

Tang og tare – i hovedsak norske brunalger: Forekomster, forskning og anvendelse

Mentz Indergaard, 2010, rev. mai 2011



Ungt tareindivid i Trondheimsfjorden i april. (Foto: Mentz Indergaard.)

Forord

Tang og tare er fastsittende brune, røde og grønne alger som vokser langs nær alle verdens kyster.

Denne teksten omtaler utbredelse, forekomster og anvendelse av disse usedvanlige – og faktisk helt ubeslektede – plantegruppene. Den er beregnet på lesere med allmenn interesse for populærvitenskap.

Eksemplene er i stor grad hentet fra Norge, som kartlegging av ressursene, bruk av tangmel som tilskudd til dyrefôr og ikke minst alginatforskningen. Av den grunn blir brunalgene sentrale i fremstillingen, noe på bekostning av de globalt sett minst like nyttbare rødalgene.

Teksten gir også noen inntrykk fra historien til den anvendte tang- og tareforskningen.

Kapitlenes nummerering følger derfor langt på vei den historiske utviklingen av den praktiske anvendelsen av tang- og tare-ressursene. Da teksten foreligger på web kan leserne navigere ut fra sin egen oppfatning av i hvilken rekkefølge temaene bør leses.

Jeg takker Det faglitterære fond for et stipend i forbindelse med arbeidet.

Trondheim, september 2010
Mentz Indergaard, Trondheim

Innhold

Tang og tare – i hovedsak norske brunalger: Forekomster, forskning og anvendelse	1
Forord	1
Kap. 1: Tang og tare – arter og egenskaper	4
1.1 Hva er tang og tare?	4
1.2 De store algenes plass i planteverden – Systematikk	9
1.3 Vekstmiljø (sonering, økologi)	15
1.4 Geografisk utbredelse	17
1.5 Livshistorier (livssykluser) og vekststrategi	18
1.6 Kjemisk innhold	21
1.7 Den norske tareskogen	23
1.8 Artsnavn på norsk og på botanisk latin	26
1.9 Litteratur og lenker	27
Kap. 2: Kartlegging, mengder og forvaltning	30
2.1 Bakgrunn for kartlegging av tang- og taremengdene	30
2.2 Kartleggingsarbeidet i verden	30
2.3 Kartlegging i Norge – FoU	38
2.4 Verdens forekomster	42
2.5 Forekomstene langs norskekysten	43
2.6 Forvaltning og høsting av tang og tare	45
2.7 Litteratur og lenker	47
Kap. 3: Tang og tare som grønnsaker, fôr og gjødsel	49
3.1 Bakgrunn	49
3.2 Tang og tare som grønnsaker	49
3.3 Gjødsel	55
3.4 Tang og tare som tilskudd til dyrefôr	57
3.5 Litteratur og lenker	63
Kap. 4: Tareaske for industriell anvendelse	64
4.1 Forhistorien	64
4.2 Tareaske for glassindustrien	65
4.3 Aske for jodproduksjon	70
4.4. Litteratur og lenker	72
Kap. 5: Forskingen på de store algenes innhold av mineraler og vitaminer	73
5.1 Uorganiske komponenter i planter	73
5.2 Vitaminer og sporstoffer for dyrefôr	75
5.3 Lenker og litteratur	78
Kap. 6: Alginat – egenskaper og anvendelse	80
6.1 Kjemi og egenskaper	80
6.2 Anvendelser	85
6.3 Litteratur	90
Kap. 7 – Alginatforskningen	92
7.1 Kronologisk oversikt	93
7.2 Litteratur og lenker	100
Kap. 8: Forskning i og for alginatindustrien	101
8.1 Alginat oppdages av Stanford – Industrien og industriforskningen starter	101
8.2 Den første norske alginatproduksjonen	102
8.3 Første norske tang- og tareforskning med offentlig støtte: Gulbrand Lunde og Hermetikkindustriens Laboratorium	104
8.4 Alginatforskningen ved Protan, nå FMC Biopolymer (Norge)	106
8.5 NITT og industriforskningen på alginat	109
8.6 Litteratur og lenker	117
Kap. 9: Dyrking av tang og tare	118

	3
9.1 Historisk	118
9.2 En gryende marinagronomi	119
9.3 Dyrkingsmetoder	120
9.4 Dyrking av store alger integrert i havbruksanlegg	127
9.5 Høsting av dyrkede alger	128
9.6 Potensielle problemer i den marine agronomien.....	128
9.7 Genetikk og dyrking av makroalger	130
9.8 Andre faktorer enn biologi og teknologi	130
9.9 Litteratur og lenker.....	131

Kap. 1: Tang og tare – arter og egenskaper

1.1 Hva er tang og tare?

”Tang og tare” er en populær fellesbetegnelse på de store algene langs kysten. Betegnelsen favner arter som strengt tatt hører hjemme i tre svært forskjellige plantegrupper: brunalger, rødalger og grønnalger. Fellesbetegnelsen har sammenheng med at de har det samme livsmiljø, at de ytre sett likner hverandre og at de skiller seg klart fra de landlige blomsterplantene. Tidligere ble tang og tare brukt bare om brunalgene, men det virker rimelig å la begrepet favne alle de store algene. Begrepene tang og tare brukt hver for seg er dog sterkt knyttet til brunalgene.

I Norge er det rundt regnet 500 arter store alger, med antallet fordelt som 2:2:1 på gruppene rødalger:brunalger:grønnalger.

De store algene er svært utbredt i grunne kystfarvann hvor de fleste vokser festet til steiner eller fjellgrunn. Lystilgangen begrenser vekstsonen ned til 10–30 m dyp. I svært klare farvann kan de unntaksvis vokse ned til 100 m dyp.

Tang kaller vi artene som lever fastsittende på steiner i fjæra, mens taren vokser stort sett neddykket, dvs. under laveste lavvannsmerke. Ved ekstreme lavvann, som forekommer noen dager morgen og ettermiddag hver måned, kommer taren så vidt til syne nederst i fjæra.

Noen tangarter kan bli ganske lange. Bare strekk ut den lengste "grenen" i en tangvase. Like utenfor Trondheimsfjorden er det funnet grisetang med "grener" på inntil 2 m og en alder på 19 år. Det er lett å aldersbestemme grisetang. Det er bare å telle antall blærer langs en "gren" og legge til 2 år fordi det går 2 år før den første blæra dannes.

Med ”store alger” mener vi at enkeltplantene er lett synlige for det blotte øye, dvs. større enn ca. 1/2 cm. De mest kjente artene langs norskekysten er fra ca. 10 cm (rødalger som pollris og krusflik) via 20–50 cm (havsalat, søl) til 2–5 m (tareartene).

Utvokst stortare kan nå en lengde på 2–3 m, fingertare 1–2 m, sukkertare 3–4 m og butare 1,5–2,5 m. En fersk stortarestilk kan veie rundt 1 kg, og et blad 1–2 kg.

De stortarene som overlever vinterstormene kan faktisk bli hele 12–15 år gamle, mens fingertare og sukkertare bare lever i 2–4 år.

De store algene skiller seg klart fra blomsterpanter ved mangel på ekte rot, stengel og blad. I stedet har de festeorgan og en plantekropp. De trenger ikke som landplantene et vedev til holde seg oppreist. Alle store alger tar opp næring og vann over hele planten, og trenger ikke indre kanaler for å transportere vann og næringssalter til plantedelene.

For å finne arter fra under lavvannsmålet kan en gå til en strand hvor det nylig har vært sterk pålandsvind og høy sjø. Da er det mulig å finne noen titalls algearter drevet i land fra dypet.



Fig. 1.1 a)–b). Stortare. Utvokst vanlig størrelse 2–3 m. Taren er delt i blad, stilk og festeorgan. Nedenfra sett flergrenet hefteorgan, stiv stilk med påvekstalger (her: rødalgen søl), vekstsonen i overgangen mellom stilk og blad, og fjorårets blad henger ennå på ovenfor innsnevringen. Festeorganet er kun en forankring av planten, og det kommer et nytt sett forgreninger hvert år for de flerårige tareartene. Det foregår ingen energikrevende næringsoverføring fra festeorganet gjennom stilk til blad, som tilfellet er gjennom røttene hos landplantene. En viss indre transport av enkelte forbindelser er påvist hos noen av de største tareartene.” (T.v.: Fra Printz 1953. Ill.: Aase Kristofersen, Norsk inst. for tang- og tareforskning. T.h.: Stortare tatt inn på laboratoriet. Foto: Mentz Indergaard.)

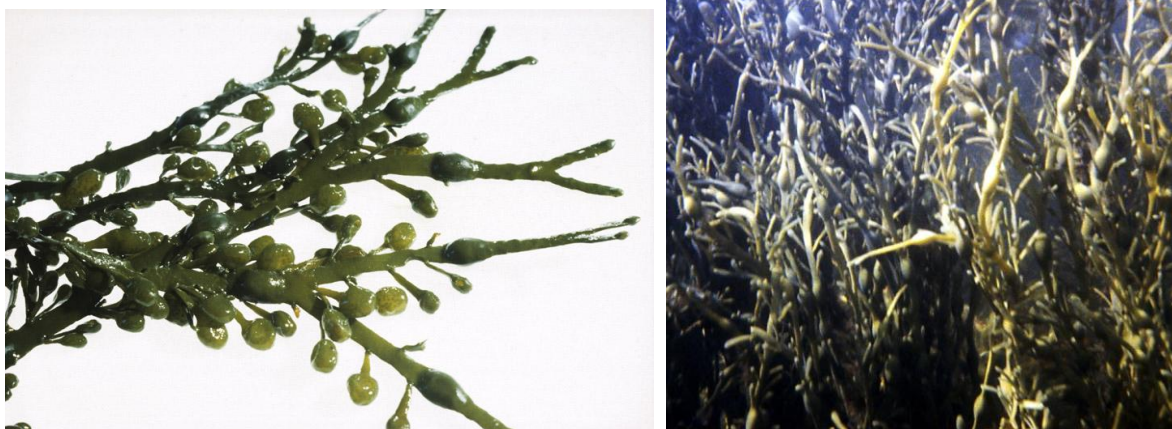


Fig. 1.2 a)–b). Grisetang. a) T.v. nærbilde fra vårform med modne formeringsorgan (de kuleformete organene ytterste på kortskuddene). Grisetang har en utstrekning på 0,5–1,5 m, og tilvekst 8–10 cm/år. b) T.h. undervannsbilde av grisetang neddykket ved høyvann. (Foto: Mentz Indergaard.)



Fig.1.3. Sukkertare. Utvokst størrelse 3–4 m. (Foto: Mentz Indergaard.)



Fig. 1.4 a)–b). a) T.v. Sagtang i steril sommerform (A) og vinterform med formeringsorganer (B). Utvokst størrelse 60–70 cm, tilvekst ca. 10 cm/år. b) Blæretang i sommerform med formeringsorganer (A) og steril vinterform (B). Utvokst størrelse 30–50 cm, tilvekst ca. 10 cm/år. (Etter Printz 1953. III.: Aase Kristofersen, Norsk inst. for tang- og tareforskning.)



Fig.1.5. Butare. Utvokst størrelse 1,5–2,5 m. De små bladene nederst på hver side av stilken bærer formeringsorganene, og er den mest ettertraktede del av planten som grønnsak. (Foto: Mentz Indergaard.)



Fig. 1.6 a)–b). a) Vårlig utgave av søl i fjæra ved Trondheimsfjorden. (t.v.). (Foto: Mentz Indergaard.)
b) Krusflik. (Etter Printz 1953. Ill.: Aase Kristofersen, Norsk inst. for tang- og tareforskning.)



Fig. 1.7 a)–b). Tarmgrønnske (t.v.) og havsalat i fjæra, Trondheimsfjorden. (Foto: Mentz Indergaard.)

Tang og tare har vært utnyttet av kystbefolkningene i uminnelige tider. Et eksempel fra norrøn tid er den rollen en rødalge spilte i Eigill Skallagrimssons saga. Da Eigill mistet

sønnen Bodvar i en drukningsulykke var han utrøstelig, og stengte seg inne i sovealkoven for å sulte seg til døde. Datteren Torgjerd skjønnte at hun måtte være listig for å forhindre farens meningsløse forsett, satte seg inn i alkoven og lot som om vil følge ham inn i døden. Etter en stund tok hun fram noe tørket søl (gml. norsk søll, fig. 1.6) som hun så tygget på:

Så sa Egil: «Kva er det no, dotter; tygg du på noko?» «Eg tygg søl,» seier ho, «for eg trur at da blir det verre med meg enn før; elles kjem eg visst til å leva for lenge.»

«Er det vondt for folk?» seier Egil. «Ovende vondt,» svara ho; «vil du ha?» «Kvifor ikkje?» seier han. Ei stund etter ropar ho og bad dei gje seg drikke. Ho fekk da vatn. Da sa Egil: «Slik går det når ein ét søl; di meir ein ét, di tørstare blir ein.» «Vil du drikka, far?» seier ho. Han tok imot og svelgde godt unna; det var eit dyrshorn. Da sa Torgjerd: «No har dei narra oss; dette er mjølk.» Da beit Egil eit skar or hornet så stort som tennene tok, og kasta hornet frå seg. Da sa Torgjerd: «Kva råd skal vi no ta? Dette er det ikkje mon i meir. No ville eg, far, at vi skulle leva noko lenger, så at du kunne dikta eit arvekvede etter Bodvar, og eg rista det på kjevle; og sidan kan vi døy om vi si synest. Lenge trur eg det blir før Torstein, son din, diktar noko kvede etter Bodvar, men det høver ikkje at han ikkje blir heidra med arvekvede, for ikkje trur eg at vi kjem til å sitja i gravølet hans.»

Egil seier at det var lita von at han no skulle kunna dikta, om han enda prøvde seg på det; men «eg kan no alltid freista,» seier han.

Slik ble rødalgen søl bestemmende for det berømte diktet “Sønnetapet”. Det virker dog noe overraskende at hr. Skallagrimsson – selv i en slik personlig stresset situasjon – synes helt ukjent med smaken av søl. Han var jo en klok person, og hadde levd hele sitt liv i det islandske kystmiljøet. Eigills angivelige uforstand her er nok heller resultat av fortellerens dikteriske frihet.



Fig. 1.8 a)–b). a) Den marine frøplanten ålegras i fjæra, Trondheimsfjorden (t.v.) b) Planteplanktonarten (diatomeen) *Chaetoceros affinis* fotografert i mikroskop. (Foto: Mentz Indergaard.)

Storparten av plantene i havet er alger. Bare ca. 50 arter fra landplantefamilier finnes i dette marine miljøet. En av de få norske representantene er ålegras. (Fig. 1.8.a.)

Ved siden av de store ”makroskopiske” algene finnes et enormt antall arter mikroskopiske alger. Mikroalgene er encellede. Hos noen få arter er cellene løst sammenbundet i kjeder som overfladisk kan likne flettverk. Diameteren hos en mikroalgecelle er fra 2 mikrometer (μm) til 1 millimeter (mm), med en vanlig størrelse rundt 25 μm . (Fig. 1.8 b)

Som navnet tilsier er de mikroskopiske synlige bare i mikroskop. Mikroalger som lever frittflytende – og det gjør de fleste – kalles planteplankton. Planteplankton finnes i det øvre vannlag i både ferskvann og saltvann. Cellene er stort sett helt ute av stand til å bevege seg, og avhengige av vannstrømmer for jevnlig tilgang på lys og næringssalter. De store og små algene i havet står for litt over halvparten av den årlige planteproduksjonen på kloden. De

enorme mengdene mikroskopiske planteplankton i verdenshavene står for ca. $\frac{3}{4}$ av denne halvparten.

Mikroalger er også en fellesbetegnelse på et stort antall plantearter fra mange plantegrupper. Vi går ikke nærmere inn på dem her.

Læren om alger kalles fykologi, fra den greske betegnelsen phykos for tang og tare, og favner både de store og de mikroskopiske algene. Fykologien er en del av botanikken, i hovedsak knyttet til marinbotanikken.

1.2 De store algenes plass i planteverden – Systematikk

Historisk blick på klassifisering av planter og alger

Inndeling av levende organismer i grupper er menneskenes forsøk på å få oversikt over naturen. Naturens mangfold overgår strengt tatt en slik skjematiskering. Taxonomi kalles denne inndelingen, kategoriene en deler inn i kalles taxa, og den er menneskeskapt. For å sette opp slike inndelinger med samnhørige grupper på flere nivå trenger en undersøkelser av et uhyre stort antall arter.

[Klassifisering](#) innenfor biologien er et praktisk forsøk på å holde oversikt over de mange og høyst ulike organismene på jorda (siste rapporterte tall er ca. 2 millioner), og gjøres altså i [taxa](#). For planter nyttes følgende sju kategorier, sortert etter synkende omfang: Liv; Domene; Rike; Phylum/Divisjon; Klasse; Orden; Familie; Slekt; Art.

Tabell 1.1. De tre gruppene tang og tare.

Klasse/Rike	RØDALGER (Rhodophyta)	BRUNALGER (Phaeophyta)	GRØNNALGER (Chlorophyceae)
# Slekter	500–600	220	450
# Arter	ca. 6000	ca. 1750	ca.7000 (ca. 1200 makroskopiske)
Sporeflageller	Ingen	2 ulik lengde lateral posisjon	2, 4 eller 8 lik lengde apikal posisjon
Pigmenter	klorofyll a c- og r-fykocyanin r-fycoerythrin α - og β -karoten xanthofyller	klorofyll a, c ₁ , c ₂ β -karoten xanthofyller	klorofyll a, b α -, β - og γ -karoten xanthofyller
Antall plastidmembraner	2 (primære kloroplaster)	4 (sekundære/tertiære kloroplaster)	2 (primære kloroplaster)
Voksested	saltvann (90 %) fastsittende (bentiske)	saltvann mest fastsittende (bentiske)	ferskvann (90 %) saltvann (10 %)
Morfologi	makrofyter få encellede	makrofyter ingen encellede kjent	encellede kolonier noen makrofyter
Maks. vekt av individ	50 kg fv. (<i>Eucheuma</i> sp.)	200 kg fv. (<i>Macrocystis</i> sp.)	2 kg fv. (<i>Ulva</i> sp.)
Strukturpolysakkarider	galaktaner (agar, agarose, carrageenan)	alginat (polyuronsyre)	cellulose
Lagringskarbohydrater	floridéstivelse	laminaran, mannitol	stivelse

Inndelingen av de tre gruppene store alger ut fra deres fargepigment ble foreslått allerede tidlig på 1800-tallet. Denne inndelingen har vist seg å være i samsvar med algenes utviklingshistorie. Det er bekreftet både ved mikroskopiske undersøkelser av finstruktur i cellene og ved molekylærbiologiske metoder som gir betydelig tilleggsinformasjon om

slektskap.

Fargepigmentet finnes i en type mikrostruktur inne i cellene som kalles plastider. En type plastider inneholder apparatet for fotosyntesen (nytter sollyset til å produsere plantenes byggestoffer), og kalles kloroplast. Tradisjonelt har kloroplastenes farge vært hovedkriterium for inndelingen på høyere nivå (phylum, klasse), mens oppbygning, tilstandsform (f.eks. type cellevev) og formeringsmåte (livssyklus, eller rettere: livshistorie) har bestemt inndelingen på lavere nivå (orden, familie). Noen alger, for eksempel de store brunalgene, har ekte cellevev. Noen alger er strengt tatt kolonier av enkeltceller selv om de ser store ut, og deres cellevev kalles derfor "falskt".

Systemet ble innført på en tid da biologene verken hadde begrep om evolusjonen – artenes utvikling – eller genetikkens mekanismer. Dagens muligheter for detaljerte genetiske analyser som kan plassere artene i innbyrdes utviklingsmessig sammenheng, medfører at tidligere kategoriseringer er under konstant revisjon, ikke minst for algene.

Aristoteles (384–322 f.Kr.) var den første som laget et system for klassifisering av levende organismer, basert på substans, art og slekt. 'Substans' kan enkelt sies å være det enkelte individ med dets personlige egenskaper. Art og slekt var da suksessivt mer vidtfavnende kategorier. En av Aristoteles' elever var Theofrastos (ca. 371–ca. 287 f.Kr.). Med ham starter den skriftlige dokumentasjonen av studiet av planter. Han skrev de to første europeiske lærebøkene i botanikk. Her systematiserte han særlig fremtredende og nyttige planter i henhold til formering, voksesteder, størrelse og deres praktiske nytte som grønnsaker, safter, urter, etc. Tang og tare ble ut fra nytteaspektet gruppert sammen med landplanter i en klassifisering av trær, busker, underbusker og urter. Med unntak av omtale av noen få sjøplanter av Pliny og Dioskorides i første århundre e.Kr., ble ikke tang og tare gjenstand for nærmere beskrivelser og klassifisering før 1800 år senere.

