

Ovurstórur fiskadeyði í alibrúki á Tjaldavík orsakaður av einum Gonyaulax excavata algublóma

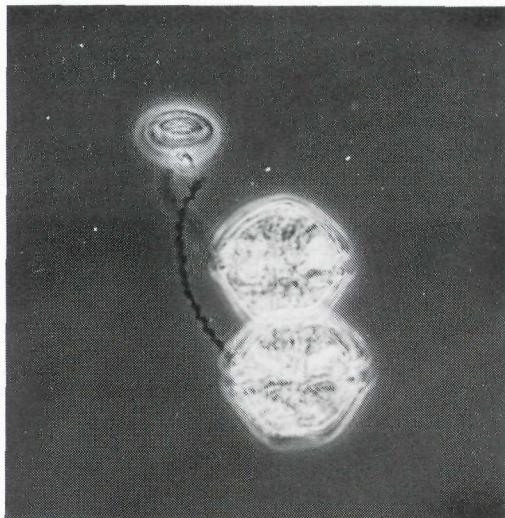
Áki Mortensen

Samandráttur

Tann 10. juli 1984 gjørdist allur Trongisvágsfjørður umframt Tjaldavík og Øravík reyðbrúnur á liti, og um sama mundið kom hervilig sjúka í alibrúkið á Tjaldavík. Tríggjar dagar seinni var samanlagda fellið av ælabogasílum (*Salmo gairdneri*) og laksi (*Salmo salar*) 77% ella 27 tons av eini fiskanøgd upp á til samans 35 tons. Orsøkin til hetta ógvisliga fellið var tann eitrandi algan *Gonyaulax excavata s. Alexandrium excavatum*. Henda algan er annars illa gitin fyri at gera krækling (*Mytilus edulis*) og annan skeljafisk eitrandi (PSP). Kræklingur tикиn frá eini kræklingaalistøð inni á Trongisvágsfirði 14 dagar aftan á algublóman hevði í sær 9.000 mísaeindir av eiturevni (PSP) fyri hvørji 100 gramm av kræklingavevnaði (hetta svarar til $1620 \mu\text{g}$ saxitoxin/ 100 g kræklingavevnað). Alt bendir á, at eiturnøgdin var nóg storrí í blómanum 14 dagar frammanundan. Fýra fólk vórðu eitrað, eitt illa, av at eta krækling úr Trongisvágsfirði í nevnda tíðarskeiði.

Abstract

On the 10th of July 1984 the fjord of Trongisvágur including Tjaldavík cove became brownish-red in colour at the same time that mortalities among rainbow trout and salmon on a fish-farm in the cove were observed. Three days later the overall mortality rate was 77% (27 of 35 metric tons). The cause of these heavy mortalities turned out to be the toxic dinoflagellate *Gonyaulax excavata*. Since *G. excavata* is best known as a cause of PSP in mussels, shellfish from a musselbed just inside the cove were analyzed for PSP and shown to contain 9,000 mouse units PSP per 100 grams of tissue 14 days after the red tide. Presumably toxin levels were much higher in earlier stages of the bloom. Furthermore, four cases of PSP following consumption of mussels from the fjord were diagnosed retrospectively in the village of Trongisvágur (2,500 inhabitants).

**Mynd 1:**

Tvær *G. excavata* kyknur úr Trongisvágsfirði.
Fasukontrast uml. 600 × stöddarøking.

kvæm (2,5). Royndarstovuúrslit vísa, at tær svimjandi *G. excavata*-kyknurnar kunnu eisini gera eitt annað slag av grókornum (*temporary cysts*). Hetta hendir av umhvørvisstrongd sum t.d. lágum hita. Algukyknurnar nærast ókynjað, við tað at hvør kykna býtir seg í tvær smærri kyknur, sum arvfrøðiliga eru fullkomiliga líkar upprunakyknuni. Henda ókynjaða nöring fer fram eina ferð 12. hvønn tíma í bestu líkindum og upp í eina ferð 5. hvønn dag ella enn seinni í versnandi líkindum (14).

Sjúkusøga (anamnesis)

Týsdagin 10. juli kom knappliga stórt felli í alibrúkið á Tjaldavík, samstundis sum állur Trongisvágsfjörður varð reyðbrúnur á lit. Fiskurin gekk heilt uppi í vatnskorpuni at kalla í ørviti.

