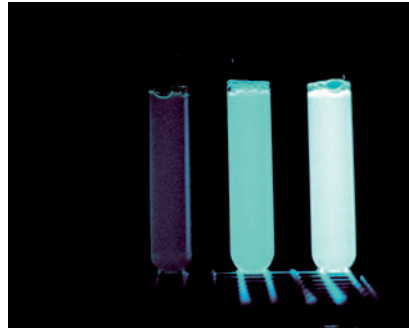


FOTO: ERIK LUND

## NATURLIGT LYS PRODUCERET AF BAKTERIERNE



Figur 1  
*Photobacterium phosphoreum*

.....  
Fire reagensglas med kulturer af *Photobacterium phosphoreum*. Kulturen til venstre lyser ikke, mens de tre øvrige udsender meget forskellige mængder af lys. Alle fire bakterier er dyrket i det samme substrat ved 15°C i ca. 20 timer.

*cholerae*, *Vibrio vulnificus* og *Vibrio salmonicida* er det kun enkelte stammer eller særlige vækstbetingelser der tillader bakterierne at lyse.

Bakteriernes evne til at vokse ved forskellige temperatur og saltforhold forklarer i høj grad, hvor de forekommer.

Blandt de saltkrævende marine arter vokser *Photobacterium phosphoreum* og *Vibrio logei* ved lav temperatur, *Photobacterium leiognathi* og *Vibrio fischeri* foretrækker lidt mere varme, mens *Vibrio harveyi* er til tropiske forhold (Tabel 1). *Photobacterium luminescens* vokser uden salt og findes på landjorden.

	VÆKST VED:			
	0-4°C	35-37°C	0 % NaCl	6 % NaCl
<b>Udbredte arter</b>				
<i>Photobacterium leiognathi</i>	-	(+)	-	+
<i>Photobacterium phosphoreum</i>	+	-	-	+/-
<i>Photobacterium luminescens</i>	?	(+)	+	?
<i>Vibrio fischeri</i>	-	(+)	-	(+)
<i>Vibrio logei</i>	+	-	-	-
<i>Vibrio harveyi</i>	-	+	-	+
<i>Vibrio orientalis</i>	+	+	-	+
<i>Vibrio splendidus</i> biotype 1	+/-	+/-	-	+
<b>Mindre udbredte arter</b>				
<i>Shewanella hanedai</i>	+	-	-	-
<i>Shewanella woodyi</i>	+	-	-	-
<i>Vibrio cholerae</i>	-	+	+	(-)
<i>Vibrio salmonicida</i>	+	-	-	-
<i>Vibrio vulnificus</i>	-	+	-	+

Tabel 1  
ARTER AF LYSENDE BAKTERIER

Figur 2  
SILDEFILET OG REJER

.....  
Tilsat *Photobacterium phosphoreum* og opbevaret ved 5°C i 3 dage.

KUNSTIGT LYS FRA BLITZ



NATURLIGT LYS PRODUCERET AF BAKTERIERNE

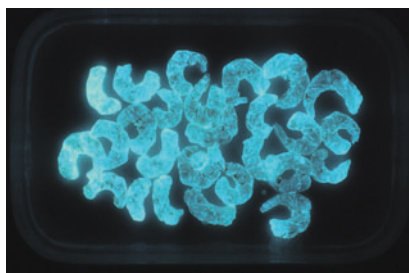
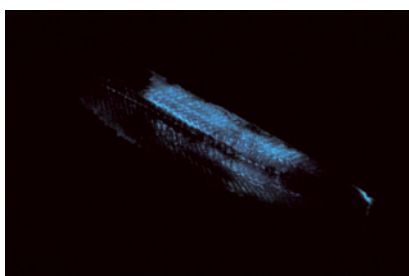


FOTO: ERIK LUND

### Lysende fiskeprodukter

Fisk, skaldyr og kød fra forskellige dyr – også lig af mennesker – kan under opbevaring udsende lys der skyldes vækst af bakterier. Lys produceret af bakterier i fiskeprodukter er dog svagt og ses kun tydeligt når kunstigt lys er slukket (Se Fig. 1 og Fig. 2). Nutidens brug af køleskabe med elektrisk lys er formentlig en årsag til at lysende fiskeprodukter ikke observeres oftere end det er tilfældet. Historier om lysende fiskeprodukter finder dog med mellemrum vej til avisernes overskrifter. Ikke desto mindre er bakteriernes effekt på fiskeprodukters spisekvalitet og sundhedsmæs-

sige sikkerhed ikke tilstrækkeligt undersøgt. En af de undersøgelser der er udført, blev foretaget af den amerikanske udgave af Fødevare-direktoratet, Food and Drug Administration (FDA), som i perioden fra 1989 til 1998 registrerede og undersøgte 23 lysende fiskeprodukter. Hovedparten af produkterne var rejer eller efterligninger af krabbe/hummer kød. Kun enkelte lysende fisk bl.a. sild og laks blev observeret. De lysende bakterier isoleret fra produkterne var *Photobacterium phosphoreum* og *Vibrio logei* ([vm.cfsan.fda.gov/~ear/sea-glow.html](http://vm.cfsan.fda.gov/~ear/sea-glow.html)), der begge kan vokse ved lav temperatur (Tabel 1).