De store europeisk-baserte oppdagelsesreisene på 1500-tallet medførte en jevn strøm av helt nye arter fra hele verden til Europa. For å holde rede på dette mangfoldige materialet ble det nødvendig med en bedre struktur i kategoriseringene. Nå ble ytre kjennetegn dominerende for inndelingen av planter og dyrearter, men fremdeles ble marine organismer, som tang og tare, kalkalger, svamper, koraller, mosdyr holdt samlet. I 1747 opprettet endelig Linné kategorien "Kryptogamer" som den 24. seksjonen i sin klassifisering av planter. Her samlet han bregner, moser, alger, sopp og koraller. Gjennom sitt verk *Systemae Natura* fra 1753 innførte han det moderne system som vi fremdeles nytter, med de to vitenskapelige navnene på botanisk latin for slekt og art (det binomiale system). (Mrk.: "Botanisk latin" er en spesiell, moderne utviklet variant av klassisk latin, og har inkludert mange ord med opphav i gresk.)

Allerede i 1762 beskrev den norske presten Hans Strøm fra Nordmøre arten 'stortare' for første gang. Da han ikke konsekvent nyttet Linnés system, ble hans beskrivelse underkjent, og det ble biskop Johan Ernst Gunnerus i Nidaros som ble kreditert artsbestemmelsen med sin beskrivelse av den fra 1766 i *Flora Norvegica*. I 1885 reviderte den verdensberømte marinbotanikeren, konservator Mikael H. Foslie ved Vitenskapselskapet i Trondheim betegnelsen på arten, slik at i dag heter stortare på botanisk latin *Laminaria hyperborea* (Gunnerus) Foslie. Navnet er ofte betegnende for artens utseende. *Laminaria* betegner 'bladliknende' (arter i slekta kalles ofte på folkemunne for bladtare), og *hyperborea* angir at den vokser langt mot nord. På gresk er 'borea' betegnelse på nordavinden, og 'hyper' betyr utenfor eller bortenfor. Etter det latinske binomiale navnet kommer så navnene på botanikeren som første gang beskrev arten. Ved eventuelle senere revisjoner blir et nytt navn tilføyd, som i tilfellet for stortaren, hvor (Gunnerus) som opphavsperson ble satt i parentes, og Foslie tilføyd. Samtidig er det et krav om at det/de (ofte tørkede og herbariepressete) plantene beskrivelsen er laget fra, skal oppbevares ved et museum som "typeindivid" for mulig senere gransking.

Den engelske botanikeren John Stackhouse (1742–1819) var i 1796 den første til å beskrive hvordan en tangart formerer seg. Dette var ennå på en tid da forståelsen av hva som skapte liv var uklar. Man trodde at nytt liv kunne oppstå spontant. Samtidig påpekte Stackhouse den heller overfladiske beskrivelsen av slekta *Fucus* som Linné hadde utført, og foreslo en kraftig utsortering av slektas daværende omfangsrike artsinnhold.

Stackhouse fortsatte iherdig med arts- og slektsbeskrivelsene, og i 1809 publiserte han et omfattende system med 38 slekter. Av helt obskure årsaker ble verket utgitt i Det keiserlige naturvitenskapelige selskaps skrifter i Moskva, altså like før Napoleon dro på sitt felttog til Russland. I 1812 ble byen som kjent brent ned av russerne selv for å hindre Napoleon tilgang på forsyninger og ly for vinterkulden, og i den gigantiske bybrannen forsvant nesten alle eksemplarene. Derved ble hans arbeid ikke godt kjent før flere tiår senere. Han som altså lanserte den første gjennomarbeidete inndelingen av tang- og tare-slektene fikk ingen anerkjennelse for dette sitt viktigste arbeid. Da verket senere endelig ble kjent var det for sent til at det kunne ha noen innvirkning på klassifiseringene, dertil var arbeidet senere utført av andre botanikere så godt innarbeidet at det var umulig å endre.

En av de samtidige til Stackhouse var Jean Vincent Félix Lamouroux (1779–1825) i Frankrike. Han publiserte sitt arbeid over klassifisering av de store algene i 1813. Lamouroux' verk gikk faktisk et skritt videre, da det også presenterte inndelingen av tang og tare i divisjoner, ordener og slekter, og baserte inndelingen på både ytre karakterer og på detaljer i utformingen av formeringsorganene. For første gang ble også fargene til algene; røde, grønne og brune, brukt til inndelingen. Denne inndelingen ble befestet av den irske botanikeren Willian Henry Harvey (1811–1866) som i 1836 presenterte begrepet *divisjoner* (phyla) for hhv. brune, røde, grønne alger og de mikroskopiske diatomeer og desmider.

Arbeidet til Lamouroux ble en plattform for en rask utvikling i kunnskapen om verdens tang- og tarearter. Dette stadiet kan beskrives som “Linné-epoken for store alger”.

Noe mindre kjent, men ikke desto mindre viktig er et verk av Jean Pierre Étienne Vaucher (1763–1841) fra 1803. Selv om han brukte en noe sær klassifiseringsmåte var han en pioner i å trekke inn studiet av artenes livshistorier som basis for klassifiseringen. Dette ble midt på 1800-tallet befestet slik at beskrivelse av den enkelte artens formeringsmåte ble noe nær en nødvendighet for å få den plassert inn i algetaksonomien. Det gjaldt også rødalgene, som kunne fremvise den største variasjonen av komplekse livshistorier.

Ennå hadde ikke marinbotanikerne – eller andre biologer – noe begrep om evolusjonen, en forståelse som kom etter Darwins bok ”Om artenes opprinnelse gjennom det naturlige utvalg” i 1859. Oppfatningen av artenes utvikling brakte en ny dimensjon inn i forståelsen av slektskapet mellom artene. Det er uklart hvorvidt og hvordan gjenopplagelsen av Mendels arvelover rundt forrige årtusenskifte også påvirket tenkningen rundt klassifiseringen.

Etter Linné-epoken kan perioden 1800–1875 betegnes som planteklassifiseringens “gyldne år”, for disse årene framviste store framskritt i klassifiseringen for alle plantegruppene, både de på land og de i sjøen. Fram til 1875 var et flertall av alle kjente planter blitt klassifisert.

Spesielt for tareslekten *Laminaria* og tilliggende slekter i systemet var det nå av betydning å få oppklart livshistorien. Det var først den franske botaniker Camille-François Sauvageau (1861–1936) som i 1915 fant at taren hadde et mikroskopisk kjønnsstadium i sin livshistorie. (Se kap. 1.5.) Dette mikroskopiske stadiet er ennå ikke oppdaget i naturen, annet enn ved kontrollert overvåkede dyrkingsforsøk.

Klassifiseringsarbeidet fortsatte, spesielt med oppklaringen av livshistorier. Først så sent som

1949 ble livshistorien for den kommersielt uhyre viktige rødalgeslekten til fjærehinne (*Porphyra*) klarlagt. (Se fig. 1.14 og kap. 9.)

På 1930-tallet var det produsert en overveldende mengde studier av de store algenes indre bygning (anatomi) og ytre trekk (morfologi). Det ble nå stadig mer utfordrende å sammenfatte kunnskapen slik at den bl.a. ble noenlunde tilgjengelig for nye studenter. Dette klarte den engelske botanikeren Felix Eugen Fritsch (1879–1954) med sitt tobinds verk *The structure and reproduction of the algae* som kom ut første gang i 1945, og ble trykt opp igjen både i 1952, 1959 og 1965. Senere arbeider har på langt nær klart å sammenfatte den omfangsrike detaljkunnskapen på samme måte som Fritsch, og må i dag regnes å være utenfor rekkevidde for en person.

Det startet altså med beskrivelse av ytre trekk. Et praktisk aspekt var at havet under fjæra i gamle dager var skjult for botanikerne. Noen kunne få materiale brakt opp av bl.a. svampdykkere, noe som dog var forbeholdt varmere farvann. På nordlige breddegrader var eldre tiders botanikere avhengig av hva havet selv kastet opp fra dypet, eller hva de kunne få fatt i ved ekstreme lavvann. Fra slutten av 1800-tallet våhet noen marinbiologer seg ned med tradisjonelle dykkerhjelmer. Slik ble stortareskogen beskrevet i detalj første gang av den engelske marinbiologen Kitching på 1930-tallet.

Med froskemannsutstyr (engelsk: SCUBA – Self-Contained Underwater Breathing Apparatus) utviklet under andre verdenskrig kunne forskerne på 1950-tallet selv komme seg ned i tareskogene og hente prøver uten å måtte ty til grove redskaper som trål eller grabb.



Fig. 1.9. Norsk institutt for tang- og tareforskning (NITT) tok i bruk froskemannsutstyr i 1958. Her nytter siv.ing. Arne Jensen utstyret september 1958, sannsynligvis ved Flakk utenfor Trondheim hvor Trondheimsforskerne ofte hentet planter til kjemiske analyser. Utstyret ble nyttet bare en kort periode, og ikke under de store kartleggingene av norskekysten på 1950- og 1960-tallet. Bruk av froskemannsutstyr var da som nå relativt risikofyllt.

(Foto: Schrøderarkivet, Trøndelag Folkemuseum; FTTF.SCH.059932.03 og .09)

Krigen brakte flere teknologiske framskritt. Neste med stor betydning var elektronmikroskopet. Det gjorde det mulig å beskrive mange mikroskopiske detaljer, både inne i cellene (plastider, mitokondrier) og ytre som de små sveipetrådene ([flagellene](#)) på sporene fra de store algene. Blant detaljene inne i cellene ble det vist at det lille organet som inneholdt klorofyll (kloroplast) er – som tidligere nevnt – omgitt av ulikt antall membraner for de ulike algegruppene, som et mål for grovere klassifisering. (se tabell 1.1.)

Da plastider er komplekse strukturer med mange felles trekk var det ikke urimelig å anta at celler med slike strukturer er nært beslektet. Vi vet nå at denne kompleksiteten skyldes såkalt

endosymbiose (se nedenfor). Som en ser i tabell 1.1 er et av skillene mellom algegruppene ulike antall membraner rundt plastidene. Antall membraner rundt kloroplastene forteller om evolusjonsmessig slektskap, da en mener at økt antall er forårsaket av at en type organisme har tatt opp i seg en annen (symbiose), og addert sine membraner til de i den organismen som den har "fanget". [Se en interaktiv modell av en plantecelle her](#).

Elektronmikroskopet avslørte rundt 1960 at det mest fundamentale, overordnede skillet i planteverdenen gikk mellom prokaryoter og eukaryoter. Eukaryoter har en cellekjerne omgitt av en membran, samt bl.a. mitokondrier og mange andre organeller som mangler hos de prokaryote. (Se f.eks. [celle](#)).

Elektronmikroskopet ble også hjelpemiddelet som ga grunnlag for endosymbioseteorien. Endosymbiose står sentralt i de seneste forklaringene av klassifiseringen av plantegruppene. Endosymbiose er et fenomen med symbiose (samvekst) der den ene av organismene lever inne i den andre. Kort fortalt ble noen primitive bakterier for ca. 1500 millioner år oppslukt av mer avanserte celler med cellemembran, og ble egne små komponenter inne i disse cellene, til felles nytte. Slike små komponenter kalles organeller, og to av de viktigste i denne sammenheng er plastidene kalt kloroplaster (med fotosynteseapparatet) og mitokondrier (med energiprodukerende evne). Over årmillionene har denne symbiosen blitt permanent. Denne permanente innfangingen av prokaryotiske blågrønnbakterier (med fotosyntetiserende evne) er grunnlaget for utviklingen av de eukaryote algene og derved også av landplantene.

Men endosymbiose skjedde ikke bare en gang over årmillionene, og ikke bare på en måte. Gjentatte endosymbiotiske prosesser har bl.a. medført at brunalgene – med sine kloroplaster med flere enn to membraner – skiller seg evolusjonsmessig sterkt fra hhv. rød- og grønnalgene.

Oppdagelsen av strukturen i arvestoffet (DNA) i 1953 er blitt fulgt av stadig mer raffinerte verktøy for molekylærbiologi. Kartlegging av DNA-profiler for stadig flere arter har gjort det mulig å beskrive presist deres genetiske slektskap for både å finne hvordan artene har utviklet seg og hvilke som er nært beslektet. 2010 ble året med dekodingen av hele arvestoffet/genomet til den første brunalgen – brunli (*Ectocarpus siliculosus*).

Ved mulighetene for å studere arvemessig slektskap på det molekylære nivået vokste det fram en klassifisering helt basert på slektskap. En inndelingsmåte som grep om seg fra 1960-tallet var kladistikk, nå kjent som [fylogenetikk](#), som grupperer organismer etter evolusjonært slektskap heller enn etter likhet i ytre trekk (morfologiske). Til grunn for denne klassifiseringsmåten ligger en forestilling om at alt liv har en felles opprinnelse, og metoden ignorerer langt på vei ytre kjennetegn.

Med den industrielle interessen for tang og tare som råstoff fra begynnelsen av århundreskiftet kom det også i gang et mer systematisk kjemisk analysearbeid. Naturlig nok var dette også avhengig av utviklingen innenfor analytisk kjemi. Da svært få kjemikere viet tang og tare særlig interesse utviklet dette feltet seg heller langsomt. Den kraftig økende instrumenteringen av kjemisk analyse på 1950-tallet ga raskt bedre muligheter for å avdekke detaljene i tang- og tarekjemien.

Det første møtet i en internasjonal forsamling av tang- og tareforskere ble holdt i Edinburgh 1952. Det markerte starten på [International Seaweed Association](#). Foreningen har siden holdt en tilsvarende internasjonal konferanse for anvendt tang- og tareforskning hvert tredje år, med foredrag over de store algenes kjemi og biologi og deres teknisk utnyttelse.

Plassering av de store algene i planteverden

Både den tradisjonelle og den moderne måte å inndele artene på har svakheter, enten det er

klassifisering ved ytre og indre strukturelle kjennetegn, eller ved bare å sammenlikne DNA-profiler.

Hvis vi tar litt fra begge systemene (både hierarki og kladistikk/fylogenetikk), og supplerer med biokjemiske og mikroskopiske/fysiologiske kjennetegn, kommer vi altså til at de tre tilsynelatende nærstående algeklassene har framkommet til høyst ulik tid i utviklingen av livet på jorda.

I moderne klassifisering plasseres altså tang og tare til hver sin særegne plantegruppe, ut fra genetisk og evolusjonært slektskap. De er altså langt fra så nært beslektet som en skulle tro ut fra et overfladisk førsteinntrykk. Det er faktisk større utviklingsmessig "avstand" mellom f.eks. rødalger og blomsterplanter, enn mellom sopp og mennesker.

Dette er forsøkt framstilt i figur 1.10. Gruppene som er listet opp her er 'klader', og inneholder bare organismer som har utviklet seg fra en felles forløper. Plasseringen av kladene inne i hierarkiet av biologiens taxa (fra art til rike) er ennå usikker.

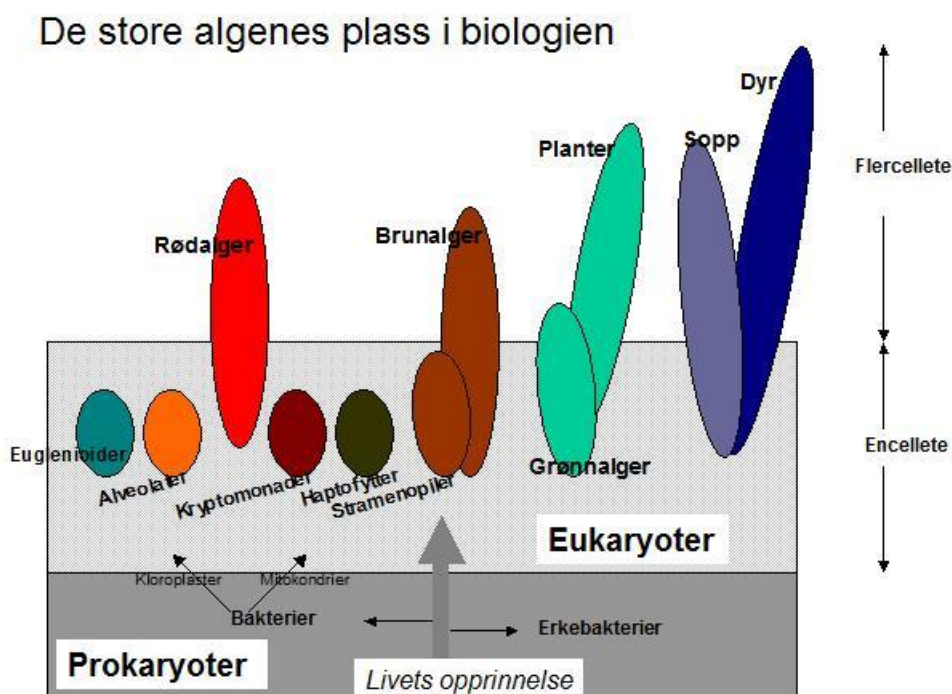


Fig. 1.10. De store algenes plass i biologien. [Figuren er basert på en engelsk versjon](#), og viser at "tang og tare" ut fra evolusjonen er et konstruert samlebegrep. Modellen er ikke den eneste. [Andre modeller har f.eks. 12 riker](#).

Dyreriket og soppriket står evolusjonsmessig nært, som figuren viser. Felles for begge disse to rikene er at de bare har mitokondrier, ikke kloroplaster. De lever altså heterotroft som «dyr» eller «sopp» alt etter om de har indre eller ytre fordøyelse. De andre rikene har ulike karakterer. En primær erhverving av kloroplast er ved opptak av en prokaryot blågrønnbakterie, sekundært, ved opptak av en eukaryot celle med prokaryot kloroplast, eller tertiært, ved opptak av en eukaryot celle med eukaryot kloroplast (altså celle inne i celle inne i celle). Her har både planteriket (med grønnalgene) og rødalgeriket begge primære kloroplaster (som opprinnelig har vært prokaryote blågrønnbakterier). Hos planteriket (som i moderne, utvidet forstand også omfatter grønnalgene) inneholder kloroplastene klorofyll a og b og gult β -karoten, hos rødalgeriket bare klorofyll a, som er maskert av rødt fykoerythrin.

Det er bare planteriket og rødalgeriket (det røde riket) som har primære kloroplaster, resten av organismene regnet som planter (herunder brunalgene) har sekundære eller tertiære kloroplaster.

I tillegg til det basale klorofyll a, er det tre grupper av hjelpepigmenter:

- Andre klorofyller, som klorofyll b eller klorofyll c_1 ; dette er som klorofyll a grønne forbindelser, og alle inneholder den komplekse 'porfyrin-ringen' med karbon- og nitrogenatomer som omkranser et magnesium-ion.
- Karotenoidene, som er relativt små, kjedete molekyler, hovedsakelig hydrokarboner med noen få oksygenatomer. De fleste er gule, brune, oransje eller røde.
- Fykobilinene, som er komplekse ringmolekyler lik hem-gruppen i røde blodceller. Som hem-gruppen som normalt er forbundet med proteinet globin er fykobilinene koblet til proteiner og inneholder jern-ioner. Fykobilinene er stort sett røde, oransje eller blå.

Ennå arbeider verdens relativt få eksperter på algesystematikk med å revidere tidligere feilaktige oppfatninger, f.eks. plasseringen av deler av livshistorien for en og samme art til forskjellige arter.

1.3 Vekstmiljø (sonering, økologi)

Under den detaljerte kartleggingen av mengdene tang og tare langs norskekysten på 1950-tallet, fant en at den norske kystlinja mellom 63 og 69° n.br. (Trondheim–Tromsø) er på hele 40 000 km når en summerer langs alle holmer, skjær og fjordarmer. Den vanlige oppfatningen er at hele norskekysten er 20 000 km. Når en så vet at nær hver meter kystlinje og store under-sjøiske arealer er bevokst med makroalger, forstår en at norskekysten er rik på tang og tare.