Inngangur

Gonyaulax excavata s. Alexandrium excavatum er ein foyrualga (hoyrir til plantubólkin *Dinoflagellata*). Foyrualgurnar eru ein týdningarmikil partur av plantuætinum í sjónum. Tær eru einkyknuverur, 40-50 μm í tvörmát ($1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$), sum – aftur at tí, at tær eru algur – hava tað eyðkenni, at tær kunnu svimja við tveimum sveiptráðum (*flagella*). Harafturat eru nakrar foyru-algur, eitt nú *G. excavata*, sum gera serlig hvíldargrókorn (*cystes*) (sí mynd 2). Grókornini hava ongar sveipträðir og sökka tískil og leggjast á botnin. Grókornini eru før fyri at spíra til vanligar foyrualgur, eftir at tey hava ligið í minsta lagi 4 mánaðir á botni (vanliga er hetta um veturin), men tey kunnu liggja heilt upp í 6 ár og kanska longur á botni og kortini vera

**Mynd 2:**

Grókorn av *G. excavata* úr Trongisvágsfirði.
Interferens-fasukontrast uml. 800 × stöddarøking.

Seinni fingnar upplýsingar sögdu frá hundraðtals deyðum sandflundrum inni á Trongisvágssandi í dögnum eftir 10 juli. Eisini varð sagt, at eingin fiskur var at fáa á fjørðinum tær fyrstu vikurnar aftan á algublóman. Kúvingur (*Buccinum undatum*) var næstan eingin at fáa heldur, og tað sindrið, sum varð fingið, doyði í kúvingakassunum.

Eisini sögdu bátaeigarar frá óvanliga nógvum tara hetta summarið, og til veður var summarið eitt av teimum allarbestu.

Tilfar

Tann 12. juli kl. 13 vórðu sýni (royndir) tikan av sjógví og fiski við alibrúkið á Tjaldavík. Somu sýni vórðu tikan aftur tann 9. august kl. 13. Kræklingasýni vórðu tikan tann 24. juli, tann 9. august og 20. september inni á Trongisvágssfirði.

Kanningarhættir

Sjósýnini eru tikan við einum vatnheintara við ísettum hitamátara við 1/10 °C neyalleika. Súrgan og hitin eru mátað á staðnum (*in situ*) við elektróniskum súrgu-/hitamátara (KM 7002 pH/Temp. indicator), og á starvsstovu er súrgan innan 2 tímar mátað við elektróniskum súrgumátara (Metrohm Herisau, Präzisions-pH-Meter E 510). Secchi-dýpið er mátað á staðnum við eini Secchi-klingru. Loyst súrevni (O_2) er mátað titrimetriskt eftir Winklerháttinum (sí Dansk Standard nr. 277). Grugg er mátað eftir DS nr. 276 við Whatman GF/C 1μ sílu (filtr). POM og PIM eru mátað eftir DS/R nr. 243 og DS nr. 276. Bakteriur eru aldar á sjógv agar við 5% kálvablóði (Marine Agar 2216 »Difco« certified – Difco La-

batories, og sterilt defibrinerað kálvablóð frá Statens Veterinære Serumlaboratorium). PSP er mátað eftir Nordisk Metodikkommíté för Livsmedel, nr. 81. Plantuætissýnini vórðu kannað í eini Leitz Dilux 22 sjóneyku og í eini viðvendari Wilsovert-sjóneyku, og harumframt kannað av serfrøðingum í Noregi og Danmark. Chlorophyll-a varð mátað eftir »Recommendations on Methods for Marine Biological Studies in the Baltic Sea. Phytoplankton and Chlorophyll«. (The Baltic Marine Biologists, Publication No. 5, 1979, 38 pp.).