Det ses tydeligt af Figur 2 at *Photobacterium phosphoreum* udsender mere lys fra rejer end fra en fersk sild. Forklaringen er primært at rejer efter kogning og pilning tilsættes ca. 1,5% salt, og dette stimulerer *Photobacterium phosphoreum* og andre marine bakterier til at udsende mere lys.

Undersøgelser af sild og makrel fra Skotland samt af forskellige fisk fra Middelhavet har vist at lys produceret af bakterier ved 5°C og derover kan måles og evt. anvendes som indikator for forringelse af produkternes spisekvalitet. Men til fiskeprodukter lagret under 5°C er metoden ikke anvendelig, og den anvendes ikke til praktisk kvalitetskontrol.

#### **Lysende bakterier – betydning for fiskeprodukters spisekvalitet og sikkerhed**

Måling af det totale antal af lysende bakterier i fiskeprodukter kan ikke anvendes hverken til at fastsætte eller til at forudsige fiskeprodukternes holdbarhed. Trods dette er arter af lysende bakterier af væsentlig betydning for fiskeprodukters kvalitet

Som andre lysende bakterier kan *Photobacterium phosphoreum* miste evnen til at lyse. Årsagen kendes ikke præcist, og det er uklart om bakterien – under særlige forhold – igen kan blive lysende. Både lysende og ikke-lysende isolater af *Photobacterium phosphoreum* omdanner imidlertid fiskeprodukters indhold af trimethylaminoxid (TMAO) til trimethylamin (TMA), som giver den ubehagelige lugt man forbinder med fordærvet fisk.

Omdannelse af TMAO til TMA tillader bakterier at danne energi og vokse under

anaerobe forhold f.eks. i fisk pakket med vakuum eller modificeret atmosfære-pakning (MAP) uden ilt. *Photobacterium leio-gnathi*, *Vibrio harveyi* og *Vibrio fischeri* kan også omdanne TMAO til TMA, og evnen findes formentlig hos alle lysende bakterier fra det marine miljø. *Vibrio logei* er fundet i høje niveauer i lysende rejer samt i fersk MAP-fisk, og dens omdannelse af TMAO og betydning for spisekvalitet af fisk bør undersøges nærmere.

I 1970'erne viste undersøgelser udført i Holland at *Photobacterium phosphoreum* er vigtig for fordærv af torsk og sej. Bakterien producerer TMA i produkterne, og det blev vist at under 50 % af *Photobacterium phosphoreum*-isolaterne var lysende. Det skal her nævnes at andre undersøgelser – i modsætning til studierne udført i Holland – har fundet at *Shewanella putrefaciens* og *Pseudomonas*-arter er ansvarlige for fordærv af kølet, ikke-emballeret fersk fisk.

I 1990'erne viste vi på Afd. for Fiskeindustriell Forskning at *Photobacterium phosphoreum* har langt større betydning for fordærv af emballeret fisk pakket med vakuum eller MAP end uemballeret fisk. Fersk MAP-fisk er i mellemtiden blevet populært og kan i dag købes i de fleste supermarkeder. Med denne emballering anvendes en atmosfære med kuldioxid til at hæmme vækst af bakterier i fiskeprodukterne.

Sammenlignet med fersk MAP-kød er holdbarheden MAP-fisk imidlertid kort. Dette skyldes at lysende og ikke-lysende varianter af *Photobacterium phosphoreum* er ansvarlig for fordærv af bl.a. torsk, laks, rejer, rødspætter og rødfisk, som er lagret i modificeret atmosfære med kuldioxid.

*Photobacterium phosphoreum* er usædvanligt resistent overfor kuldioxid og vokser derfor hurtigere end andre bakterier i fersk MAP fisk. På Afd. for Fiskeindustriell Forskning har vi udviklet matematiske modeller for effekten af kuldioxid og temperatur på vækst af denne lysende fordærvelsesbakterie. Modellerne er indbygget i et brugervenligt computerprogram således at holdbarhed for fersk MAP-torsk let kan forudsiges ([www.dfu.min.dk/micro/ssp/](http://www.dfu.min.dk/micro/ssp/)).