Algesamfunnene langs kysten er tydelig sonert. Øverst, i "sjøsprøytsonen" (supralittoralen), dominerer de blågrønne bakteriene og marebek (sistnevnte lav av slekten *Verrucaria*). Begge danner sorte belegg på stein, men det er lett å merke forskjell på dem. Marebeken kjennes ru enten den er våt eller tørr, mens de blågrønne bakteriene virker som et glatt belegg som blir sleipt når det blir vått. I grensa til supralittoralen finner vi også knipper av sauetang, som er fornøyd bare de får litt sjøsprøyt nå og da, jf. fig. 1.11.

I selve tidevannsbeltet (fjæra) dominerer tang: Blæretang, spiraltang og grisatang, og i nederste del av fjæra og et stykke under fjæremålet, sagtang. Vi skal imidlertid ikke glemme at fjæra også byr på mange rødalger som fjærehinne, søl, vorteflik, krusflik og grønналger som havsalat og tarmgrønske.

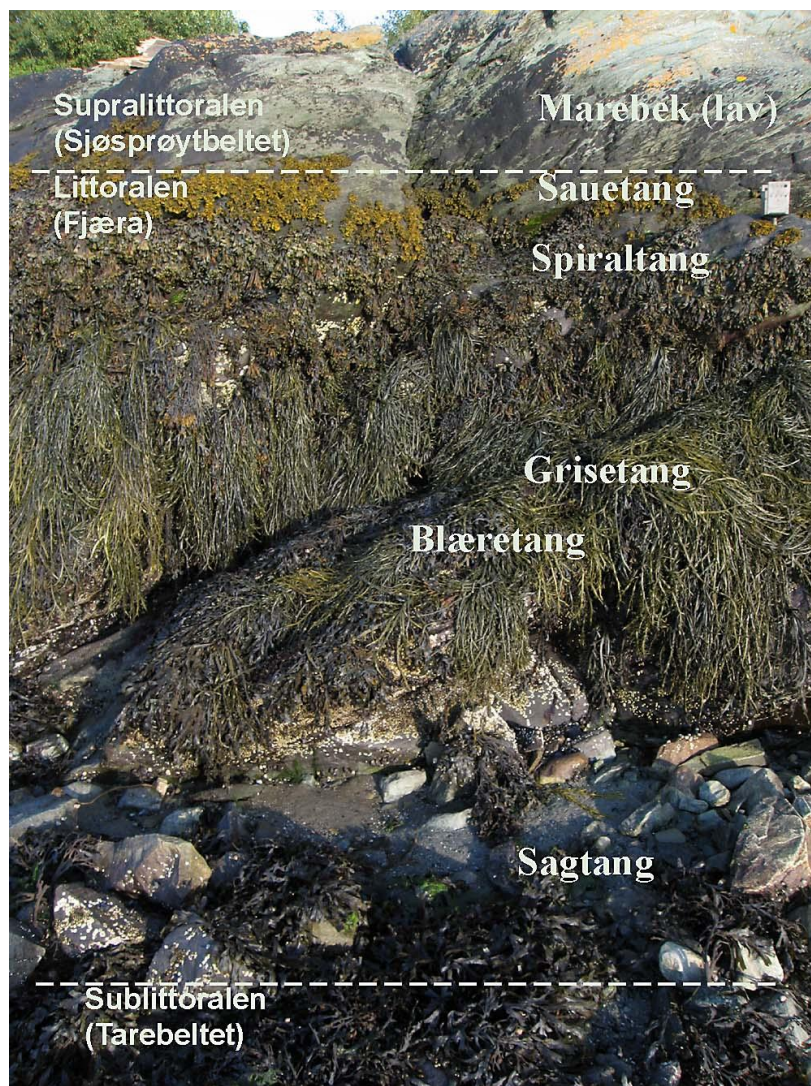


Fig. 1.11. Fjæra ved lavvann i Trondheimsfjorden.
Se teksten om soneringen av artene. (Foto: Mentz Indergaard.)

I norske kystnære farvann er steingrunnen fra lavvannsmerket og ned til ca. 30 m dyp vokseplass for mange hundre arter av store alger, derav fem tarearter: Butare dominerer vanligvis i de øverste metrene på de oseaniske kyst- og fjordstrekninger som er mest utsatt for sterk strøm og vind, av og til sammen med fingertare som går lenger inn i fjordene. Stortaren, som utgjør nærmere 90 % av all tareskog langs norskekysten, finnes helst dypere ned enn butaren og fingertaren, og av og til sammen med draughtare. Mens stortaren dominerer på dypere, værutsatte strøk, har sukkertaren sine konkurransefortrinn i mer beskyttede deler av kysten, og går lenger inn i fjordene. I beskyttede gruntvannsområder og innover i fjordene reduseres gradvis både størrelsen og tettheten av stortareindividene, samtidig som en får et større innslag av andre tarearter – en blandingskog. Tilsvarende ser en både nordover mot Finnmark og innover langs kysten av Skagerrak.

Mens sukkertaren er best tilpasset rolige farvann, og fingertaren brenningssonen, er stortaren med sin stive stilk å finne på 2–30 m dyp. Den trives best i god vannstrøm uten brenning, relativt høy saltholdighet og temperaturer på 10–15 °C, men kan overleve 0–20 °C.

Stortareskogen i de ytre kyststrøkene hvor den høstes har en naturlig gjennomsnittsalder på 4–6 år. Altså fornyes inntil ¼ av plantene hvert år. Dessuten faller det gamle bladet av hver høst/vinter, og i tillegg kommer den kontinuerlige slitasjen av bladets ytterste deler. Veksten skjer i nedre del av bladet, vekstsonen skyver altså bladet oppover og de eldste delene er ytterst hvor det er utsatt for slitasje, jf. fig. 1.16. Summen er at det årlig går tapt ca. 20 % av

stående bestand og ca. 50 % av årsproduksjonen. Da tare har litt større spesifikk tetthet enn vann vil det meste bli dratt ut på dypet. Drivtaremengdene som kastes opp på land er ca. 10 % av den taren som rives løs.

1.4 Geografisk utbredelse

Jorda kan deles inn i syv floristiske regioner mht. forekomster av tang og tare: Arktisk; kald temperert (hhv. nordlig og sørlig halvkule); varm temperert (hhv. nordlig og sørlig halvkule); tropisk; antarktisk.

Utbredelsen kan kort karakteriseres ved at brunalger dominerer tempererte farvann, rødalgene dominerer de tropiske strøkene, mens grønnalgene er noe midt i mellom – altså noen flere arter grønnalger i tropene enn i kalde strøk. Fra den sørlige halvkule og helt opp til ca. 50 grader nord, dvs. på høyde med den engelske kanalen, er forholdet mellom antall arter i gruppene rødalgearter:brunalger omtrent 5:1, mens det synker raskt til 1:1 videre nordover. Siden brunalgene gjennomsnittlig er mye større, synes derfor spesielt våre høye nordlige kyster å være dominert av brunalger.

Blant de store algene er det bare noen meget få ekte globale arter, dvs. at de er utbredt langs kystene både på nordlige og sørlige halvkule og i kalde, tempererte og varme strøk. Eksempler på globale arter er grønnalgene havsalat og tarmgrønske. Grønnalger har ofte en opportunistisk evne til raskt å ta opp tilgjengelige næringssalter. En ser derfor ofte grønnalger ("grønske") ved utløpet av kloakker og andre næringsrike avløp i fjæra.

I åpne havområder er planteplanktonet nær enerådende. Et av de få unntak er Sargassohavet, hvor flere arter [sargassotang](#) flyter over store områder ved hjelp av blærene sine. Også i kyststrøkene finnes noen tang- og tarearter frittflytende. De finnes både som egne arter og varianter/vokseformer av kjente arter. En frittflytende vokseform av grisetang kan finnes innerst i trange fjordarmer/bukter.



Fig. 1.12. Frittflytende form av grisetang i en trang bukt ved Herdla utenfor Bergen. (Foto: Mentz Indergaard.)

1.5 Livshistorier (livssykluser) og vekststrategi

Livshistorie

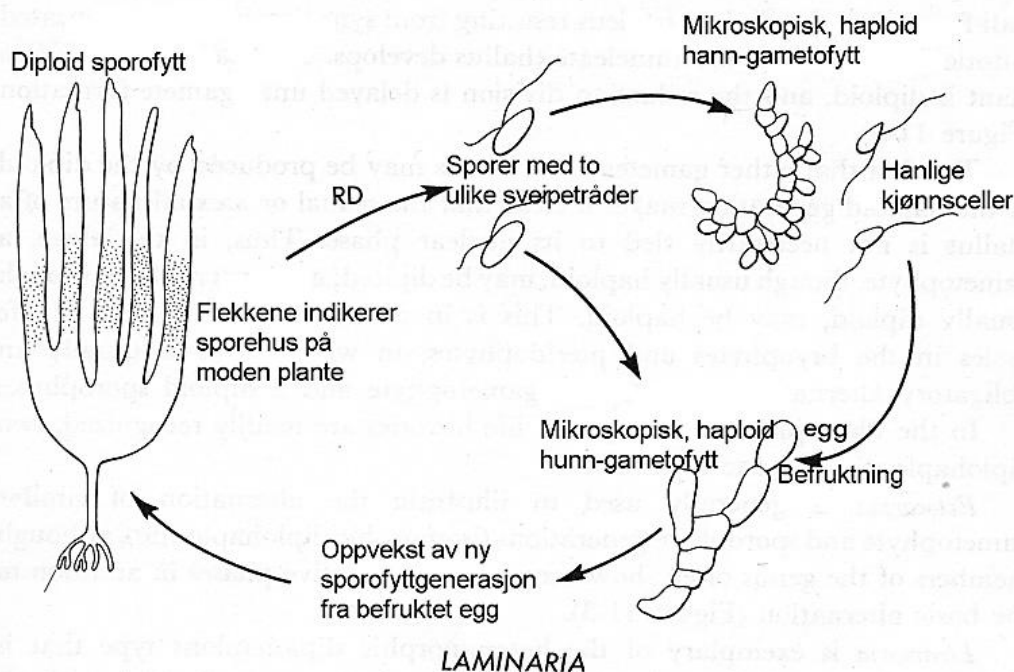


Fig. 1.13. Livsløp hos tare. RD = reduksjonsdeling, dvs. halvering av antallet kromosomer, som ved kjønnnet befruktning mellom haploide kjønnsceller (med det halve antalle kromosomer) igjen blir diploide (dvs. normale celler med dobbelt antall kromosomer.). (Modifisert fra Dawson (1966).)

Mens blomsterplantene på land formerer seg gjennom frøsetting, har de store algene minst et stadium i sin ofte kompliserte livshistorie (ofte kalt livssyklus) hvor de produserer sporer. Figurene 1.13–1.15 viser et eksempel for hver av de tre algegruppene.

Tarebladet er ettårig. Det vokser på vinteren og ut over våren og felles under høststormene, når et nytt blad er i emning i overgangen mellom stilk og blad. Stilken er flerårig. Et tareblad kan være fullt utvokst i løpet av 8–12 uker.

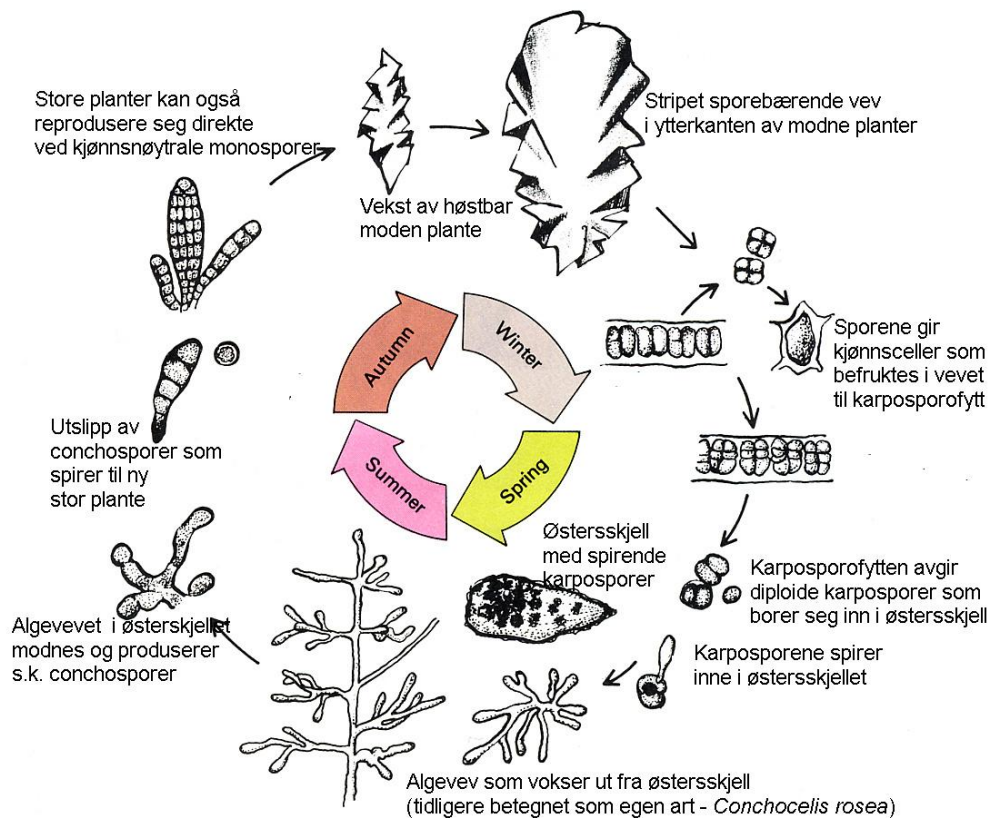


Fig. 1.14. Skjematisert fremstilling av den kompliserte livshistorien til en japanske utgave av rødalgen fjærehinne, *Porphyra tenera*. (Modifisert fra Yamaha Fishery Journal nr. 12, 1980.)

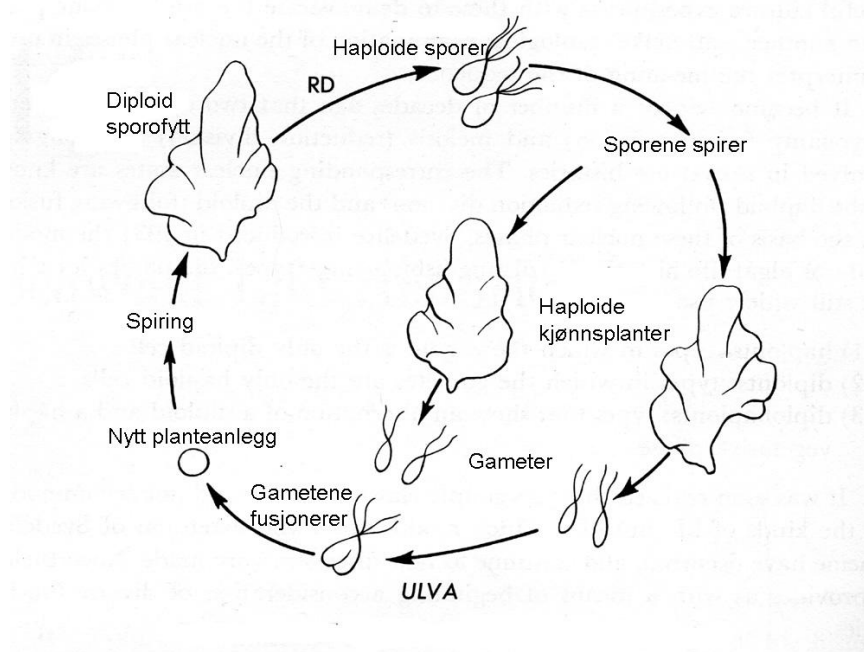


Fig. 1.15. Skjematisert fremstilling av livshistorien til havsalat. (Modifisert fra Dawson (1966).) Bemerk at tre av stadiene (de haploide hann- og hunnplantene og den diploide sporofytten) har like ytre trekk.

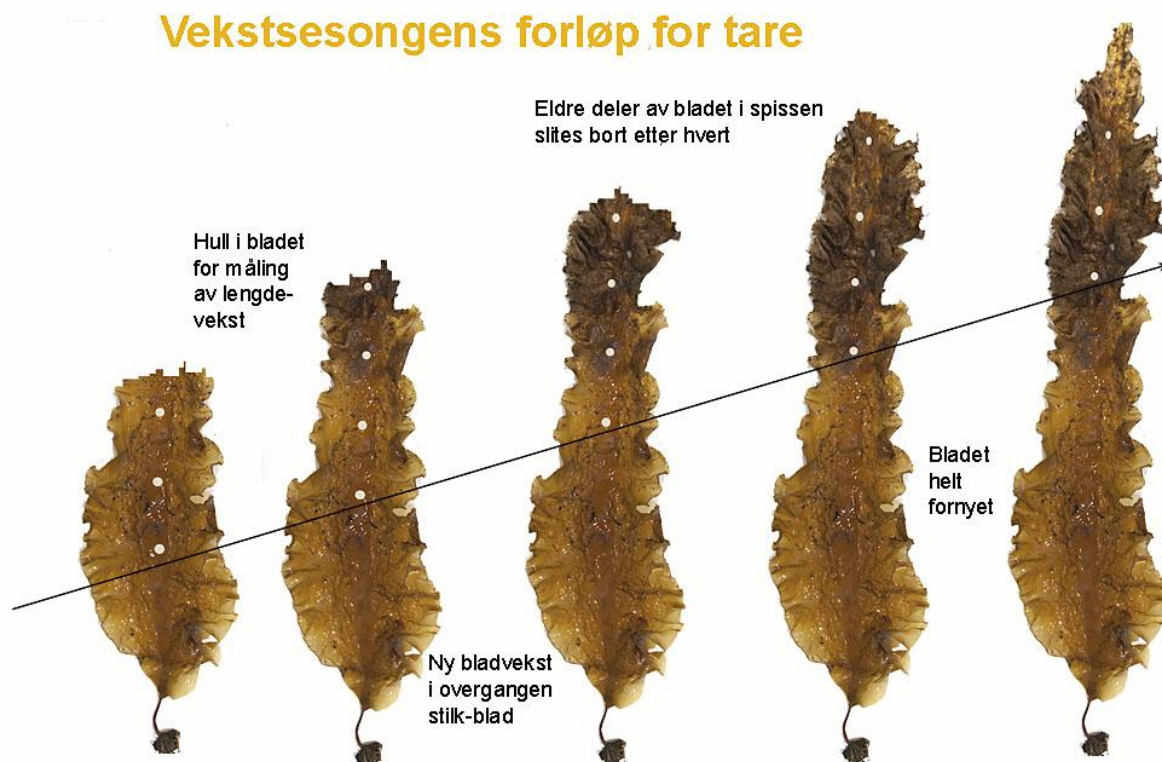


Fig. 1.16. Vekstsesongens forløp for tare kjematisk fremstilt. Nytt blad skyver det gamle foran seg. Lengdeveksten måles ved å måle avstanden mellom den krappe overgangen mellom øvre del av stilken og bladet fram til hullene. Stilken vokser også litt hvert år. (Illustrasjon ut fra Mann (1973). Fotogrunnlag: Jon Funderud.)

Tareartene er glimrende tilpasset vekst langs den kalde norskekysten. Gjennom hele høsten tilføres norskekysten store mengder fosfater og nitrater ved oppstrømming av næringsrikt dypvann. Det er denne prosessen som gjør norskekysten så produktiv. Næringssaltene blir tatt opp og lagret i store mengder i tareplantenes vev. Bemerk at fig. 1.17 viser at tares nitratlager er mettet når tares konkurrent planteplanktonet dukker opp med vårsola.

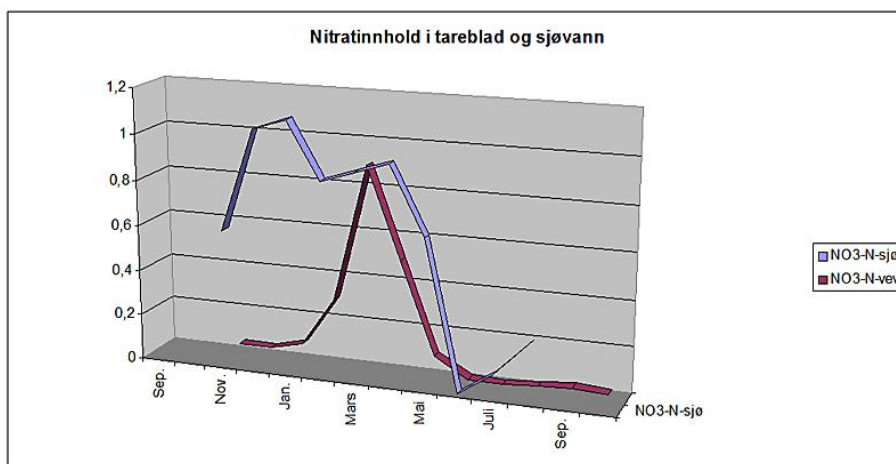


Fig. 1.17. Nitrogen i form av nitrat i hhv. stortarens bladvev og i sjøvannet gjennom året. Nitrat-N i sjøen regnet som µg/l. Nitrat-N i plantevevet regnet som g/100 g tørrvekt. Sammenlikn med variasjonen i proteininnhold i fig. 1.18.