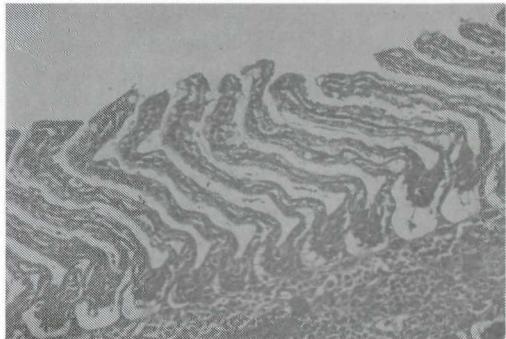
Úrslit

Tann 12. juli, tveir dagar aftan á at felli knappliga kom í, sýndist laksurin, sum eftir var, frískur aftur, men ælabogasílini sýndu enn týðilig sjúkueyðkenni. Tey svumu higar og hagar, ofta í klingur, við ryggjarfjaðrum og sterti upp úr sjónum, nógv stungu trantin uppúr, og nógv svumu á liðini. Fleiri síl doyðu, sum tey svumu, og sukku til botns. Tivan var eingin at síggja, heldur var tað hinvegin, at sílini sýndust at anda ov seigan, eins og voru tey doyvd. Sjógvurin var brúnur á liti, Secchi-dýpið (mát fyrir sýni í sjógví) var enn ógvuliga grunt, nevniliga 1-2 metrar.

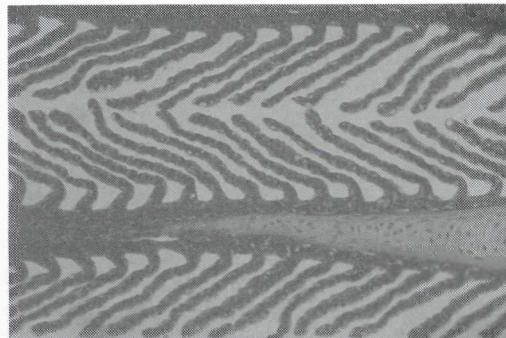
Úrslitini av teimum tiknu royndunum voru hesi:

- 1) Uppskurður av fiski vísti einki óvanligt utan tað, at livrarnar voru nakað ljósar á liti.
- 2) Í táknuvevnaðinum voru bráðar (akuttar) sjúkubroytingar (sí myndirnar 4 og 5). Tað snúði seg í hóvuðsheitum um kyknudeyða (necrosis) og kyknusvölling (ødem)

í tí ytsta kyknujaðurinum í táknunum. Kjarnarnir vóru tódnaðir (pyknosis) og í kyknuslímínum (cytoplasma) vóru vanliga nógvar blöðrur (vacuolae), og í summum fórum var rovan (epithelium) hjómut (spongiosis). Í rovuni hóvdu nógvar kyknur ein nógv spílaðan, bleikt litaðan kjarna, og kyknan sjálv var nógv svunni ella minkað og hevði stórar blöðrur. Ofta var blöðing í táknunum stavandi frá oyðiløgðum háræðrum í hjáblöðunum (sekunderu lamellunum), sum hóvdu mist rovuna (12).

**Mynd 4:**

Táknur av ælabogasíli við sjúkubroytingum orsakaðum av *G. excavata*.
H. & E. litig, uml. 100 × støddarøking.

**Mynd 3:**

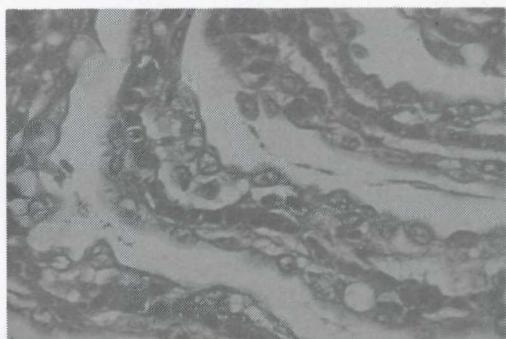
Frískar táknur av ælabogasíli.
H. & E. litig, uml. 100 × støddarøking.

3) Bakteriúfrøðiligar royndir vístu frísk nýru í tveimur fórum og eina ígerð við *Alcaligenes faecalis* í triðja fóri. Hetta var kortini nýra úr einum hálvdeyðum fiski, og varð tí mett at vera ein eykaígerð.

4) Algustaðfestingin vísti, at tann 12. juli 1984 var *G. excavata* til staðar í ovurstórum nøgdum (milliónir av kynum fyri liturin av sjógví) í eingróðri at kalla. Tríggjar aðrar eitrandi foyrualgur vóru til staðar í

Mynd 5:

Táknur av ælabogasíli við sjúkubroytingum orsakaðum av *G. excavata*.
H. & E. litig, uml. 250 × støddarøking.