Lysende bakterier forringer fiskeprodukters kvalitet, men heldigvis påvirkes spisekvalitet i højere grad end produkternes sundhedsmæssige sikkerhed. Der findes lysende isolater af de to sygdomsfremkaldende bakterier *Vibrio cholerae* og *Vibrio vulnificus* (Tabel 1). Lysende *Vibrio cholerae* er dog ikke vist at forårsage sygdom hos mennesker, og lysende *Vibrio vulnificus* er ikke påvist i fiskeprodukter.

De lysende bakteriers betydning for fiskeprodukters sundhedsmæssige sikkerhed er forbundet med bakteriernes dannelse af forskellige såkaldte biogene aminer, bl.a. histamin og tyramin. Indtag af fisk med et højt indhold af histamin kan medføre sygdom med allergilignende symptomer. For tyramin kan indtag af selv små mængder medføre tyramin-migræne hos folk der er følsomme over for dette stof ([www.migraeniker.dk](http://www.migraeniker.dk)).

Lovgivningen i EU angiver niveauer af histamin over 100-200 mg pr. kg fisk og fiskeprodukter som uacceptable. I forsøg udført både i Japan og i Europa dannede *Photobacterium phosphoreum* langt højere niveauer af histamin i bl.a. let saltede sild, makrel og sardiner. Uacceptable niveauer af histamin og tyramin dannes ikke i alle typer af fiskeprodukter. På Afd.

for Fiskeindustriell Forskning arbejder vi derfor med identifikation af de faktorer der påvirker vækst og aktivitet af lysende bakterier.

Ud fra ovenstående kan det konkluderes at man bør kassere lysende fiskeprodukter. Hvis produkterne ikke allerede smager og lugter ubehageligt, vil de snart komme til det. Yderligere er der risiko for at lysende fiskeprodukter forårsager sygdom på grund af et højt indhold af histamin og tyramin.

#### **Anden betydning og anvendelse af lysende bakterier**

Ved akvakulturproduktion af tropiske rejer har den lysende bakterie *Vibrio harveyi* forårsaget infektion og stærkt reduceret overlevelse af bl.a. tigerrejer. Denne infektion kaldes lysende vibriose fordi vibrio-bakterien får rejerne til at lyse inden de dør. Infektionen har ført til meget store økonomiske tab gennem de seneste ca. 10 år. Infektionen kan undgås når niveauet af *Vibrio harveyi* er under ca. 100/ml i de damme hvor rejerne vokser.

Det er således vigtigt at begrænse vækst af *Vibrio harveyi*, men anvendelse af antibiotika er ikke optimalt da bakterien kan udvikle resistens. Mange andre metoder har været undersøgt. Der er bl.a. opnået lovende resultater ved brug af bakterier der hæmmer *Vibrio harveyi* (probiotika), vacciner og såkaldte bakteriofager :

([www.ctu.edu.vn/colleges/aquaculture/probiotics/crustacean.htm](http://www.ctu.edu.vn/colleges/aquaculture/probiotics/crustacean.htm), [www.aquafed.com/sison1.html](http://www.aquafed.com/sison1.html), [www.tropicalbiomarine.com/TBMS\\_Product\\_LUMI-NILMBL.html](http://www.tropicalbiomarine.com/TBMS_Product_LUMI-NILMBL.html)).

## KUNSTIGT ELEKTRISK LYS



FOTO: ERIK LUND

## LYS PRODUCERET AF BAKTERIEN



Mange lysende bakterier nedbryder kitin, men betydningen af dette er ikke kendt i detaljer. Det må dog formodes at de meget høje koncentrationer af lysende bakterier der findes i mave/tarm-systemet hos fisk, har en positiv betydning for fordøjelsen hos f.eks. torsk, der spiser betydelige mængder kitinholdige skaldyr.

Problemet med lysende vibriose i akvakultur-produktion er langt fra løst, og øget viden om vækst og metabolisme hos *Vibrio harveyi* vil ganske givet forbedre mulighederne for at finde brugbare løsninger.

Det er relativt let at måle det lys bakterier producerer, og dette kan anvendes på flere måder. Særlige stammer af *Vibrio fischeri*, og i mindre grad andre lysende bakterier, anvendes til at vurdere den giftige effekt af forskellige stoffer. Til dette formål er der bl.a. udviklet Microtox-systemer til at teste giftighed af rene kemiske forbindelser eller prøver af vand, jord og sedimenter. Gennem denne brug af lysende bakterier kan anvendelse af forsøgsdyr til test af giftige forbindelser reduceres (se f.eks. [www.azurenv.com/mttox.htm](http://www.azurenv.com/mttox.htm)).