Til å kunne gjennomføre dette opptaket av hovednæringsalter på høsten og vinteren har den i

løpet av sommeren nyttet sollyset til å fylle opp energilagrene med karbohydrater, som polysakkaridet laminaran (tarens variant av landplantenes stivelse) og sukkeralkoholen mannitol.

På denne tiden av året er havet tømt for planteplankton, som ikke har mulighet til å utnytte de store mengdene næringssalter som strømmer inn til kysten på denne tiden, da sollyset er fraværende og de ikke har plass i sin ene celle til å lagre kjemisk energi slik taren kan med sin store plantekropp. Med kjemisk energi fra sine nylig fylte lagre med karbohydrater kan taren både ta opp næringssalter og starte ny syntese av proteiner, altså vokse. Så når snøen dekker landet er taren i full vekst. De eldre tareplantene produserer samtidig et spesielt vev på overflaten med sporer til neste generasjon. Når sollyset kommer i mars-april er tarens lager av karbohydrater tømt, men den er kommet langt i veksten og sollyset tar over som energikilde. Solenergien hjelper den også til å ta opp og toppe lagrene med nitrogenforbindelser, akkurat i tide før vårblomstringen av planteplankton tømmer de øverste metrene av havet for næringssalter. Sommersola bruker taren til å bygge opp igjen det nevnte lageret av kjemisk energi i form av lett omsettbare karbohydrater. Proteininnholdet i taren når sitt relativt sett høyeste nivå i mars-april.

En viktig faktor i tareskogens liv er stormer. Når "båra bryt på tredve meter" går det ille med de eldste stortarene som etter hvert er blitt så stive i festet at de ikke lenger kan svinge med og for sprø til å stå imot vannmassene, men blir revet av. Dette er naturens orden; ca. 40 % av årets storetareproduksjonen hvert år går naturlig tilbake til naturen, enten som avslitt vev eller ved at gamle planter dør og råtner eller rives opp av høst- og vinterstormene. Under sterke stormer kan altså naturen "høste" store mengder. Grovt gjettet kan det i stormfulle år dreie seg om 10 % av hele den stående bestanden. Hvis en godtar anslaget om en stående bestand på totalt 30 mill. tonn ferskvekt, kan altså naturen selv ved noen ekstra kraftige stormperioder rive med seg 3 mill. tonn.

1.6 Kjemisk innhold

Selv om det aldri har vært høstet tang og tare kommersielt i Trondheimsfjorden, har fjorden vært et naturlig laboratorium for den anvendte tang- og tareforskningen. NTNFs Norsk institutt for tang- og tareforskning ble etablert i Trondheim i 1950 og deler av forskningen er siden 1973 videreført av universitetsmiljøet på Gløshaugen. Derfor er mye av kunnskapen om norsk tang- og tarekjemi basert på analyser av planter fra Trondheimsfjorden.

Variasjonen i kjemisk innhold gjennom året er fremstilt i fig. 1.18. Variasjonene i opplagsnæringen (lagringskarbohydratene laminaran og mannitol) er primære sesongvariasjoner. Produksjonen av mannitol og laminaran i plantene fører til en tilsvarende prosentvis mindre andel av aske og alginsyre. Det foregår selvsagt en betydelig nysyntese også av alginat i løpet av (vekst)sesongen.

Den kjemiske sammensetningen hos tang og tare skiller seg vesentlig fra landplantene. Algene har et vanninnhold på 75–90 % mot landplantenes 20–40 %. Askeinnholdet er hos algene 20–45 % av tørrvekt, mens det hos landplantene ligger under 10 %. Mens landplantene har cellulose som støttesubstans, har brunalgene utviklet alginat (se kap. 6). Stivelsen hos landplantene har sitt motsvar i laminaran hos brunalgene. Betydelige mengder mannitol (hos tare) og fucoidan (hos tang) er også karakteristisk for brunalgene. Algene er ellers rike på natrium (Na), kalium (K), sink (Zn), jod (I), endel spormineraler, vitaminer og vekstfaktorer. Brunalgene utmerker seg videre ved et høyt innhold av fenolforbindelser, men de inneholder ikke lignin (vedstoff).

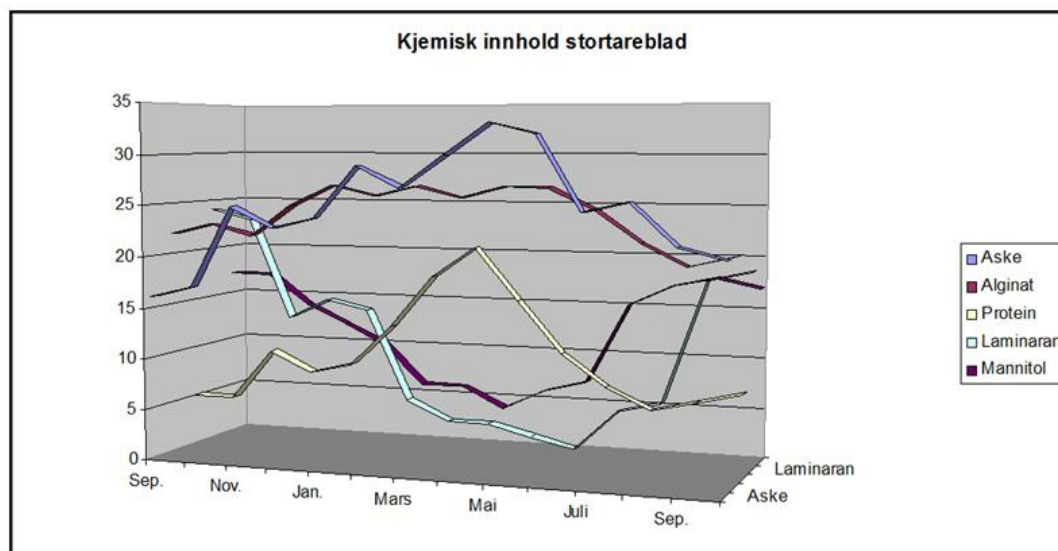


Fig. 1.18. Årstidsvariasjon i kjemisk innhold for bladet i stortaren. Verdier i prosent av tørrvekt. Sammenlikn med tarens og sjøvannets samtidige innhold av nitrat i fig. 1.17.

Tabell 1.2. Kjemiske sammensetning av noen store alger. Alle tallene, unntatt vanninnholdet, er oppgitt som g/100 g tørrstoff.

	<i>Grisetang</i>	<i>Brunalger Fingertare</i>	<i>Butare</i>	<i>Søl</i>	<i>Rødalger Fjærehinne</i>	<i>Grønnalge Havsalat</i>
Vann	70-85	73-90	73-86	79-88	86	78
Aske	15-25	21-35	14-32	15-30	8-16	13-22
Sum karbohydrater	34-70	27-83	25-89	-	≈40	42-46
Alginat	15-30	20-45	21-42	0	0	0
Xylan/pentoser	0	0	0	0	29-45	0
Laminaran	0-10	0-18	0-34	0	0	0
Mannitol	5-10	4-16	4-13	0	0	0
Fukoidan	4-10	2-4	n.d.	0	0	0
Floridosid	0	0	-	2-20	n.d.	0
Fiber	5	6-8	5-7	1,5-3,5	4-7	4-5
Andre karbohydr.	0-1	1-2	1-2	n.d.	n.d.	n.d.
Protein ^a	5-10	8-15	9-18	8-25	33-47	15-25
Fett	2-7	1-2	1-2	0,3-3,8	0,7	0,6-0,7
Tanniner (Fenoler)	2-10	ca.1	0,5-6 ^b	0,2	0	0
Kalium (K)	2-3	1,3-3,8	n.d.	7-9	3,3	0,7
Natrium (Na)	3-4	0,9-2,2	n.d.	2-2,5	n.d.	3,2
Magnesium (Mg)	0,5-0,9	0,5-0,8	n.d.	0,4-0,5	2,0	n.d.
Jod (I)	0,01-0,1	0,3-1,1	0,05 ^c	0,01-0,1	0,0005	n.d.

Målingenes variasjonsbredde skyldes dels individuelle variasjoner i tilsynelatende like plantebestander, men i hovedsak viser de årstids- og voksestedsvariasjoner. Sesongvariasjonen (jf. avsnittet om vekststrategi) er den mest utslagsgivende med veksling mellom akkumulering av energirike karbohydrater og senere forbruk av dem til vekst. Dette gjelder særlig tareartene. Variasjonen i innholdsstoffer i tarens stilk og for hele planten hos tang er vesentlig mindre.

1.7 Den norske tareskogen

Stortare er en bladtare. Den har sin globale hovedutbredelse langs norskekysten, med store bestander (tareskoger) fra Rogaland i sør til øst-Finnmark i nord. Aller best vokser den langs kysten av Møre og Romsdal og Trøndelag. Her finner en de eldste og største individene. Ellers vokser den rundt Island, og langs kysten av de britiske øyer og Nord-Frankrike.

Utbredelse og produktivitet

Norge har Europas største bestander av tang og tare. Ca. 10 000 kvadratkilometer av norskekysten er bevokst med store alger. Arealet tilsvarer Norges areal av dyrket mark. Stortareskogen utgjør mer enn 80 % av biomassen langs norskekysten, med en stående bestand her anslått til ca. 30 millioner tonn.

Stortaren vokser fra like under lavvannsmarket til ned til ca. 30 m dyp, avhengig av tilgangen på lys. Stortareskogen har en grunnleggende betydning for det assosierte plante- og dyresamfunnet. Med 10–50 planter i varierende høyde for hver kvadratmeter byr den på et tredimensjonalt miljø. Produksjonen og produktiviteten (produksjon pr. tidsenhet) kan måles på flere måter. En målemetode som angir tareplantenes evne til å binde karbon (C) fra sjøvannet er produsert gram C/m²/år. Tareskogen plasserer seg som et av de mest produktive blant verdens ville plantesamfunn, med 1000 g C/m²/år. Dette er høyere enn både tropisk regnskog og intensivt landbruk. Ikke dårlig for en plante tilpasset norske forhold, og som starter veksten i november/desember.

Når stortaren er kjønnsmoden fra 2-årsalderen kan et individ produsere ca. 7 milliarder sporer i løpet av 2–3 måneder. Med anslagsvis 3–5 modne individer pr. m² langs kysten er reproduksjonspotensialet enormt. Ca. 20 % av plantene er imidlertid infisert med en annen brunalge, *Streblonema* sp., som vokser inne i vevet til taren og hindrer den i å danne sporer til reproduksjonen. Dette kan altså forstyrre stortarens reproduksjon, men det er mulig dette er en naturlig del av stortareskogens liv som ikke påvirker den i nevneverdig grad. Stortaren slår seg raskt ned på ledige og passende deler av sjøbunnen. Nær sagt overalt på norskekystens steinbunn er et stort antall taresporer og små tareplanter rede til å feste seg og vokse bare det blir plass til dem.

I en tett tareskog kan det stå flere generasjoner sammen av forskjellig lengde. De små er ofte eldre enn de ser ut. Når de lengste/eldste forsvinner (eldes, tas av storm) får de små nok lys til videre rask lengdevest og fyller raskt hullet etter de som forsvant. På 1 m² kan ca. 120 planter starte oppveksten, etter 4 år er det bare 10–15 tilbake, og riktig gamle blir bare 3–4 stykker. Dette skyldes i hovedsak lystilgangen og stormpåvirkning. Plantene dras ut i dypet eller kastes på land i tarevoller.

Noen økologiske aspekter ved tareskogen

Tang- og taresamfunnene er svært produktive og artsrike samfunn i kystnære områder. I tillegg til sin rolle som primærprodusenter skaper disse vegetasjonstypene miljøer med gode næringsforhold og muligheter til å skjule seg for en rekke marine organismer, bl.a. mange slags fisk (men ikke de mest kommersielt ettertraktede). Redusert forekomst av tang og tare over store områder, vil derfor kunne få økologiske og økonomiske konsekvenser for kystsamfunn.

Tareskogen gir også ly for organismer som ikke er direkte knyttet til den. Vi finner gjerne fiskearter som lyr, sei og torsk over tareskogen. Mellom tareplantene har vi gjerne leppefisker, torsk og sei, samt flere typer små krepsdyr. Dessuten finnes mange arter knyttet til påvekstplantene (epifyttene), f.eks. krepsdyr som amfipoder (tanglopper) og isopoder (tanglus). I hulrommet i stortarens festeorganer (hapterer) finnes også børstemark, muslinger,

amphipoder, isopoder, småkrabber og trollhummere. På bunnen mellom stortareplantene finnes andre alger og dyr som kråkeboller, sjøstjerner, sjøanemoner, snegler, skjell osv.

Tareskogen produserer mye organisk partikkelmateriale ved at biter av toppen av bladet slites av jevnlig. Dette plantematerialet er vanlig i vannmassene rundt tareplantene og vil også sedimentere ut av tareskogen og ned til bunnen. Innenfor tareskogen er særlig krepsdyr som amfipoder (tanglopper) viktige i omsetningen av denne produksjonen. Imidlertid må tarematerialet brytes ned av bakterier før det egner som mat for amfipodene. Dette er særlig tydelig sommer og høst da tares næringsverdi målt som forholdet mellom karbon og nitrogen (C:N) må reduseres fra rundt 60 til under 20 ved hjelp av bakteriell aktivitet. Snegl er en annen vanlig gruppe dyr i tareskogen. Disse kan til dels nyttiggjøre seg tarekarbonet slik det foreligger i de intakte plantene. Krepsdyr og snegl er i sin tur hovednæringskilde for fisk som lever i tareskogen. Fiskeslagene har også ulike næringspreferanser. Torsk fisker mest krepsdyr, mens leppefiskene spiser mye snegl. På toppen av næringspyramiden i tareskogsystemer står gjerne større fisk, sjøfugl, sjøpattedyr og mennesker.

Stortare og grisetang er de eneste algeartene langs som høstes kommersielt i Norge i dag. Årlig høstes ca. 150 000 tonn stortare og ca. 15 000 tonn grisetang, til produksjon av alginat og tangmel. Stortare høstes med taretrålere på 2–15 meters dyp i den ytre skjærgården på kyststrekningen Rogaland–Sør-Trøndelag, mens grisetang høstes på strekningen Frøya–Vesterålen. Tarehøstingen reguleres gjennom forvaltningsplan for tang og tare, der fylkene er delt inn i felt som er åpne for høsting hvert femte år (hvert fjerde år i Rogaland), mens høstingen av grisetang er uregulert da fjæra favnes av den alminnelige eiendomsrett til nærliggende eiendommer.

Erfaringene fra nær 50 års maskinell høsting av stortare, regulert av offentlige forskrifter siden 1972, tilsier at det synes å være en bærekraftig virksomhet, uten skade verken for stortaren selv eller for fisk og skalldyr i høsteområdene. Det er hovedsakelig de eldste plantene som blir høstet, mens tråltinnene ikke klarer å feste grep i de små plantene som da får langt bedre lystilgang og skyter i været. Høstingen av ca. 150 000 tonn/år er bare ca. 5 % av den mengden som naturen selv fjerner årlig fra tareskogene gjennom slitasje og stormer.

Erosjon fra bølgepåvirkning

Det påstås at taretråling har negative effekter da den reduserer tareskogens beskyttelse mot stranderosjon og som oppvekstområde for kommersielt viktige fisk og skalldyr. Kystområder med redusert tareskog kan være utsatt for erosjon. Et eksperimentelt simuleringsforsøk viste at den viktigste faktoren som medfører erosjon av sandstrender er stor vannhøyde, mens tareskogen utenfor har mindre betydning. Tareskogen kan ha en vesentlig bølgedempende effekt for de normale bølgene som kommer, og tareskogen demper også brenningens kraft. Tareskog kan nok redusere den totale bølgeenergi vesentlig, forutsatt veltilpasset lokal bunntopografi.

Noe annet blir det med en kraftig storm, som kan ta svære jafs av en strand nesten uavhengig av andre bølgedempende faktorer, som tareskogen. Innhoggene i stranda kan være så store at det kan ta 50 normalår å gjenskape den. Det er også pekt på at flere andre forhold påvirker strandlinja, som oppdyrking og gjødsling helt ned til strandkanten, beitetrakk og dumping av organisk avfall.

Nedbeiting utført av kråkeboller

Kråkebollenes nedbeiting av store deler av tareskogen fra nordlige deler av Trøndelagskysten og nordover begynte på 1970-tallet over et område på rundt 2000 km². Denne nedbeitingen kan være et periodisk naturlig fenomen som opptrer over tiår og kommer en gang hvert hundreår, men det finnes ingen dokumentasjon for dette. Naturfenomenet med store

svingninger er det flere av, fra lemenår og solflekkaktiviteter, til sildas vandringer og store oversvømmelser i elveløpene. Det er jo bare i de siste tiårene at større deler av norsk natur er observert systematisk, så det kan ennå gå mange år før vi kan få noe sikrere kunnskap om tareskogen som eventuelt svingende system, eller å kunne tallfeste hvor stor den er i "naturlig" tilstand. Kanskje vi da må normere dens oppførsel over 100–200 år eller mer?

Nedbeiting av tarevegetasjon har blitt observert både langs kysten av Barentshavet, Nordvest-Atlanteren (Newfoundland, Nova Scotia og Maine), Det nordlige stillehav, det sørøstlige Australia, og New Zealand. I Norge har nedbeitingen startet i og angrepet beskyttede områder sterkest. Nedbeitingen har vært minst i eksponerte områder mot åpent hav. Noen steder langs kysten av Nova Scotia har nedbeitingen vært midlertidig, og langs kysten av Nord-Møre og Trøndelag har tareskogen vokst opp igjen i løpet av 1990-tallet.

Beiting på tareskogen av kråkeboller er den største trusselen for taresamfunnene langs norskekysten. I Nord-Norge er store deler av tarevegetasjonen nedbeitet av kråkeboller. Det er anslått at beitingen langs norskekysten representerer et tap tilsvarende en årlig produksjon på 20 millioner tonn tare. De indirekte skadene kråkebollebeitingen påfører kystøkosystemene i form av habitatforringelse og redusert marin produksjon, er foreløpig mangelfullt utredet. Fenomenet er komplekst, og tross mye forskning er det ennå mange ubesvarte spørsmål.

Nedbeiting av tare og fremveksten av kråkeboller er forsøkt forklart på ulike måter i ulike deler av verden, så det finnes ikke noen helhetlig global hypotese. Til tross for undersøkelser over lang tid er det store hull i kunnskapen.

En ofte fremsatt påstand er at en redusert bestand av steinbit kan ha resultert i en redusert predasjonen på store kråkeboller, og at en redusert bestand av steinbit skyldes en økning i selbestanden. Imidlertid er det gjort få funn av steinbit i selmager.

En annen hypotese går ut på at et lavere predasjonstrykk på yngel av kråkeboller kan ha forårsaket fremveksten av kråkeboller med påfølgende nedbeiting av tareskogen. Dette er ikke dokumentert, men det kan ikke utelukkes at predasjon på små kråkeboller er en like viktig kontrollerende faktor som predasjon på store kråkeboller.

For eksempel kan kråkebollene ha gjennomgått en periode med spesielt vellykket rekruttering forut for nedbeitingen av tareskogen, fordi miljøforholdene var spesielt gunstige for god overlevelse av kråkebollenes egg og larver.

Sjøtemperatur kan ha spilt en direkte eller indirekte rolle for rekrutteringen av kråkeboller. Dette, og at nedbeitingen av tareskog langs norskekysten grovt sett falt sammen i tid med nedbeitingen langs kysten av Nordvest-Atlanteren, gjør det sannsynlig at svingninger i havklima på en eller annen måte kan ha spilt en rolle.