Talva 1. Sjókanningar og PSP-virði

Dagur	12/7-84	24/7-84	9/8-84	20/9-84
Hiti (°C)				
Vatnskorpa	11,0		10,5	
3 m dýpi	10,0		10,4	
11 m dýpi	9,2		10,2	
Súrga (pH)				
í vatnskorpu	8,26		8,1	
Sýni				
(Secchi-dýpi)	1 m		6-7 m	
Loyst súrevni (DO)(mg0₂/l)				
Vatnskorpa			9,7	
3 m dýpi	12,5		9,9	
10 m dýpi	8,2		9,9	
Súrevnismetting				
Vatnskorpa			100%	
3 m dýpi	140%		100%	
10 m dýpi	90%		100%	
Grugg				
(SS) (mg/l)	34,9	28,90	35,4	
POM (mg/l)	8,7	5,7	6,8	
PIM (mg/l)	26,2	23,2	28,6	
PIM/POM	3,01	4,07	4,21	
PSP (MU/100 g vevnað)		9.000	3.343	200

Dýpið við alibrúkið er 11-12 m.

DO er stytting fyrir dissolved oxygen (loyst súrevni).

SS er stytting fyrir suspended solids (grugg).

POM er stytting fyrir particulate organic matter (lívrunnið grugg).

PIM er stytting fyrir particulate inorganic matter (ólívrunnið grugg).

PSP er stytting fyrir paralytic shellfish poison (lemjandi skelfiskaeitur).

MU er stytting fyrir mouse units (músaeindir).

Úrskurður

Tann veruleiki, at sjógvurin tann 12. juli kl. 14.00 var 140% mettaður við súrevni (O_2) samanborið við árstíðina og landafrøðiligu legu Føroya (62° N, 7° V), ger, at vandin fyrir súrevnistrotti á nátt, orsakað av algundanding, er evarska lítil ella so at siga eingin.

Tær bráðu sjúkubroytingarnar í táknun-

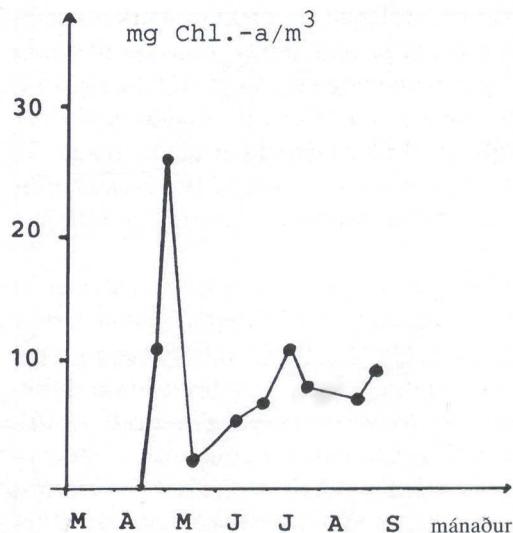
um eru trúligast eitt úrslit av ávirkan frá G. excavata, av tí at henda veran var til staðar í algublömanögðum so at siga í eingróðri, og av tí at aðrar orsakir kundu verða úti-hýstar. Tað snúði seg ikki um nakra illkvæma virussótt, tí tann fiskurin, sum eftir var (23%), gjørdist púra frískur eftir 3-4 dögum.

Möguleiki er eisini fyri, at fiskurin er vorðin eitraður av PSP og á henda hátt er deyður. Hetta kunnu sjúkueyðkennini í ein vissan mun benda á, tí at fiskurin var dölskur og hevði veikan andadrátt (PSP-lamni?). Um fiskurin er deyður av súrevnistrotti eina orsakað av minkaðari súrevnispotíku í teimum lutvist oyðilögdu táknumunum, so átti ein at hava sæð trøngd (dyspnoe) sum eitt av sjúkueyðkennunum, men so var ikki.

Tær deyðu sandflundurnar, tann sera lítla kúvingaveiðan og teir deyðu kúvingarnir eru helst eisini avleiðing av G. excavata.

Um sjógvurin við alibrúkið tann 12. juli verður sammettur við sjógvin tann 9. august, so sæst, at tað er týðiligrar hitamunur millum vatnskorpu og botn ($1,8^{\circ}$ C) tann 12. juli, men eingin munur er tann 9. august. Hetta er orsakað av veðrinum, tann 12. juli var blikalogn, men tann 9. august var frískur vindur (umleið 15 m/s). Sjógvurin var minni súrur tann 12. juli enn tann 9. august (munurin var 0,16 pH-eindir). Hetta kemst ivaleyst av alguljóssamevning (fotosynthesis) og av tí lagskipaða sjónum.