De Lux-gener der tillader bakterier at producere lys, kan i dag overføres til

bakterier der ikke naturligt er lysende. Denne Lux-gen-manipulering tillader f.eks. at en bakterie begynder at udsende lys når den vokser, eller samtidig med produktion af et bestemt molekyle, f.eks. et giftstof produceret af bakterien. Udsendelsen af lys gør det således let at undersøge hvilke forhold der påvirker mikrobiologisk vækst og forskellige former for aktivitet. Lux-gen-teknologi har mange potentielle anvendelser og vil formentlig i stigende grad blive anvendt i forbindelse med undersøgelser af bakteriers påvisning, overlevelse, beskadigelse og stress.

Ved Afd. for Fiskeindustriell Forskning fortsætter vi arbejdet med at undersøge forekomst og betydning af lysende bakterier i fisk og fiskeprodukter. I nærmeste fremtid vil vi arbejde med at forudsige vækst og aktivitet, især dannelsen af histamin og tyramin, afhængig af fiske-

## Boks 1

LYSENDE BAKTERIER  
NEDBRYDER KITIN

.....  
En lysende og to ikke-lysende stammer af *Photobacterium phosphoreum* udstreget på substrat der indeholder kitin. De klare zoner omkring to af bakteriekolonierne viser at kitin er blevet nedbrudt.

produkters egenskaber og lagringsbetin-  
gelser. Det er formålet med dette arbejde  
at opnå viden og udvikle metoder der

kan anvendes til at sikre fiskeprodukters  
spise- og sundhedsmæssige kvalitet.

---

Til påvisning af lysende bakterier i fiskeprodukter skal man undgå brug af sub-  
strater uden salt samt undgå anvendelse af dybdekimal, hvor *Photobacterium phos-*  
*phoreum* og *Vibrio logei* dræbes ved overhældning med ca. 45°C varm agar.

Afd. for Fiskeindustriel Forskning har opnået gode resultater med overfladekim-  
tal på Long og Hammers agar med 1% NaCl. Mediet inkuberes ved 15°C, og  
lysende kolonier tællers efter 4 dage. Det totale antal af kolonier kan tælles efter  
efter 5-7 dage. For ferske dybhavsrejer, fersk MAP fisk, koldrøget laks og østers er  
det vist at overfladekimtal på Long & Hammers agar kan være 100-1000 gange  
højere end de koncentrationer der opnås med dybdekimal.

Der er endnu ikke udviklet mikrobiologiske metoder til specifik påvisning af alle  
arter af lysende bakterier. For *Photobacterium phosphoreum* har vi på Afd. for  
Fiskeindustriel Forskning udviklet en metode til samlet kvantitativ påvisning af  
lysende og ikke-lysende varianter. Metoden er baseret på måling af den ændring i  
ledningsevne der sker når bakterien omdanner TMAO til TMA. Til kvalitetsvur-  
dering af f.eks. fersk MAP fisk er denne metode langt mere anvendelig end det  
totale antal af lysende bakterier.

Til påvisning af *Vibrio harveyi* er der i Australien udviklet en metode baseret på  
overfladekimtal. Grundet omdannelse af cellobiose og ornithin ses bakterien som  
grønne kolonier på den såkaldte *Vibrio-harveyi*-agar. Mediet er egnet til at under-  
søge forekomst af *Vibrio harveyi* i forbindelse med lysende vibriose ved akvakul-  
tur-produktion af rejer.

---

#### LITTERATUR

Hjemmesiden [www.dfu.min.dk/micro/pd.htm](http://www.dfu.min.dk/micro/pd.htm)

Dalgaard, P. (2000) *Fresh and lightly preserved seafood. I: C.M.D. Man, & A. A. Jones (red.)  
Shelf-Life Evaluation of Foods* s. 110-139. London: Aspen Publishers, Inc.

Harvey, E. N. (1952) *Bioluminescence*. New York: Academic Press.

Nealson, K. H. & J.W. Hastings (1992) *The luminous bacteria. I: A. Balows, H.G. Trüper, M.  
Dworkin, W. Harder & K. Schleifer (red.) The Prokaryotes* s. 625-639. New York: Springer-Verlag.

Tina Rathjen og Erik Lund takkes for en betydelig indsats ved fremstilling af billeder af  
lysende fisk og bakterier.

---