I de nedbeitede områdene er det observert tettheter av drøbakkråkeboller i størrelsesorden 30–120 individ pr. m². Erfaringsmessig kan tareskogen vokse igjen når det er under 5–10 kråkeboller pr. m². Det tallet ("terskelverdien") som tettheten av kråkeboller må reduseres til for å få gjenvekst, er imidlertid variabelt og avhengig av den lokale produksjonen av fastsittende alger. En høyere veksthastighet hos tare og andre fastsittende alger vil gi en høyere terskelverdi. Veksthastigheten vil variere både fra et område til et annet og med dypet. Hvordan vekstforholdene for fastsittende alger påvirker terskelverdien for nedbeiting av tareskog, er ikke undersøkt i Norge.

Kråkebollenes adferd og mattilbud kan være viktige faktorer for hvor fort nedbeitingen går.

Parasittangrep har spilt en rolle for nedgangen av noen lokale nordnorske bestander av

kråkeboller, men ser ikke ut til å forklare gjenvækst av tareskog generelt.

Tiltak for å bekjempe nedbeitingen

Ut fra småskala-eksperimenter i Norge er det kjent at fangst av kråkeboller bidrar til økt sjansje for gjenvækst av tareskog. Derfor kan regulert fangst etter kråkeboller foreslås som et øyeblikkelig tiltak. Tiltaket vil neppe gjøre noen skade i den eksisterende situasjonen, men kan bli et eksempel på sunn økologisk forvaltning kombinert med en inntektsbringende næringsvei.

Siden begynnelsen av 2000 har lite skjedd. Havforskningsinstituttet har fått øremerket støtte til prosjekter i Porsangerfjorden som blant annet tar for seg tareskog, men det kan langt fra kalles en storsatsing. Videre fikk Norsk institutt for vannforskning (NIVA) i 2008 støtte fra Norges forskningsråd til et prosjekt som skal se på hypotesen om reduksjon i steinbit- og hummerbestander, som er potensielle kråkebollejegere, også kan ha noe innflytelse.

1.8 Artsnavn på norsk og på botanisk latin

Brunalger under nedre lavvannssmerke (tare i sublittoralen)

Butare – *Alaria esculenta*. ala (lat.) = vinge; esculenta = spiselig.

Draughtare – *Saccorhiza polyschides*.

Fingertare – *Laminaria digitata*. Lamina (lat.) = plate/blad; digitata = fingerliknende. Andre folkelige navn: stroktare, silketare, soll og tongeltare (tonglatare).

Kalifornisk kjempetare (uoffisielt norsk navn) – *Macrocystis pyrifera*. Forekommer på vestkysten av Nord- og Sør-Amerika, rundt Sør-Afrika og Australia. Forsøksdyrket i Kina og Frankrike.

Stortare – *Laminaria hyperborea*. Lamina (lat.) = plate/blad; hyper = utenfor/over; boreal = nordlig. Andre folkelige navn: trolltare, stokktare, stolpetare, palmetare, skråme, hestetare, havtare og kurvtare (korvtare)

Sukkertare – *Saccharina latissima*. Saccharina = sukkeraktig; latissima = utbredd/svært bredt, jf. størrelsen på bladene. (Inntil 2006 het den *Laminaria saccharina*.)

Brunalger i fjæra (tang i littoralen)

Blæretang – *Fucus vesiculosus*. Phykos (gr.) = sjøvekst/alge; vesiculosus = med små blærer

Grisetang – *Ascophyllum nodosum*. Askos (gr.) = sekk; phyllon (gr.) = blad; nodosum = knutet/leddet

Sagtang – *Fucus serratus*. Phykos (gr.) = sjøvekst/alge; serratus = sagtannet.

Sauetang – *Pelvetia canaliculata*. Pelvet = navnet på en fransk naturforsker; canaliculata = renneformet.

Spiraltang – *Fucus spiralis*. Phykos (gr.) = sjøvekst/alge; spiralis = spiralformet/vridd.

Rødalger

[Bred] Agaralge – *Gelidium spinosum* (= *G. latifolium*). Gelidus (lat.) = her: gele-liknende,

(som egenskapene til den industrielt interessante hovedkomponenten i planten, polysakkaridet agar); spinosum = tornet.

Krusflik – *Chondrus crispus*. kondros (gr.) = brusket; crispus = kruset.

Pollris – *Gracilaria gracilis* (tidl. *G. verrucosa*). gracilis (lat.) = tynn; arius (lat. suffiks) = forsynt med; gracilis = tynn.

Purpurfjærehinne – *Porphyra purpurea*. Porphyra (gr.) = purpur (som fargen fra purpursnegl); purpurea = purpurrød.

Svartkluft – *Furcellaria lumbricalis*. furca (lat.) = to-tannet gaffel; ellus (lat. suffiks) = liten; arius (lat. suffiks) = forsynt med; lumbricalis = ormlignende.

Sjørøis – *Ahnfeltia plicata*. Etter N.O. Ahnfelt, svensk botaniker; plicata = foldet, rynket.

Søl – *Palmaria palmata*. Palma (lat.) = håndflate; palmata = håndformet. Navnet søl [gml.norsk søll] sannsynligvis fra det norrøne adjektivet sal som oftest betyr blek, matt, uklar av farge, men også skitten eller mørk.

Vanlig fjærehinne – *Porphyra umbilicalis*. Porphyra (gr.) = purpur (som fargen fra purpursnegl); umbilicalis = med navle (da planten har et feste på midten)

Vorteflik – *Mastocarpus stellatus*. Mastos (gr.) = kvinnebryst; karpos (gr.) = frukt; stellatus = stjerneformet.

Grønnalger

Havsalat – *Ulva lactuca*. Ulva et gammelt plantenavn, i gammel latin brukt om sjøvekster; lactuca = salat.

Vanlig tarmgrønske – *Enteromorpha intestinalis*. Enteron (gr.) = tarm; morphe (gr.) = form; intestinalis = tarmlignende.

1.9 Litteratur og lenker

Generelt

Indergaard, M. and A. Jensen (1991). *Utnyttelse av marin biomasse*. [Trondheim], Institutt for bioteknologi, Norges tekniske høgskole.

Algebiologi og -økologi

Dawson, E. Y. (1966). *Marine botany: an introduction*. New York, Holt, Rinehart and Winston.

Mann, K. H. (1973). "Seaweeds – their productivity and strategy for growth." *Science* **182** (4116): 975–981.

Lüning, K., C. Yarish, et al. (1990). *Seaweeds: their environment, biogeography, and ecophysiology*. New York, John Wiley.

Hoek, C. van den; D.G. Mann and H.M. Jahns (1995). *Algae. An introduction to phycology*. Cambridge, Cambridge University Press.

Lee, R. E. (2008). *Phycology*. Cambridge [England]; New York, Cambridge University Press.

Flora for Norge, bilder av alger

Printz, H. (1953). *Vi sanker tang og tare: kort oversikt over de viktigste arter og deres innsamling*. Norsk inst. for tang- og tareforskning/J.G. Tanum, Oslo.

Rueness, J. (1998). *Alger i farger: en felthåndbok om kystens makroalger*. Oslo, Almater forlag.

www.algabase.org

<http://aquanic.org/species/algae/algaeimages.php>

<http://www.juulforlag.no/stangtare-brune.htm>

<http://www.juulforlag.no/stangtare-rode.htm>

<http://www.juulforlag.no/stangtare-gronne.htm>

<http://fuv.hivolda.no/prosjekt/torhildjohannessen/alger.html>

<http://fuv.hivolda.no/prosjekt/einarjohnsen/>

<http://www.arkive.org/oarweed/laminaria-digitata/> [søk på mange arter, f.eks. Laminaria sp.]

Fykologi og fykologihistorie

<http://en.wikipedia.org/wiki/Phycology>

http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_phycology

Klassifisering og algetaksonomi

Brodie, J. A. and J. Lewis (2007). *Unravelling the algae: the past, present, and future of algal systematics*. Boca Raton, CRS Press.

http://en.wikipedia.org/wiki/Biological_classification

<http://www.bio.uio.no/plfys/haa/leks/a/alger.htm>

<http://www.snl.no/alger/systematikk>

http://www.snl.no/liv/systematisk_inndeling

<http://no.wikipedia.org/wiki/Taksonomi>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Plants>

<http://no.wikipedia.org/wiki/Planter>

<http://www.bio.uio.no/plfys/haa/system/alger.htm>

<http://no.wikipedia.org/wiki/Prokaryoter>

<http://no.wikipedia.org/wiki/Eukaryot>

<http://tolweb.org/Eukaryotes/3>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Chloroplast>

<http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/e23/23a.htm>

<http://no.wikipedia.org/wiki/Kloroplast>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Plastid>

Tareskogen

Rinde, E. and G. Tufteland (1998). *Kystøkologi*. Oslo, Universitetsforlaget.

http://www.imr.no/temasider/alger/tang_og_tare/46389/nb-no

http://www.imr.no/aktuelt/nyhetsarkiv/2008/juni/tare_krakeboller

http://www.imr.no/_data/page/7377/2.11_Stortare.pdf

http://www.imr.no/_data/page/6536/2.10_Stortare.pdf

http://www.imr.no/_data/page/8431/2.11_Stortare.pdf

<http://folk.uio.no/steinfr/Tareskogen.htm>

<http://www.stortare.no/EnVerdifullRessurs/Stortarei%C3%98kologiskSammenheng.aspx>

http://www.regjeringen.no/nb/dep/fkd/dok/rapporter_planer/rapporter/2002/nedbeiting-av-tareskog-i-norge.html?id=105756

Kap. 2: Kartlegging, mengder og forvaltning

2.1 Bakgrunn for kartlegging av tang- og taremengdene

Den folkelige bruken av tang og tare som grønnsaker, tilskudd til dyrefôr og til plantegjødsel strekker seg flere tusen år tilbake. Til slik lavteknologisk, lokal bruk trengtes ingen systematisk kartlegging av ressursene. Lokalkunnskapen satt i kystbefolkningen. Det var først ved den industrielle produksjonen med høsting av store kvanta på begynnelsen av 1900-tallet at en slik oversikt ble en betingelse for praktisk, lønnsom virksomhet.

Allerede på 1700-tallet hadde innsamlingen for brenning av tang og tare antatt store kvanta. All virksomhet var da basert på manuelt arbeid. Begrensinger i tilgangen eller overhøsting av forerkomstene er ikke kjent, selv om dette ikke kan utelukkes. Da brenningen for produksjon av jod fra tareaska kom i gang langs norskekysten i 1870-årene ble denne angivelig langt større enn brenningen for aske til glass, og nådde i 1913 en anslått høstet mengde på 150 000 tonn fersk tare, altså tilsvarende dagens uttak av tare (se kap. 4).

På begynnelsen av 1900-tallet var flere importerte råmaterialer blitt av vital betydning for moderne industrinasjoner. Avbrudd i tilførslene grunnet handelskonflikter eller krigstilstand kunne få vidtrekkende, negative konsekvenser. Slik nasjonal sikkerhetsrisiko er en sterk drivkraft for kartlegging av nasjonale ressurser. Før den tid hadde utnyttelsen tang- og tareressursene enten ikke nådd så stort omfang eller ikke hatt betydning for produkter av vital interesse. Vi skal her se på et eksempel vedrørende kunstgjødsel for den raskt voksende og industrialiserte landbrukssektoren.

2.2 Kartleggingsarbeidet i verden

Den første systematiske kartleggingen var et resultat av en krisesituasjon, og kom også til å spille en rolle i en verdenskrig.

Før første verdenskrig kom størsteparten av kaliumsalter brukt i kunstgjødsel for jordbruket fra Stassfurt-gruvene i nord-Tyskland. Der var det i 1852 oppdaget enorme underjordiske forekomster. I 1861 forkynte den fremstående kjemikeren Justus von Liebig at disse saltene hadde stor verdi som plantegjødsel/kunstgjødsel. Liebig og flere samtidige kjemikere hadde oppdaget at nitrogen, fosfater, og kaliumsalter i jorda var viktig plantenæring og at intensivt jordbruk utarmet jorda for slike forbindelser. Spesielt effektive var kaliumsaltene tilført til sandjord. Med et slikt kommersielt potensial ble antallet gruver økt kraftig for å dekke den raskt økende etterspørsel fra utlandet. Gruvedriften og salget av kaliumsalter ble regulert av den tyske regjeringen, mens en sammenslåing av gruveeierne under navnet Kalisyndikatet stod for markedsføringen.

Amerikanske bønder brukte disse tyske kaliumsaltene for å øke avlingene i den lette, sandholdige jorda i statene rundt Mexicogulfen, de sørlige atlantiske statene og i New England-statene. Dyrking av bomull, mais, poteter, fôrvekster og tobakk krevde alle betydelige mengder kalium. En stor mengde kaliumsalter ble også nytt til produksjon av glass, svartkrutt, såpe, fyrstikker og en rekke fargestoffer. Importen av kaliumsalter til USA ble etter hvert så omfattende at myndighetene begynte å frykte for at en eventuell tysk embargo ville kunne få alvorlig negativ betydning, spesielt for landets landbruksproduksjon. Da USA i 1910 prøvde å øke importen av kaliumsaltene førte det til en lengre diplomatisk dialog med de tyske myndighetene. Denne tidlige konfrontasjonen med den tyske regjeringen ga de amerikanske myndighetene tid til å finne andre kaliumkilder enn de tyske i tide før den kommende verdenskrigen. Saken fikk stor pressdekning i USA i årene 1910–11, noe som bidro til at den amerikanske kongressen ba landbruksdepartementet kartlegge nasjonale kilder

for kaliumsalter.

Kaliumsalter fra kalifornisk kjempetare

Allerede i 1902 hadde en kjemiker i San Diego, David M. Balch, merket seg et saltlag som dannet seg på tørkende ilandskylt drivtare. Hans analyser viste at belegget var nesten kjemisk rent kaliumklorid. Han publiserte i 1909 kjemiske analyser av denne taren (kalifornisk kjempetare). Her gjorde han oppmerksom på de store mengdene tare som mulig kilde for kaliumsalter og foreslo flere metoder for kommersiell utnyttelse. Balch mente at en vanlig håndskjæring av taren ville bli alt for kostbar, og insisterte på at mekanisk innhøsting ville være helt avgjørende for å få til en lønnsom produksjon. Hans ideer ble grunnlaget for en kommersiell utnyttelse av de store mengdene kalifornisk kjempetare.



Fig. 2.1. Drivtare, hovedsakelig kalifornisk kjempetare, skylt i land på kysten av California nær St. Barbara, 1977. (Foto: Mentz Indergaard.)



Fig. 2.2. Felt med kalifornisk kjempetare utenfor St. Barbara, California, 1977. I bakgrunnen skimtes campus for University of California, St.Barbara (UCSB). (Foto: Mentz Indergaard.)

Allerede våren 1911 begynte eksperter fra det amerikanske landbruksdepartementet evalueringen av tare som en nasjonal kilde for kaliumsalter. De organiserte tre feltundersøkelser for kartlegging av forekomstene av tare, og kartla etter hvert kvantitativt tareressursene på vestkysten fra Baja California i Mexico til og med Alaska. Undersøkelsene gjennomført av marinbotanikere tidligere var nå til liten nytte, da de bare anga hvilke arter en kunne finne hvor, og ingen anslag over mengden av hver art på et gitt område.

Undersøkelsene anslo at den høstbare taren årlig kunne gi hele 2 millioner tonn kaliumsalter, og i tillegg kom mulig produksjon av store mengder verdifulle forbindelser som jod og alginater. Tidspunktet for denne kunnskapen i forhold til konflikten med de tyske myndighetene må sies å ha vært meget heldig for amerikanerne. Selv om det totale amerikanske behovet for kaliumsalter ikke kunne dekkes av utvinning fra tare, ville denne kilden kunne hindre amerikansk landbruk i bli helt avhengig av de tyske leveransene.

Undersøkelsene anga mengdene av flere tarearter. Feltene med kalifornisk kjempetare på områder med fra 3–20 m dyp var helt dominerende. På de beste feltene vokste plantene så fort at de kunne høstes 3–4 ganger pr. år ved beskjæring av de delene som flyter i vannflaten.

Kartleggingen var basert på øyemål. Kalifornisk kjempetare er så lang at de øvre delene flyter på blærene sine i overflaten og er således lett synlige.

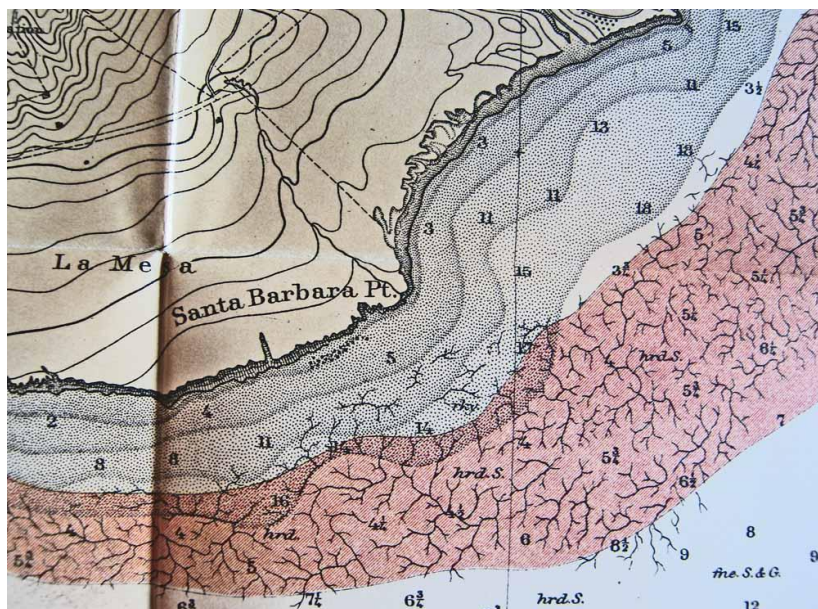


Fig. 2.3. Utdrag av kart 12 fra kartleggingen av tareressursene langs Californiakysten (Cameron 1912). Fra samme område som bildet i fig. 2.2. Det rosa feltet angir tarefelt av middels tetthet. Dybdene i strandsonen (prikkete felt) angitt i fot (1 fot = 0,33 m), og i selve tarefeltet i fathoms (1 fathom = 1,83 m). Kartene var i bruk til forvaltning av feltene ennå på 1950-tallet. Ved sin største utstrekning ble tarefeltene i sørlige California (USA) regnet å være ca. 260 km².

Langs den meksikanske og amerikanske kysten nyttet de en 50 fots yacht. For undersøkelsen opp langs østkysten av Canada til Alaska – hvor farvannet er trangere og grunnere – ble det også nytted flere mindre båttyper. På kysten av California kjørte båten langs de synlige delene av tarefeltene og de fastslo regelmessig posisjonen med sekstant og kompass. Bredden av feltet ble bedømt på øyemål ved sammenlikning med avstander langs land. Selv erfarne sjøfolk har vansker med å anslå avstander over vann, så nøyaktigheten var nok diskutabel. Feltene var imidlertid så store og mange at målingene tålte god feilmargen mht. den potensielle høstingen.

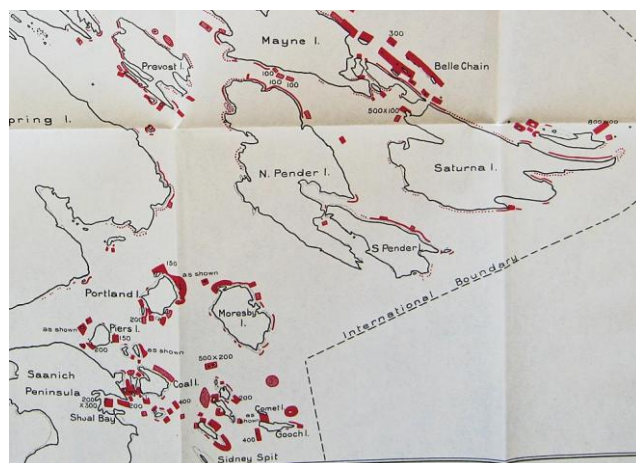
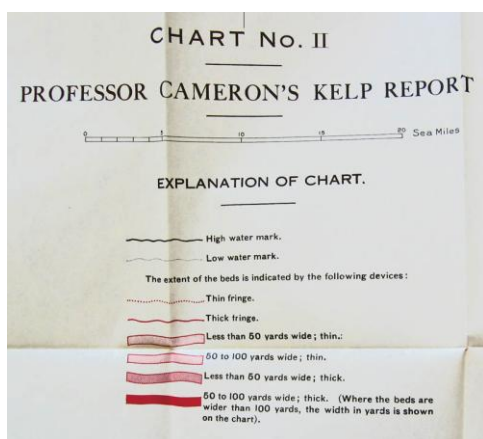


Fig. 2.4 a)–b). Utdrag av kartene produsert for kartleggingen av tareressursene langs Canadas vestkyst. a) Tegnforklaring. b) Sørøstkysten av Vancouver Island, som stikker sør for grensen mellom Canada og USA, jf. kartets "International border". Bredden av hele utsnittet i b) er ca. 30 sjømil.