Ein G. excavata nøgd upp á 1×10^6 kyknur/1 litar sjógv eitt lítið sindur. Tann nøgdin, sum krevst til at lita sjógvin reyðbrúnan, er umleið $10-20 \times 10^6$ kyknur/1 (1). Nøgdin av G. excavata á Tjaldavík tann 10. juli 1984 hevur tískil verið umleið 10^7 kyknur/1.



Mynd 6: Nögdir av blaðgrøna-a (Chlorophyll-a) á Trongisvágsfirði 1984. Töllini eru miðalvirði fyrir dýpið 0-7 metrar.

Mátingar av blaðgrøna-a (chlorophyll-a) á Trongisvágsfirði 1984 vísa ein týdiligan og ógvisligan vökstur seint í apríl. Hesin vökstur svarar til várblóman. Tíðliga í september sæst eisini ein vökstur. Hann stavar frá heystblómanum. Í fyrru helvt av juli sæst ein meiri óvæntaður vökstur í nögdini av blaðgrøna-a. Hann stavar frá *G. excavata* blómanum (sí mynd 6).

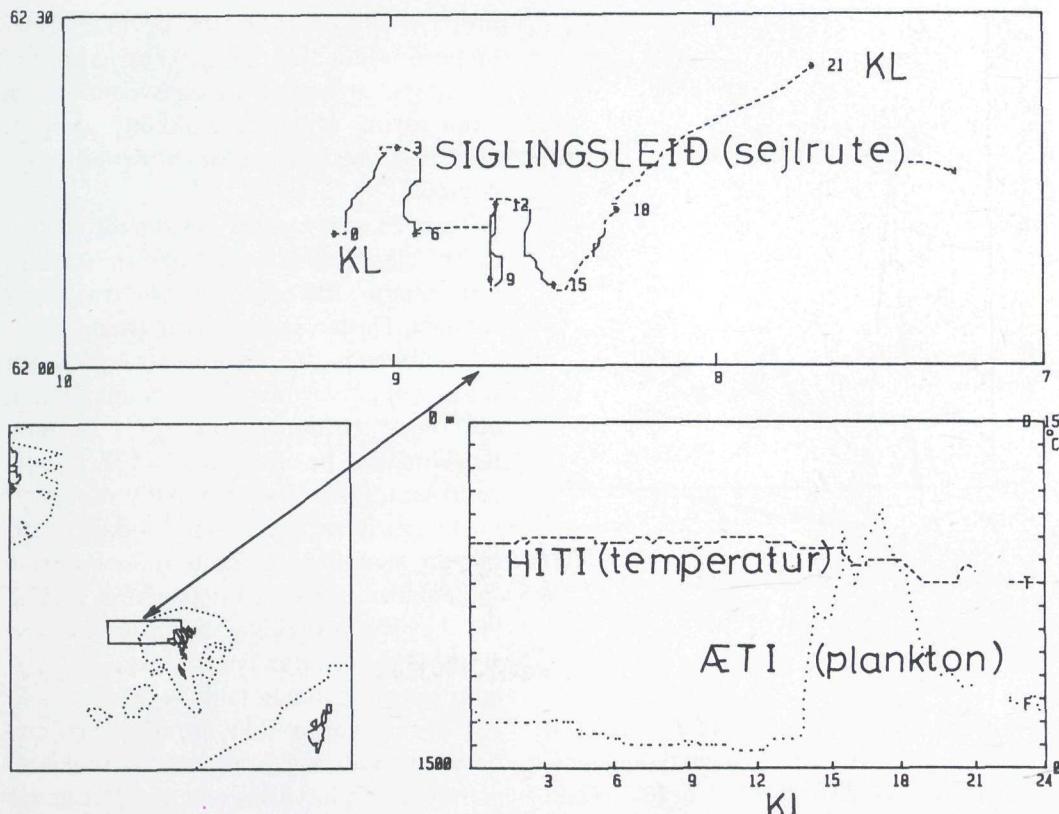
Eitranin av fýra fólkum á Tvøroyri, sum høvdú etið krækling úr Trongisvágsfirði um hetta mundið, kom til sjóndar fáar tímar (2-6) aftan á kræklingamáltíðina. Sjúkueykenni vóru tey tiltiknu PSP-eyðkennini, nevniliga prikan og brennan í vørtum, tungu, andliti og fingrasnippum, sum spakuliga breiðir seg til aðrar likamspartar og endar við ongum fólilsi í hesum likampsþortum. Høvuðverkur, ørilsí og byrjandi lamni vóru sjúkueykenni, sum komu aft-

urat í tí ringasta fórinum, og hesin sjúklingurin földi eisini tað eyðkenda við PSP, nevniliga, at hann eins og sveimaði, um hann royndi at ganga. Lukkutíð gjørdust allir sjúklingarnir frískir aftur eftir 1-3 dögum.