Samtidig med kartleggingen av utstrekning og anslag av mengder ble tarefeltenes økologi beskrevet. De noterte også informasjon om mulig transport videre av skåret tare, mulig plassering av prosessanlegg på land, tilgang på arbeidskraft og mulig årlig utbytte fra hvert av

feltene.

Det kom i gang produksjon både av kaliumsalter for jordbruket, av jod som biprodukt, og i en separat prosess (fermentering) av aceton til produksjon av røykfrie drivladninger for artillerigranater. Hele denne industrien skapt av krisetider ble nedlagt straks krisene var over, dvs. i dette tilfellet like etter avslutningen av første verdenskrig.



Fig. 2.5. Høsting av kalifornisk kjempetare utenfor St.Barbara, California i 1977. Fartøyet rygger gjennom tarefeltet som kuttes ved et dyp på ca. 2 m og føres om bord med transportbånd. (Foto: Mentz Indergaard.)

De neste store kartleggingsarbeidene kom først med behovet for å kartlegge nasjonale ressurser for å erstatte råvarer som falt ut grunnet handelsrestriksjoner under den neste store internasjonale konflikten, også kjent som Andre verdenskrig.

I begynnelsen av andre verdenskrig ble tareforekomstene rundt New Zealand undersøkt på samme måte, da tareartene og -feltene var av samme type som de langs sørlige California. Igjen var formålet å kunne utnytte tares store innhold av kaliumsalter. Anslagene for bredden av tarefeltene ble gjort hvert minutt under fart. Feilgrensene for lengden av feltene ble anslått til så stor som $\pm 20\%$, og i bredde $\pm 15\%$, og tetthetene eller overflatedekningen $\pm 25\%$. Dette utgjør til sammen en potensielt stor feilkilde, da arealene kan variere med nesten 40%. Samme feilkilder må rimeligvis ha forekommet i undersøkelsene på den amerikanske vestkysten.

I Storbritannia startet kartleggingen i 1942, og marinbotanikere brukte omtrent et år for å kartlegge både brunalger i fjæra og de karragenanholdige rødalgeartene. Arbeidet bød på andre metodiske utfordringer enn i California, da kysten og tang- og tareforekomstene langs kysten av Storbritannia har en annen karakter. De store algene i fjæresonen er spredt fordelt, og den undersjøiske tareskogen har ikke noen deler som flyter i vannskorpa og gjør feltene lett synlige fra båt – som tarefeltene langs Californiakysten.

Tangmengdene ble anslått ved å avmerke små kvadratiske felt i fjæra hvor så alle plantene ble skåret og veid. Den enkelte fjærestrekning ble målt og totalmengdene beregnet. Etter hvert fikk botanikerne så god innsikt i fjæras beskaffenhet at de kunne anslå mengdene på et kvadratisk felt kun visuelt, og foretok bare stikkprøver for å teste sine visuelle antagelser.

For taren, som jo vokser under nedre lavvannsmål og ned til 20–30 m dyp, var utfordringene andre. Kartleggerne måtte finne en måte å anslå utstrekningen av plantefelt de ikke kunne se med egne øyne.

Kartleggingen ble innledet med en mindre undersøkelser for å fastslå utbredelsen av de

viktigste artene, og deretter ble de antatt rikeste områdene kartlagt i mer detalj.

Undersøkelsene av tareskogen ble gjort fra småbåt. Ved jevne mellomrom stoppet båten, en dregg ble senket til bunnen og så slept et stykke bortover før den ble trukket opp. De plantene som fulgte med opp ga informasjon om arter og størrelse, og ved å kjenne på tauet under slepingen ga det inntrykk av tareskogens tetthet. Andre medarbeidere dro samtidig langs land i bil og forhørte seg med lokalbefolkningen om drivtare kastet opp på land, med den antagelse at hvis det jevnlig var mye drivtare betød det at det i nærheten var mye tareskog. Tilsvarende ble det antatt at der det var godt hummerfiske kunne det bety nærliggende store tarefelt.

Hvis en fant et godt, høytliggende utsiktspunkt nær sjøen kunne tarefeltene avtegne seg mot de lysere, ikke bevokste feltene rundt. Dette var en forløper for flyfotografering som ble tatt i bruk tidlig på 1950-tallet. En kunne tro tare ville vokse overalt der det ifølge sjøkartene var grunnere enn ca. 10–15 m, men det stemte ikke. Disse metodene ga samlet derfor bare grove overslag over mengdene.

En trengte da andre, mer presise metoder. En kunne f.eks. øke antallet dregginger for samme område, da det ville gi ytterligere bevis for nærvær av tareplanter. Den båttypen som egnet seg best for dreggmetoden var en relativt flatbunnet båt med en kraftig motor som kunne manøvrere i de svært grunne farvannene. Motorkraften var nødvendig for å dra opp store tareplanter, som kunne sitte forbausende godt fast. Forskjellige typer dregger ble prøvd, og det ble til slutt nyttet en type som kunne bringe opp hele planter for veiing. Sammen med detaljerte sjøkart kunne en slik få et ganske godt bilde av de undersjøiske tarefeltene. Et viktig moment var å fastslå nedre dybdegrens for tarefeltet, og så plote inn denne på dybdemålene på de detaljerte sjøkartene.

Dreggmetoden ble etter hvert kombinert med datidens nyvinning ekkoloddet for bruk i mindre motorbåter. En i arbeidslaget fulgte med på loddets utslag og kunne bestemme både nødvendige kursendringer, når det burde dregges og når det burde tas posisjonsbestemmelser for å bekrefte plasseringen av den enkelte forekomsten. Det viste seg at ekkoloddet detaljert kunne registrere toppene på store enkeltplanter av stortare, ofte på stilker 1–2 m lange. Mens den stive, rette stortaren ga skarpe utslag, var forekomstene av den bunnliggende sukkertaren mer uklare. Det var derfor også vanskelig å skille store felter med sukkertare fra sand-/mudderbunn. Her kom dreggingene til hjelp. Der det var ujevn og steinete bunn uten særlig tarevekst kunne ekkoloddets utslag være til forveksling lik det for tareskog. Flere andre typer forstyrrelse kunne oppstå, men med erfaring ble det mulig å samkjøre dreggingen og bruk av ekkoloddet for å skissere utbredelseskart for forekomstene av stortare. Tilsvarende ble ikke oppnådd for sukkertare.

Metoden ble ytterligere forbedret, ved at dreggene ble byttet med en kraftig, fjærbelastet grabb med kuttere sammen med en egnet undervannskikkert og en avstandsmåler. Ut over 1950-tallet kom det også stadig bedre froskemannsutstyr. Med det kunne forskerne selv sjekke tareskogen, telle planter, skjære og veie på nesten same måte som i fjæra, i det minste for stikkprøver. Dette ble aldri noen rutinemetode for å dekke store arealer, dertil var bruk av froskemannsutstyr for omstendelig og tidkrevende, og forbundet med en ikke uvesentlig risiko for drukning. (Se kap. 1.2.)

Den tredje metoden som ble utviklet var flyfotografering av tang- og tarefelter. Dette ble den både kjappeste og kanskje mest nøyaktige metoden for å finne den presise utbredelsen av tang- og tarefeltene. For vektbestemmelser måtte en fremdels hente opp planter for veiing.



Fig. 2.6. Test av flyfotografering for kartlegging av tang- og tareressursene tidlig på 1950-tallet. Her fra Østmarkneset, Trondheim. En kan skjønne at bare litt urolig sjø kunne skape problemer med å se konturene til plantefeltene. Instrumentavlesninger (her sannsynligvis tid og høyde, samt serienr.) ble kopiert inn i overkant av bildet.

Flyfotograferingen stilte imidlertid ganske strenge krav til værforholdene; solskinn og skyfri himmel, da skyggene av skyene kunne forveksles med tarefelter. Erfaring viste at tarefelter ned til 5–6 m dyp kunne kartlegges på denne måten. Dypere felter måtte fremdels undersøkes på den gamle måten, med grabb og ekkolodd. Artene i fjæresonen kunne også skilles ved flyfoto, men da måtte bildene tas fra lavere høyder.

Bruken av grabb og ekkolodd i kombinasjon fortsatte på 1960-tallet, ofte komplettert med bruk av froskemannsutstyr. For undersøkelsene av de sublittorale tareforekomstene kunne ekkoloddet nyttes til å gi et svært detaljert bilde av både plantetetthet og plantehøyder for individene i tareskogen. Dette kom de fram til i et samvirke med utstrakt feltarbeid med SCUBA-utstyr sammenholdt med utskriftene fra ekkoloddet.

Flyfotograferingen befestet sin stilling. Med stadig bedre film-/sensortechnologi dekker den store områder raskt med lavere kostnader per område. På 1970-tallet ble utgiftene anslått til å kunne variere mellom 2–50 kroner for hver km kystlinje, avhengig av bl.a. filmtype (sv-

hv/farge/infrarød) og filmformat.

Bruk av satellittovervåking med digitale kameraer er senere den rutinemessige metoden for kartlegging av større tang- og tareressurser. For eksempel ble de store forekomstene av kjempetare rundt den fjerne øya Kerguelen i Sydishavet overvåket ved hjelp av satellittbilder på slutten av 1980-tallet.

Alle de nevnte metodene har gitt resultater med behov for videre statistisk behandling. Utgangspunktet var veiinger og (for tares del) lengdemålinger fra en rekke små prøvefelt valgt ut fra varierende hensyn. Utfordringen for statistikkbruken var å kunne redusere antall prøvefelt men likevel gi tilstrekkelig presis informasjon om mengdene.

Allerede tidlig på 1950-tallet prøvde forskerne i Skottland enkle statistiske analyser. De nyttet 100 små prøvefelt per kvadratkilometer fra øverst i fjæra og ned til ca. 20 meter dyp. Feltene var tilfeldig valgt på detaljerte sjøkart, og fra ½ til 4 m² – avhengig av feltets beskaffenhet. I en test på Orknøyene tok de prøver fra 3600 slike små kvadratiske prøvefelt og beregnet totalmengden til 9890 tonn som en kunne si var så godt som den sanne verdien. Ved å velge tilfeldig 250 av feltene på tre ulike måter ble resultatene 9265, 10098 og 10306 tonn, alle innenfor ± 5 % av den “sanne” mengden 9890 tonn. Dette viste at ved smart statistikk og gode utvelgelsesrutiner basert på felterfaring kunne de få akseptable resultat ut fra langt færre strabasiøse timer i felt. Presise feltobservasjoner krevde f.eks. at havdønningene ikke var for sterke, da de ville påvirke mulighetene for presise dybdeanslag da dønningene fort kunne bli over en meter. Skulle de øke presisjonen, ville det kreve langt flere døgn i felt, med venting på tilfredsstillende bølgefôrhold.

Etter hvert ble statistikkmetodene stadig mer raffinerte, og den tottrinnsmetoden som ble utviklet i Norge midt på 1960-tallet representerer det ypperste fra et samarbeid mellom marinbotanikere og statistikere gjennom flere år.

Kartlegging i andre land

Før vi ser på arbeidet i Norge, kan vi raskt summere andre lands kartlegging. Allerede i 1910 rapporterte en russisk marinbotaniker om forekomstene av arter i den karragenanholdige rødalgeslekta *Phyllophora* i Svartehavet. Kartleggingen ble gjort unna på en tre dagers dampbåt-ekskursjon, og er således bare som en pilotundersøkelse å regne. Disse forekomstene ble kartlagt igjen med flyfotografering på 1960-tallet. På slutten av 1920-tallet gjennomførte marinbotanikere i det nye Sovjetunionen kartlegging av tareskog på den sovjetiske stillehavskysten. På 1960-tallet kartla de forekomstene av den agarholdige rødalgen sjøris i Sausse-lagunen på øya Sakhalin på stillehavskysten.

Den store kartleggingsbølgen kom under og etter andre verdenskrig. Kartleggingen favnet da hele Tasmania-kysten (men ingen andre deler av Australia), Sør-Afrika, Island, både den kanadiske stillehavskysten (på ny) og den kanadiske atlantehavskysten,

De nyeste kartleggingene i Vest-Europa er gjennomført langs kysten av Irland. På 1980-tallet ble fjærestrekningen med tangforekomstene langs 1500 km av vestkysten kartlagt. Metoden var en modifikasjon av metodene brukt på norskekysten på 1950-tallet. Linjer med bredde 0,3 m lagt på tvers på tvers av kysten (transekter) ble valgt ut tilfeldig fra sjøkartene, to for hver 30 km av kysten. Fjæresonen kunne på enkelte steder være svært bred, over 400 m, noe som medførte svært mye arbeid med skjæring og veiing. Tangen ble ikke kuttet helt ned, men til ca. 25 cm over festet for god gjenvekst, da undersøkelsen skulle kartlegge mengdene tilgjengelig for bærekraftig høsting.

Dykking for kartlegging av algeforekomster

Som nevnt er froskemannsutstyr nå et ofte benyttet hjelpemiddel. Det er for omstendelig og tidkrevende til kartlegging av store strekninger, men blitt meget viktig for å kunne sjekke enkeltresultater i kartleggingen. Allerede i 1882 dykket den første marinbiolog (i Napoli-bukta), da med tradisjonell dykkerhjelme og luftslange. Utstyret var ikke særlig praktisk for slike undersøkelser, men ble ennå nyttet til den første beskrivelsen av strukturen i tare-skogen ved dykking ned til ca. 12 m midt på 1930-tallet på kysten av Skottland.

Gjennombruddet for froskemannsutstyret kom med oppfinnelsen av en automatisk pusteventil i 1942. Den tillot automatisk regulert tilførsel av frisk luft fra en trykklufttank som dykkeren selv kunne ha med seg. Utstyret ble perfektionert i 1943 og ble i løpet av få år tatt i bruk av ivrige amatører, inkludert marinbotanikere på feltarbeid.

2.3 Kartlegging i Norge – FoU

Bakgrunn

Rundt 1875 var det samlet bred kunnskap om artene i den marine floraen for de aller fleste industrialiserte kystnasjoner. (jf. kap. 1.)

Den internasjonalt kjente marinbotanikeren Mikael H. Foslie ved Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab (DKNVS) i Trondheim ga på slutten av 1800-tallet ut en sammenfattende oversikt over floraen langs norskekysten. Han oppsummerte en serie undersøkelser fram til 1850, av både norske, svenske og danske naturforskere: Areschoug (1850, *Phyceae Scandinavicae Marinae*); Lyngbye (1819, *Tentamen Hydrophytologiae Danicae*); C.A. Agardh (1817, *Synopsis Algarum Scandinaviae*); Wahlenberg (1812, *Flora lapponica*); flere forfattere (1766–1883, *Flora Danica*); Gunnerus (1766–72, *Flora Norvegica*); Linné (1737, *Flora lapponica*).

Året 1850 kan altså sies å markere en milepel for arbeidet med kartleggingen av **hvilke** store algearter som vokste langs norskekysten. Kartleggingen av **mengdene** av disse kom ikke før ganske nøyaktig hundre år senere.

Etter andre verdenskrig – da naturvitenskap og teknologi hadde demonstrert sin betydning for krigføringen – satset myndighetene stort på forskning. For de store algene medførte det ny interesse for kartleggingen av forekomstene. En annen drivkraft var at landene som var nedkjørte økonomisk måtte utnytte allehånde nasjonale ressurser for å bygge industriell virksomhet og skaffe sysselsetting, på alle felt. De færreste landene hadde valutaeserver til bruk for import. Således ble det i Norge startet en omfattende FoU-innsats med offentlige midler, i første omgang gjennom opprettelsen av Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd (NTNF) allerede i 1946. Virksomheten fikk et nytt puff noen år senere da NTNF og de andre nystartede forskningsrådene fikk del i overskuddet fra Norsk Tipping.

Da Norsk institutt for tang- og tareforskning (vedtatt opprettet av NTNF i 1949) startet sitt praktiske arbeid i 1950 fikk de nytilsatte botanikerne som sin hovedoppgave å bestemme hvilke mengder av de viktigste tang- og tareartene som var tilgjengelige for mulig industriell utnyttelse. Fram til 1954 ble det først og fremst arbeidet med arter i tare-skogen, for det meste stortare som mengdemessig er den viktigste tarearten i norske farvann, men også fingertare, som ennå var hovedrådstoffet for alginatproduksjonen.

I årene 1950–1962 gjorde to marinbotanikere ved NITT feltarbeidet for kartleggingen av tang- og tareforekomstene langs norskekysten. Til assistanse hadde de en hovedfagstudent eller tilsvarende marinbotanisk kyndig person og lokalt innleid fiskeskøyte med mannskap. Dette ble et flerårig arbeid som videreutviklet metodene fra tidligere undersøkelser, spesielt

de i Skottland, men gikk enda mer systematisk og grundig til verks.

Det var åpenbart at for å få bedre presisjon uten voldsomt omfattende feltarbeid, måtte en utvikle sikrere statistiske metoder for behandling av feltdata. Første tilpassing av de statistiske metodene kom nesten samtidig for undersøkelsene i Skottland og Norge tidlig på 1950-tallet. En utfordring var å sikre seg tilfeldige, men representative prøver. Spørsmålet var da hvor mange grabbprøver en måtte ta for å oppnå en passende lav feilmargin. Utviklingen av metodene var møysommelig, da en måtte teste nøyaktigheten mot omfattende prøvetaking.

Kartlegging av undersjøiske tarekoger

Stortaren er vår største tareart og utgjør 80 % av norskekystens tarekoger. Den vokser fra ca. 1 m under nedre lavvannsmerke og ned til 20—30 m dyp, men allerede under 15 m er bestanden ganske sparsom. På grunn av at tarestilken er stiv og står loddrett i vannet, vil de øverste eksemplarer kunne stikke opp av sjøen ved ekstreme lavvann, jf. forsidebildet.

For alger som vokser i fjæresonen kan en ved mengdebestemmelser benytte en form for inndeling av vegetasjonen i små ruter på $\frac{1}{4}$ –1 m², hvor plantene deretter høstes, telles og veies. Tilsvarende enkle metoder brukes for landplanter. I tarekogen er dette egentlig bare mulig med froskemannsutstyr, og praktisk ugjennomførlig for store områder. Den klassiske metode for innsamling av algemateriale på dypt vann ved hjelp av en bunnskrape fører heller ikke frem, da en ikke kan vite nøyaktig hvor mange meter en skrape er gått langs bunnen, og dessuten får en skrape erfaringsmessig med seg bare noen prosent av vegetasjonen.

Til undersøkelse av stortarefeltene langs norskekysten ble det derfor benyttet en grab som ble spent med kraftige spiralfjærer, opprinnelig konstruert av Scottish Seaweed Institute på 1940-tallet. Konstruksjonen ble noe endret for å passe bedre til norske forhold. Grabben veide vel 100 kg og favnet en flate på $\frac{1}{2}$ m². Nedentil var den utstyrt med to sett slåmaskinkniver. (Fig. 2.7.). Grabben ble senket rett ned fra en fiskeskøyte med vinsj og bom, utløst når den har nådd bunnen og hevet loddrett igjen. Den måtte være så tung at den kom skikkelig ned i tette bestander og så kraftig at den kunne skjære over eller holder fast på de opptil håndleddtykke stilkene av stortaren.

Arealbestemmelsen bygger på at de aller fleste felter ligger innenfor slaggrunnslinjen i de undersøkte områder. Arealet av de mange små grunnområder ble bestemt fra sjøkartene. Større sandområder ble unngått.

Utvalgte deler av kysten fra Jæren og helt opp til Finnmark ble undersøkt. På hver lokalitet ble det vanligvis tatt en serie på 10 grabbmålinger. Dybden for hver enkelt prøve samt klokkeslettet ble notert slik at dybdeangivelsene kunne korrigeres til sjøkartverkets 0-nivå (vårjevndøgns springlavvann). Det var ikke mulig å ta hensyn til vannstandsforandringer som skyldtes meteorologiske forhold. Disse variasjoner kan til dels være meget store i forhold til tidevannet, særlig i sydlige områder som Kvitsøy og Karmøy hvor forskjellen på flo og fjære er liten. For Stavanger som ligger på omtrent samme breddegrad som Kvitsøy er forskjellen bare ca. 80 cm ved vårjevndøgns springlavvann. Veiningen av hver grabbprøve ble foretatt med et enkelt veienett og en fjærvekt for belastning opptil 10 kg. Foruten vekten av hver grabbprøve ble også antall individer notert. Algene ble veid i fersk tilstand.

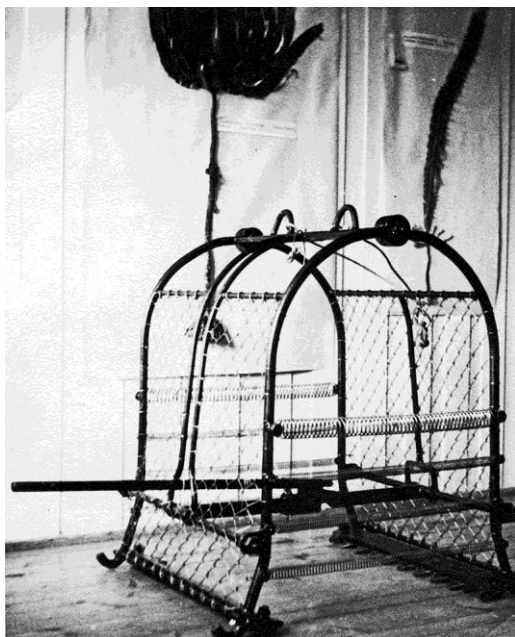


Fig. 2.7. Fjærbelastet grabb nyttet ved kartlegging av tareressursene langs norskekysten på 1950-tallet. Grabben er utspent og klar til nedsenking. Bemerk de skarpe slåmaskin-tinnene nederst. Modifisert utgave bygget ved mekanisk verksted i Drammen. Her på en utstilling ved Univ. i Oslo sept. 1951. På veggen preserverte eksemplarer av stortare og butare. (Foto: Birger Grenager, NITT.)

For hvert område ble den gjennomsnittlige grabbtetthet utregnet i kg pr. $\frac{1}{2}$ m², og på grunnlag av denne og arealet ble den da forekommende mengde tare grovt anslått.

Da grabben ofte fikk med seg individer med både lamina (bladaktig del), stilker og hapterer (festeorganer) i behold, ble disse undersøkt individuelt med hensyn til lengde, vekt og antall «årringer» som grovt og noe upålitelig anslag for alder. I prøvene forekom det foruten stortare også andre brunalger, samt rødalger og til dels også grønnalger. I de fleste tilfelle opptrådte disse som påvekster på stilken til stortaren. Større brunalger som ofte forekom i prøvene og som vektmessig spilte en viss rolle, var sukkertare, butare, skolmetang, og vanlig kjerringhår.

Det var allerede i 1955 forsøk med å sjekke grabbens presisjon med froskemann som kunne følge den i arbeid på bunnen, men forsøkene ble ikke tilfredsstillende. Målinger med et slikt apparat ville nødvendigvis være beheftet med feil. Her spilte både bunnforholdene og selve designet av apparatet en rolle. Allerede da skjønnte de at mengdetallene som ble rapportert var i underkant av de virkelige verdiene.

I 1990 ble det beregnet at taremengdene målt med grabb på 1950-tallet burde multipliseres med minst 2,3 for å gi et riktigere resultat.

Kartlegging av tangforekomstene i fjæra

Fra 1954 ble hovedvekten av det botaniske arbeidet lagt på mengdebestemmelser av tangartene i fjæresonen. På denne tiden ekspanderte tangmelindustrien i Norge raskt, noe som reiste spørsmålet om overbeskatning av tangforekomstene i visse områder, særlig på Vestlandet. Instituttets botanikere utviklet derfor spesielle metoder for mengdebestemmelse av tang og anvendte disse på aktuelle kyststrekninger.

Ved kartlegging av kvantifiserbare mengder tang og tare er det viktig at hele den aktuelle kyststrekningen tas med, at prøvefeltene velges ut tilfeldig (for å unngå personlige innvirkning på f.eks. å velge flest av prøvefelt som er lette å komme til) og at en har et objektivt mål for såkalt dekningsgrad, dvs. hvor stor prosent av arealet på respektive prøvefelt som er dekket av

store alger. Før en gikk i gang med feltarbeidet ble det på sjøkartet avmerket 2 m brede linjer nord-syd for hver km kyststrekning. Fjæresonen ble definert fra nedre grense for marebek (Verrucaria) til lavvannsmerket for fjære ved springflo/fjære (fra tidevannstabeller). Hver slik linje kunne være fra 2 til 200 m lang.

Prosenten dekning av en art som grisetang ble anslått og for hver tiende transekt ble alle de store algene skåret, sortert etter art og veid. Metoden er tidkrevende og krever et øvet team, spesielt i oppgaven med å avgrense transektene.

I forbindelse med takseringene av tangbestandene i 1954–1959 ble det blant annet anlagt et forsøksfelt på 39 ruter à 4 m² i Lysøysund og et stort felt med 99 ruter i Muruvik. Rutene i disse feltene ble høstet på ulike måter enten hvert år eller annet hvert år for å få innsikt i gjenveksten.

Gjennom første halvdel av 1960-tallet utviklet NITTs botanikere en ny metode for å kartlegge mengdene i fjæresonen helt ned til ekstremlavvann. Da favnet en alle tangartene og også fingertare, som jo vokser i overgangssonen mellom fjæra og de undersjøiske tarekogene. Metoden omfattet to trinn. Første trinn var en inndeling av hele kysten i kvadrater med sidekanter på ¼ sjømil, og det andre trinnet et utvalg av disse primære prøvefeltene. Sjøkartene for hele norskekysten ble delt inn i primære felter som ble fullstendig registrert, nummerert og klassifisert ut fra bl.a. direkte eksponering til åpent hav. Et tilfeldig utvalg av disse ble besøkt i felt hvor fjæresonen innenfor feltet ble nøyaktig oppmålt, og tang- og tarevegetasjonen på tilfeldige prøvefelter innenfor dette ble veid og målt. På grunnlag av disse målingene kunne så anslag for midlere forekomster av de totale tang- og taremengden i området utføres. En inndeling av de primære feltene ut fra eksponering til bølger/åpent hav og ut fra lengden av fjæresonen fra nedre lavvannsmerke til øvre flomerke bidro til å redusere feilgrensene og til å lokalisere høstbare bestander.

NITT-forskerne sammanfattet erfaringene fra feltarbeid og utvikling av statistiske metoder i ”rutetakseringsrapporten” som ble utgitt i 1970. Rapporten viste hvordan man med utgangspunkt i de detaljerte sjøkartene og med en spesiell tabell som anga eksponering, dvs. hvor utsatt stranda var for bølger, kunne anslå tangmengdene i norske kystdistrikt med en nøyaktighet av $\pm 30\%$, uten i det hele tatt å ha utført feltarbeid i området.

NITT finansierte på 1950- og 1960-tallet prosjektopdrag plassert hos Norges øvrige marinbotanikere, som til dyrkingsforsøk for bl.a. å kunne fastlegge slektskap mellom populasjoner fra forskjellige deler av kysten og transplantasjonsforsøk for å se på miljøets betydning på plantenes form, og til de første undervannsstudiene med froskemann for studier av gjenvekst og høstingens innvirkning på denne tidlig på 1970-tallet.

Kartleggingen av tang- og tareressursene på norskekysten 1951–1962

I over 10 år tilbrakte botanikerne ved Norsk institutt for tang- og tareforskning (NITT) sommermånedene på kysten fra Stavanger til Vardø.

De grabbet, skar, målte og veide tusenvis av prøver/individer.

Til hjelp i feltarbeidet hadde de ofte en marinbotanisk kyndig assistent og lokalt innleid fiskeskøyte med mannskap.

Kartet viser hovedstasjonene for kartleggingsarbeidet. Slik ble norskekysten en av de best kartlagte i verden mht. mengdene av de mulig nyttbare tang- og tareartene. NITT-botanikerne utviklet også de statistiske metodene for prøvetaking. De ble så fortrolige med kysten at de fra sjøkartene alene kunne anslå tangressursene i fjæra med en nøyaktighet på $\pm 30\%$. Det var nøyaktig nok for å angi hvor stor kyststrekning med grisetang en tangmelfabrikk trengte for å være bærekraftig.

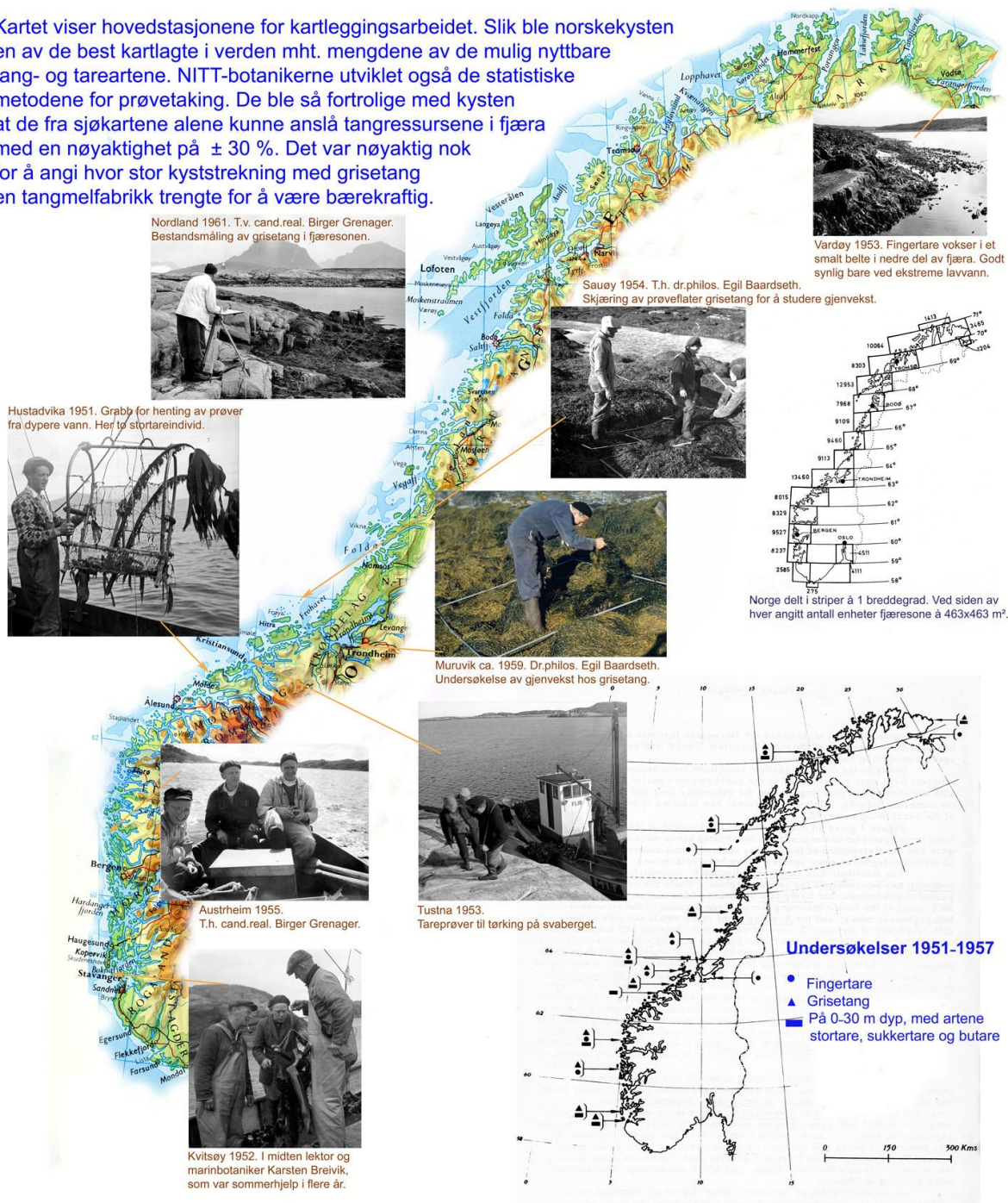


Fig. 2.8. Oversikt over kartleggingsarbeidet av tang og tareressursene langs norskekysten i årene 1950–ca. 1962. (Fotos utlånt av Birger Grenager, NITT. Collage utarbeidet av Mentz Indergaard.)

2.4 Verdens forekomster

Mengden av makroalger på jorda er kartlagt i detalj langs kystene av land med industriell interesse av utnyttelsen, som Norge, Skottland, Nord-Amerika, Australia, New Zealand, Japan og Kina.

For enkelte områder har det vært en stor nedgang i høstingen. Dette kan skyldes at råstoffbehovet kan ha endret seg pga. flytting eller nedleggelse av prosessindustri, overgang til importert råstoff eller til dyrking av nødvendig råstoff.

Det er regnet at globalt utnyttes ca. 500 arter store alger fra ca. 100 slekter. Av disse er 50 % rødalger, 40 % brunalger og 10 % grønnalger. De fleste artene blir sanket i små mengder lokalt og nyttet som grønnsaker. Av disse kan ca. 100 arter regnes som sentrale, og det store volumet utgjøres av bare en håndfull arter. (Se også kap. 9).

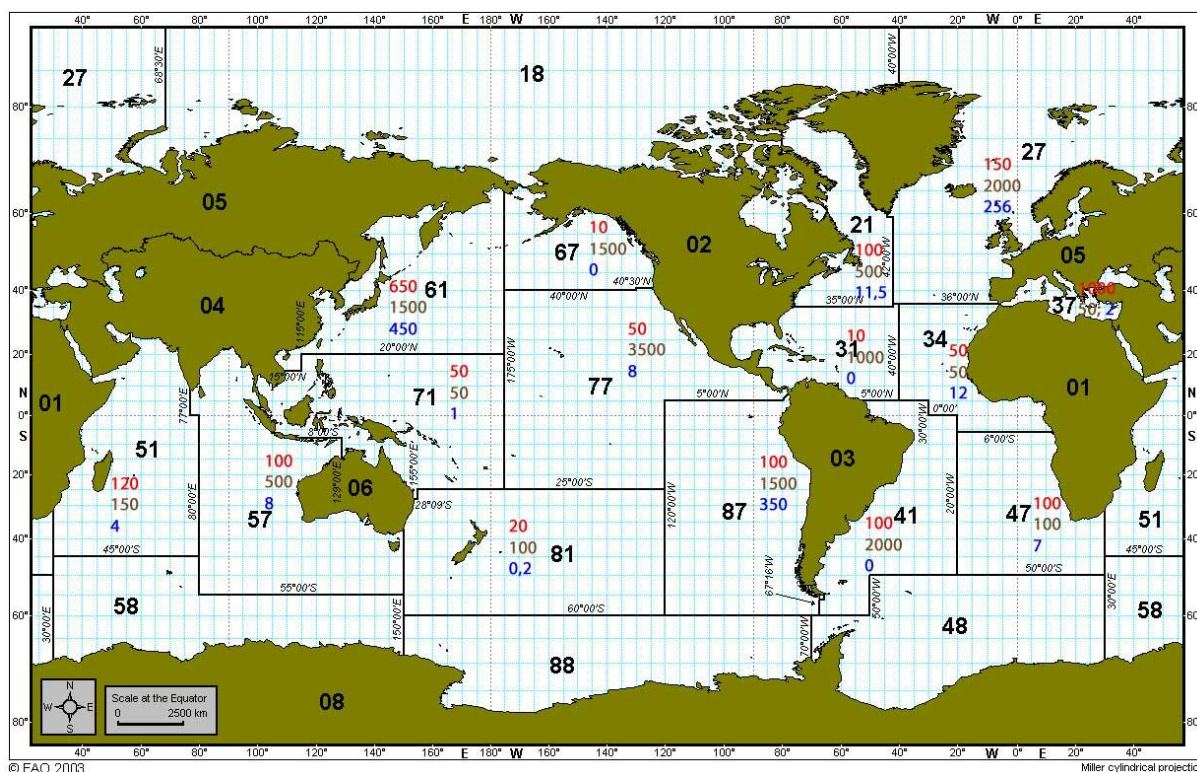


Fig. 2.6. Verdens fiskeriområder angitt etter FAOs numre, sorte tall. Røde og brune tall angir potensielle mengder til høsting i respektive område av hhv. røde og brune alger. (Michanek 1975,1983.) Blå tall angir faktisk høstede mengder samlet for begge grupper. (FAO 2007.) Alle tall i tusen tonn ferskvekt. For område 51 er ikke de enorme mengdene brunalger (ca. 1000 tonn) rundt øya Kerguelen tatt med. De angitte mengdene er relativt forsiktig anslått.

Tabell 2.1. Global produksjon av tang og tare i tusen tonn. (FAO 2007.)

Type	Dyrket mengde	Høstet fra ville bestander
Rødalger	5893	180
Brunalger	6536	519
Grønnalger	16,5	5
Sum	12445,5	704

2.5 Forekomstene langs norskekysten

Langs norskysten fra Rogaland til Trøndelag høstes årlig mellom 130 000 og 180 000 tonn stortare for produksjon av alginat. Høstingen skjer med en taretrål – en spesialkonstruert slede

som trekkes langs sjøbunnen og som river med seg hele tareplanten. Før ekstraksjonen skilles blad fra stilk, og gir opphav til alginater med forskjellige bruksområder. Denne mekaniske høstemetoden ble utviklet tidlig på 1960-tallet, og var i kommersiell drift fra 1964. Den er jevnlig blitt videreutviklet. Høstingen skjer på 2–20 m dyp, og en tråler kan høste 50–150 tonn på hver tur.



Fig. 2.7. Taretrål med favnen full. Nordmøre 1984. (Foto: Mentz Indergaard).

En regnet på 1960-tallet med at det langs norskekysten stod stortaren i et 2000 km langt belte med i gjennomsnitt 5000 tonn ferskvekt (fv) for hver km strandlinje, totalt 10 millioner tonn ferskvekt. Senere er dette justert opp til 50 mill. tonn (jf. bl.a. underrapporteringen ved grabbmetoden). Dette anslaget er igjen beheftet med usikkerhet vedrørende den store, og ikke kvantitativt angitte nedbeitingen av tareskogen nord for Trøndelag. I denne sammenhengen har vi derfor valgt 30 millioner tonn som et nøkternt anslag på stående bestand stortare.

I de høstbare tareskogene, som utgjør et mindre areal enn det totale slaggrunnsarealet, er det målt opptil 30 kg fv/m², med en middelværdi på 12–15 kg fv/m². Totalmengdene er regnet for så store at råstoffbegrensning ikke synes aktuell for dagens utnyttelse til alginatproduksjon. Gjenveksttiden ved regelmessig høsting ble på 1970-tallet anslått til 4–5 år, med optimal høstefrekvens fra 3–4 år til 5–6 år, avhengig av lokale forhold.

Stortaren utgjør ca. 80 % av den totale tarebestanden langs norskekysten. Fingertaren vokser i relativt sammenhengende bestander i et smalt belte like nedenfor lavvannsmark, mens sukkertaren og butaren forekommer mer spredt.

Tangen er stort sett knyttet til fjæresonen, mens tareartene vokser mellom slaggrunnslinjen¹ og lavvannslinjen, et areal (slaggrunnsarealet) på ca. 10 000 km², omtrent det samme som landets samlede jordbruksareal. Beregninger tyder på at den samlede bestanden av tang og tare på dette arealet er minst 35 millioner tonn, og at produksjonen er rundt 5 millioner tonn plantevekt (ferskvekt) pr. år.

Tangforekomstene er relativt godt kartlagte for store deler av kysten. De er mest utbredt fra Vestlandet til Helgeland, er sannsynligvis minst 1,8 millioner tonn ferskvekt, og den årlige tilveksten er anslått til 25 % av stående bestand.

¹ Slaggrunnslinjen dannes av det maksimale dyp hvor en kan risikere brenninger, det varierer noe med beskyttelsen og kan gå ned til 30 m dyp.

Med fordelingen 6:3:1 mellom artene grisetang:blæretang:sagtang har vi ca. 0,9 mill. tonn sagtang og ca. 0,3 mill. tonn blæretang. Disse tre tangartene vokser langs mesteparten av kysten. Forekomstene av grisetang er størst utenfor Vestlandet, Trøndelag og Helgeland. Det er antatt 4–6 år for full gjenvækst etter høsting, dvs. mellom 25 og 17 % uttak hvert år. Ved optimalisering av skjæringen kan det årlige uttaket økes. Tilveksten av tang kan anslås til i gjennomsnitt 1,2 kg ferskvekt/m²/år.