Tann 24. juli var PSP-nögdin í kræklingi úr Trongisvágsfirði heilar 9.000 mísaeindir fyrir hvørji 100 gramm av kræklingavevnaði. Hetta var tvær vikur aftan á sjálvan algublóman. Vanliga reinsar kræklingur seg fyrir eina helvt av eiturevnri um vikuna, um ongar eitrandi algur eru í sjónum. Kræklingurin hefur tann 14. ella 15. juli verið sera, sera eitrandi at eta, tí vanliga er kræklingurin mest eitrandi 3-4 dagar eftir sjálvan algublóman. Tann ringast eitraði sjúklingurin, sum varð innlagdur á sjúkrahús, hevði etið krækling, sum var tikin tann 8. juli. Tað var uttan iva ein lukka, at eingin át krækling tiknan tann 14. ella 15. juli! PSP-sýnini vórðu ikki kannað fyrr enn fimm dagar aftan á, at tey vóru tikin. Hetta merkir, at eiturevnisnögdin ivaleyst hefur verið 10-20% hægri enn úrslitini vísa (18).

Við hesum fáu kanningum, sum her eru gjørdar, ber sjálvandi ikki til at siga nakað endaligt um orsókina/orsakirnar til algublóman, men her skulu kortini nakrir möguleikar verða nevndir.

Í summarhálvuni liggar ein brúgv kring Føroyar millum flógvandi úthavssjógv og kaldari vælblaðandaðan sjógv á landgrunninum (1-2 °C hitamunur) umleid ájavnt við 200 m dýpi (mynd 8). Við hesa brúgv eru serliga góðar umstøður fyrir skjótum gróðri hjá plantukynnum (algum), tí sólt (nitrat og fosfat) koma til av vindu og sjóvarfalli, og samstundis er vatnskorpan støðug, soleiðis at algurnar kunnu verða verandi í erva í sjónum og fáa nóg mikið av ljósi (19).



Mynd 7: »Magnus Heinason« 7. juni 1982.
Niðast v.m.: Kassin visir økið, skipið var á henda dag.
Ovast: Sami kassi við siglingarleiðini ymsar klokktíðir.

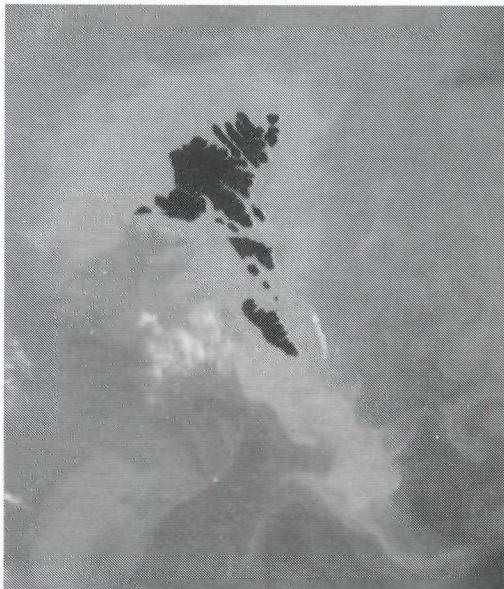
Niðast h.m.: Hiti og nögd av plantuæti í vatnskorpuni ymsar klokktíðir.

Sjóvarbrúgvín kring Føroyar liggur eystur úr Suðuroynni rættiliga nær landi (mynd 8). Hetta – sammett við ein miðalstreyym, sum gongur norður gjøgnum Suðuroyarfjørð (8) og at stór flúrglógván (fluorescens) er mátað í sjóvarbrúnni sum tekin um nógvar algur (mynd 7) – kann mögulig verá ein orsøk til, at algublömin sást júst inni á Trongisvágsfirði. Harafturat var veðrið avbera gott við lítlum og ongum vind i juni-juli 1984, og meginættin var

eystan (6). Eisini vístu streymmátingar sera spakt rák, fyri tað mesta inn eftir Trongisvágsfirði (umleið 5 cm/s).

Ískoyti

Síðst í september 1984 vístu botnroyndir, at nógv G. excavata grókorn vóru undir alibrúkinum á Tjaldavík. Í januar 1985 vóru grókorn enn til, men kortini í nógv smærri nögdum (burturflutt av streymi?). Í apríl

**Mynd 8:**

Infrareyð fylgisveinsmynd av Føroyum 17. maí 1980 (University of Dundee).

1985 vístu botnkanningar á fóroyskum fjørðum, at á Trongisvágsfirði var talið á G. excavata grókornum nögv túmund fyrir hvønn cm³ av mórbotni (vátvekt) – tað hægsta sum nakrantið er skrásett er umleið 8.000 grókorn/cm³ – umframt at grókorn vórðu funnin á Vágfirði og Lopransfirði og eisini inni á Vestmanna, men annars ikki á nøkrum øðrum firði (4).

Bókmentir

1. Dahl, Dr. Einar (pers. comm.), Statens Biologiske Stasjon, Flødevigen, Norway (1984).
2. Dale, B. (1977). Cyst of the toxic red-tide dinoflagellate *Gonyaulax excavata* (Braarud, Balech) from Oslofjorden Norway. *Sarsia*, 63: 29-34.
3. Dale, B. (1979). Collection, Preparation and Identification of Dinoflagellate Resting Cysts, Elsevier North Holland, Inc. pp. 443-452. Taylor/Seliger, eds. *Toxic Dinoflagellate Blooms*.
4. Dale, B. & Mortensen, Á. M. Cystkanningar á Fóroyskum firðum. Apríl 1985.
5. Aquatic (Marine and Freshwater) Biotoxins. Environmental Health Criteria 37. World Health Organization, Geneva 1984.
6. Gaard, E. (1986). En undersøgelse af mulighederne for at dyrke blåmuslinger på reb, utsat i færisk fjord. Specialopgave i biologi ved Odense Universitet.
7. Gaard, E. Kanninger av eitrandi algum í Trongisvágsfirði. Januar, 1986. Heilsufrøðiliga Starvsstovan og Fiskirannsóknarstovan.
8. Hansen, B. (pers. comm.), Fiskirannsóknarstovan (1984).
9. Mortensen, Á. M. (1984). Massive fish mortalities caused by the toxic dinoflagellate *Gonyaulax excavata*. Ices D14, 1984. Special Meeting on the Causes, Dynamics and Effects of Exceptional Marine Blooms and Related Events.
10. Mortensen, Á. M. (1985). Massive Fish Mortalities in The Faroe Islands Caused by a *Gonyaulax excavata* Red tide. Proceedings from Third International Conference on Toxic Dinoflagellates. June 8-12, 1985. Elsevier Science Publishing Co. Inc, 52 Vanderbilt Avenue, New York, NY 10017.
11. Mortensen, Á. M. (1985). Poster: Massive Fish Mortalities in Tjaldavík-Cove on The Faroe Islands On the 10th-12th of July 1984 Caused by a *Gonyaulax excavata* red-tide.
12. Richards, Dr. Randolph (pers. comm.), University of Stirling, Institute of Aquaculture, Scotland (1984).
13. Riley, J. P. and Chester, R. Introduction to Marine Chemistry (1971).
14. Tangen, Dr. Karl (pers. comm.), Department of Marine Botany. Methodology University of Oslo, Norway (1984).
15. Waffmann, Paul. The PIM/POM methodology described by Trude Nielsen, Institute of Marine Biology, 5065 Blomsterdalen, Bergen, Norway (1983).
16. White, A. W. & Lewis, C. M.: Resting Cysts of the Toxic, Red Tide Dinoflagellate *Gonyaulax excavata* in Bay of Fundy Sediments. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Volume 39, no. 8, 1982, pp. 1185-1194.
17. Yentsch, C. M. & Incze, L. S. (1980). Accumulation of Algal Biotoxins in Mussels. Mussel Culture and Harvest: A North American Perspective. Ed. R. A. Lutz (1980).
18. Yndestad, Dr. M. (pers. comm.), Hygienic Institute, The Veterinary Institute, Oslo, Norway (1984).
19. R. D. Pingree, P. M Holligan, and G. T. Mardell, Deep Sea Research 25, 1011-1028 (1978).