2.6 Forvaltning og høsting av tang og tare

Eiendomsretten til tang og tare – noen historiske betraktninger

Etter andre verdenskrig økte den sentraliserte utnyttelsen av ressursene gjennom tangmel- og alginatindustriens behov for råstoff. Eiendomsretten ble da en problemstilling som krevde ny tenkning.

Mens tarebrenningen på 1800-tallet og fram til 1933 var en desentralisert, lokal aktivitet, som i perioder kunne involvere mange hundre brennere, ble etterkrigsproduksjonen av tangmel og alginat begrenset til relativt få produksjonsenheter. På det meste – på slutten av 1950-tallet – var det ca. 30 små og store tangmelprodusenter i Norge, – de fleste i Møre og Trøndelag, og aldri mer enn tre alginatfabrikker.

Spørsmålet om eiendomsretten til tang og tare er et rent juridisk spørsmål, med dype røtter i norsk historie. Ganske snart etter etableringen av NITT ble spørsmålet tatt opp i instituttets styre. Spørsmålet kulminerte for NITTs del med at styreformannen selv i 1962 skrev en foreløpig rapport om saken. Han mente blant annet at ”. . . *den norske fiskeralmue har hatt fri rett til tang og tare i den ytre allmenning presis som vi vet forholdet var på Island. Det blir i så fall kjøpers plikt å påvise at han har greid å få denne rett slettet ut, evt. i strid med adkomstdokumenter.*”

Historisk inngår høsting av tang og tare i den alminnelige allemannsrett. I sjøområdene der eiendomsretten ikke satte de samme privatrettslige stengsler som på land, innebar dette i realiteten en ubegrenset adgang for enhver til å høste av ressursene der de fantes (altså for de sjøområdene som falt inn under privat eiendomsretten).

Den første inngripen i denne frie bruken kom ved vedtaket om kontinentalsokkelloven av 1963. Denne loven kan sannsynligvis også ha medvirket til at NITT ikke lenger beskjefteget seg med saken. I lovens § 2 første ledd het det at «Retten til undersjøiske naturforekomster tilligger staten».

Bestemmelsen endret med ett slag rettstilstanden fra å være fri bruk etter allemannsretten til å bli en rett forbeholdt staten. Noen stor praktisk betydning fikk loven neppe, i alle fall ikke før etter noen tid. Det var ingen straffesaksjon knyttet til kontinentalsokkelloven slik den ble vedtatt i 1963, og den høsting som hadde foregått, fortsatte mest trolig som før.

Etter som høstingen ble mekanisert oppstod det imidlertid konflikter med andre interesser, deriblant fiskerivirksomheten. Fiskerne så på taretrålingen både som en arealkonkurrent på havet, og som en trussel mot det biologiske grunnlaget for fisk og skalldyr.

I 1994 ble kontinentalsokkelloven av samme år endret. For det første fikk loven et nytt andre ledd i § 2 hvoretter «Kongen kan ved forskrift gi tillatelse til undersøkelse og utnyttelse av tang- og tareforekomster i bestemte områder...». For det andre fikk loven en ny § 4 med straffebestemmelser. Bestemmelsen om at «Retten til undersjøiske naturforekomster tilligger staten» i § 2 første ledd ble dermed straffesaksjonert.

Det nye § 2 andre ledd gav hjemmel for Kongen til å fastsette forskrift om undersøkelse og utnyttelse av tang- og tareforekomster, som kom 13. juli 1995. I forskriften ble Fiskeridepartementet utpekt til å forvalte tang- og tareressursene med Fiskeridirektoratet som utøvende organ.

Rettstilstanden er dermed at det er hjemmel til å gjennomføre en regulering av høsting av tang og tare basert på at tang og tare er en egen ressurs.

Forvaltning og høsting

For å bestemme hvilke tang- og taremengder som er tilgjengelige for industrien må man videre fastlegge gjenveksten for de forskjellige artene. Det har vist seg at gjenveksttiden ikke bare varierer sterkt fra art til art, men at økologiske forhold også spiller en stor rolle.

Vanligvis kan grisetangen høstes hvert fjerde til femte år, mens fingertaren mange steder ble skåret hvert år. Stortaren blir teknisk høstbar igjen tre til fire år etter en maskininnhøstning. Imidlertid fant botanikerne at høstemetodene spilte stor rolle for gjenveksten. For grisetang viste det seg at en tynnemetode som bare tok ut inntil halve plantemassen hvert år ved å la nederste halvdel av planten stå igjen, ga maksimalt utbytte.

Gjenvekststudiene av grisetang viste at høsting av halve bestanden hvert år var mulig om øvre halvpart av plantene ble høstet årlig. Vanlig høsting av hele planten krever rundt fire års gjenvekst.

De første reguleringer av taretrålingen fikk vi i 1972. Da ble det av hensyn til fiskeriene laget en egen reguleringsforskrift av Fiskeridirektoratet. Det ble etablert en 4-årig høstesyklus i Rogaland. Det ble også utarbeidet karter over de ulike feltene. Etter hvert som taretrålingen bredte seg videre, ble det også innført 4-årig høstesyklus i resten av landet. De fylkesvise reguleringsforskriftene ble også fornyet.

I 1992 ble det besluttet at høstesyklusen skulle være 5-årig, men fra 1. april 2001 ble 4-årig syklus gjeninnført i Rogaland fylke.

Inntil 2004 var høsterne og alginatindustrien alene om å overvåke gjenvekst og tareskogens generelle tilstand på de høstefeltene, med sporadiske undersøkelser utført av forskningsinstitusjoner. Siden 2004 har Havforskningsinstituttet hatt oppgaven med å overvåke høstefeltenes tilstand, samt tilstanden til nærliggende tareskogsfelt.

Fra 1.1.2009 styres forskriftene ved en ny lov, "Lov om forvaltning av viltlevande marine ressursar (havressurslova)" og Fiskeridirektoratets forskrift J-74-2009 om høsting av tang og tare. Retten til høsting av tang og tare tilhører fremdeles staten, med mindre området er underlagt privat eiendomsrett, dvs. ned til ca. 2 m under lavvannsmålet. Det forklarer at tarehøstingen foregår fra 2 m og dypere. Det er bare en visst antall felter som er åpne for høsting, og høstingen på disse feltene skjer etter en regionvise forvaltningsplaner for tang og tare.

Høsterne skal årlig rapportere fangstmengdene, og tallene viser at de høstede mengdene er stabile og forutsigbare. Det viser at forvaltningsregimet siden denne mekaniserte høstingen startet har vært vellykket.

Det er et heldig sammentreff at ingen av høstefeltene ennå har vært utsatt for nedbeiting fra kråkeboller. Nedbeitingen er bare registrert nord for de nordligste høstefeltene på Trøndelagskysten. Ordningen med høstesyklus synes siden å ha fungert rimelig godt.

Gjennom årene har en kontinuerlig utviklet kunnskap om tarehøsting og dens virkninger på andre levende organismer i havet. Det er til nå ikke påvist at tarehøsting representerer

uakseptable eller uopprettelige skader på andre organismer eller på økosystemer.

2.7 Litteratur og lenker

Generelt

Chapman, V. J. (1950). *Seaweeds and their uses*. London, Methuen.

Historiske aspekter

Prescott, G. W. (1951). History of phycology. I: *Manual of Phycology. An Introduction to the Algae and their Biology*. (G. M. Smith, ed.) Waltham, Mass., Chronica Botanica Co.: 1-9.

Papenfuss, G. F. (1955). Classification of the algae. I: *A Century of Progress in the Natural Sciences 1853–1953*. (E. L. Kessel, ed. San Francisco, California Acad. of Sciences: 115-224

Lüning, K., C. Yarish, et al. (1990). *Seaweeds: their environment, biogeography, and ecophysiology*. New York, John Wiley.

Rueness, J. (2007). Fykologi – algeforskning. I: *Botanikkens historie i Norge*. (P. M. Jørgensen, red.). Bergen, Fagbokforlaget: 213-232.

http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_phycology

Kartlegging og høsting – historisk

Cameron, F. K. and R. B. Moore (1912). [A Preliminary Report on the] Fertilizer Resources of the United States. *Senate Documents*, Vol.6. Washington, US Congress.

Cameron, A. T. (1916). "The commercial value of the kelp-beds of the Canadian Pacific coast. A preliminary report and survey of the beds." *Contributions to Canadian biology: being studies from the biological stations of Canada 1914-1915*: 24–39 + charts.

Grenager, B. (1953). "Kvantitative undersøkelser av tang og tare." *Blyttia* **11**: 121–129.

Walker, F. T. (1953). The statistical tool in sublittoral seaweed surveys. I: *Proceedings of the [1st] International Seaweed Symposium* (F. N. Woodward, ed.): 28–30.

[Jensen, A.] (1980). *Jubileumsskrift 1950–1980. Norsk institutt for tang- og tareforskning – Institutt for marin biokjemi*. Trondheim, NTH: Inst. for marin biokjemi: 32 p.

Neushul, P. (1989). "Seaweed for war: California's World War I kelp industry." *Technology and Culture* **30**: 561–583.

Belsher, T. and M. C. Mouchot (1992). "Use of satellite imagery in management of giant-kelp resources, Morbihan Gulf, Kerguelen Archipelago." *Oceanologica Acta* **15**(3): 297–307.

<http://www.fao.org/docrep/x5819e/x5819e0a.htm>

http://www.seaweed.ie/uses_general/alginates.html

Forekomster og geografisk fordeling

Michanek, G. 1975. Seaweed resources of the ocean. *FAO Fish. Techn. Paper* 138. 127 pp. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Michanek, G. 1983. World resources of marine plants. Benthic plants. I: (O. Kinne, ed.) *Marine Ecology* Vol.V(2): 795-837. London: John Wiley & Sons.

Sivertsen, A. (1990). Høsting og økologisk betydning av stortare (*Laminaria hyperborea*) langs kysten av Sør-Trøndelag. Rapport STF21 A90077. Trondheim, SINTEF, Teknisk kjemi.

Lüning, K., C. Yarish, et al. (1990). *Seaweeds: their environment, biogeography, and ecophysiology*. New York, John Wiley.

”Online query” for artene på <http://www.fao.org/fishery/statistics/collections/en>

Forvaltning i Norge

<http://www.stortare.no/>

<http://www.kystzone.no/guide.cfm?parentid=207&level=2>

http://www.imr.no/_data/page/8431/2.11_Stortare.pdf

Havressurslova:

http://www.lovdatab.no/cgi-wift/wiftldles?doc=/app/gratis/www/docroot/all/nl-20080606-037.html&emne=havressurs*&&

Forskrifter:

<http://www.fiskeridir.no/fiske-og-fangst/j-meldinger/gjeldende-j-meldinger/j-74-2009>

Forskrift om forvaltning av tang og tare i Møre og Romsdal (J-75-2009) og for Sør-Trøndelag (J-76-2009), med kartvedlegg:

<http://www.fiskeridir.no/fiske-og-fangst/j-meldinger/gjeldende-j-meldinger/j-75-2009>

<http://www.fiskeridir.no/fiske-og-fangst/j-meldinger/gjeldende-j-meldinger/j-76-2009>

Kap. 3: Tang og tare som grønnsaker, fôr og gjødsel

3.1 Bakgrunn

Menneskenes utnyttelse av tang og tare går sannsynligvis tilbake til førhistorisk tid. De første menneskene levde i mange titusener år av jakt, fiske og innhøsting av ville planters frukter og frø. Lett tilgjengelige tang- og tareforekomster ble nok første gang forsøkt utnyttet av jeger- og sankekulturene langs kysten som tilskudd til kostholdet. Anvendelsene av de store algene til dyrefôr og plantegjødsel måtte naturlig nok vente til menneskene startet jordbruk.

Kan planter fra havet redde verden fra hungersnød? Analyse av næringsinnholdet til viltvoksende tang og tare vil nok resultere i at det er en urealistisk forestilling.

Ut fra sin lave fordøyelighet og det høye mineralinnholdet, er det generelle inntrykket av tang og tare at de i human ernæring egner seg best som kostsupplement, dvs. som havets grønnsaker. Her er det dog markante forskjeller, spesielt mellom brunalger og rødalger.

3.2 Tang og tare som grønnsaker

Østen

Den tidligste nedtegnede omtale er i kinesisk litteratur, med et dikt i *Poesiens [Sangenes] bok* muligvis fra 600–800 f.Kr. I *Anelektene* fra ca. 500 f.Kr omtaler Konfucius bruk av tang og tare. Både de to rødalgene fjærehinne og pollris og en tareart er omtalt i gamle medisinske tekster, som den kinesiske *Materia Medica* fra 700-tallet. I Japan har tang og tare vært del av dietten i minst 2000 år, og de første skriftlige beretninger om nori – rødalger av fjærehinneslekten (*Porphyra* sp.) som surres rundt risen i sushi – er fra år 794 e.Kr.

Tang og tare har siden de første nedtegnelser framstått som viktige planter for folkene i det fjerne Østen. Annen meget tidlig bruk av tang og tare er også kjent fra Polynesia og India. Tang og tare har i flere tusen år vært kjent og verdsatt i Østens sanke- og jegerkulturer for sine egenskaper som kompletterende matvarer.

Øst-Asia er framfor noen den del av verden hvor denne tradisjonen ennå står meget sterkt. Her spiser befolkningen mer tang og tare enn den samlede industrielle utnyttelse i Vesten. På 1980-tallet gjorde den daværende norske fiskeriattache i Japan den hittil grundigste undersøkelsen av det japanske tang og tare-marked for humankonsum publisert på et vestlig språk. Hans rapporter er ennå representative for matkulturen knyttet til tang og tare i Japan.

Tabell 3.1. Arter, produktnavn, mengde og verdi av tang og tare produsert for menneskeføde i Japan i 1982/83 (Olsen 1985,1986). *Porphyra* = fjærehinne. *Laminaria* = japantare (nå: *Saccharina japonica*). For slekta *Undaria* finnes ingen representanter i Norge.

	<i>Porphyra</i> spp. (nori)	<i>Laminaria</i> spp. (kombu)	<i>Undaria</i> spp. (wakame)
Tonn fv/år	360 000	160 000	180 000
Prosent dyrket	91–100	25	90
Verdi (mill. US\$)	1800	600	600



Fig. 3.1. Et utvalg av tilbudet som grønnsaker/krydder fra tang og tare i Japan på 1980-tallet. (Foto: Mentz Indergaard.)

Det japanske konsum var i 1980-årene ca. 7 kg fv/person/år, og det er ut fra senere produksjons- og høstedata ingen tegn til annet enn svak økning. Førstehandsverdien var i 1982 i gjennomsnitt 8 kr/kg, som da betød en total fangstverdi på mer enn ca. 7 milliarder kr.

Utsalgsprisen for de beste kvalitetene er på 90–400 kr/kg, for produkter både fra røde og brune alger. Total salgsverdi for sluttproduktene var i 1983/84 omtrent 21 milliarder kr. Dette nivået synes ikke å ha endret seg vesentlig på de mellomliggende 30 årene.

I Østen har bruk av tang og tare som helsekost blitt flerdoblet, til over 10 millioner tonn ferskvekt de siste 10 årene, uten at dette har ført til større etterspørsel i Norge. Utenom i det fjerne Østen er bruken av tang og tare som kosttilskudd ubetydelig. Asiatiske matvaner spres både ved utvandring fra Østen og ved etablering av flere japanske restauranter i Vesten.

Vesten

Kap. 1.2 omtalte de første forsøkene på klassifisering i den vestlige antikkens historie, av den greske naturfilosof Theophrast omtalt. I romerriket ble ikke disse plantene bare fremstilt som poetiske og pragmatiske vekster. Virgil bruker uttrykket "nihil vilior alga" eller "ingenting mer verdiløst enn tang og tare". Også Horace uttrykker seg ca. 65 f.Kr. på tilsvarende måte. Kanskje noe overraskende, da romerske overklassekvinner samtidig nyttet både en rouge laget med ekstrakt fra tang og stoffer farget purpur ved bruk av pigmenter ekstrahert fra samme algegruppe. Nå var vel verken Virgil eller Horace naturvitere. I det romerske skriftet "Bellum Africanum" (ca. 45 f.Kr.) sies det derimot at "i tider med knapphet samlet de [grekerne] tang og tare fra kysten, og etter å ha vasket materialet ga de det til buskapen og forlenget slik dens liv."

Vesten har ikke så sterke tradisjoner for bruk av tang og tare i kostholdet som i Østen. Kap. 1 omtalte bruk av rødalgen søl på Island. Eigill Skallagrímsson levde 910–990 e.Kr., så episoden må ha funnet sted på Island rundt 950 e.Kr. Dette kan ha vært en tradisjon brakt dit fra Irland, da Island sannsynligvis ble besøkt av irske munkene. Det berettes at rundt år 600 e.Kr. samlet munkene som fulgte St. Columba fra Irland til Skottland søl for å gi til de fattige. På Færøyene og Island har den vært en viktig matalge, Sannsynligvis kom skikken til Island fra

Irland fordi opptegnelsene tyder på at søl i Norge bare har vært brukt som dyrefôr, spesielt til sau.

Andre norrøne kilder enn Egils saga beretter også om bruken av denne arten. I Sturlunga saga fortelles det om Már Bergthorsón som reiste fra gården sin til Borgarfjord syssel sammen med folk for å kjøpe søl. I den eldste Frostatingslov nevnes også søl som en herlighet som tilhører gården. Det var tillatt for fremmede å spise søl på stedet, men tangen måtte ikke samles og tas bort fra stedet uten eierens samtykke. På det norrøne Island økte gode forekomster av søl gårdens verdi.

Deretter forsvinner beretningene om søl fra Sagaøya, og de neste skrevne kilder er fra Norge 500 år senere. I 1591 skrev fogden i Lofoten og Vesterålen at fattigfolk hadde tyttebær, skjell og tang som sin beste mat. Biskop Pontoppidan i Bergen, skrev i sitt verk *Norges Naturlige Historie* fra 1752 at malt tang og tare ble blandet med mel og kokt til grøt.

Opp gjennom historien forsvant det meste av Europas allerede minimale tradisjonelle bruk av tang og tare som grønnsaker. Årsakene finner en nok i den økonomiske utviklingen, andre mattilbud, svak kulturell base, en avtagende kystbefolkning og mindre avhengighet av kunnskapen om utnyttelse av marginale lokale ressurser.

Det er to unntak. Den ene er den tradisjonelle bruken av fjærehinne *Porphyra* sp., som i Japan er kjent som 'nori' og i Wales som 'laver'. I Wales tilberedes den ved grundig vasking fulgt av koking i 8–12 timer med salt. Når bladene er blitt en grøtaktig masse settes den for avrenning av overskuddsvæsken over natta. Retten 'laverbread' lages ved at 'laver' varmes i baconfett eller smør og formes til små kaker i havremel. 'Laverbread' nyttes vanligvis i stedet for egg, og serveres til [frokost sammen med bacon og/eller små pølser](#). 'Laver' kan også spises kaldt som salat til saue- eller lammekjøtt. Det andre eksemplet er den tradisjonelle keltiske bruken av rødalgen krusflik, som på grunn av sitt innhold av polysakkaridet karragenan kokes sammen med andre ingredienser for å utnytte karragenanets fortyknings-egenskaper. Karragenan reagerer spesielt effektivt med proteiner, som i melk og melkeprodukter. Krusflik høstes og selges fortsatt i Bretagne og Irland.

Med unntak av disse to eksemplene er dagens lokale bruk av tang og tare for menneskelig ernæring i Europa endret til en gryende historisk interesse og til framveksten av såkalt helsekost.

[I Frankrike finner en kanskje den største FoU-aktivitet for alger som menneskeføde](#). Her vektlegges spesielt det kulinariske aspektet ved bruk av tang og tare.

Arter som butare og sukkertare hadde i Storbritannia tidlig på 1980-tallet en korte periode som tilsats i snacks, jf. produktnavnet "kelp crunchies". På den kanadiske vestkyst er det etablert en relativt [levedyktig småindustri ved omsetning av tørkede brunalger](#).

Matvarer selges ikke bare pga. sitt næringsinnhold, men like så mye ut fra smak, munnfølelse, og ikke minst god markedsføring. Enkle grønnsaker som salat og agurk, som består nesten bare av vann, nesten intet protein og knapt noe karbohydrater, selges i store kvanta. Dette burde gi visse tang- og tarearter en sjanse som nye, eksotiske grønnsaker.

Tang og tare i menneskelig ernæring

Diskusjonen om riktig ernæring må baseres på at ingen enkeltmatvarer er essensielle for mennesket. Det eneste som er sunt er å spise litt av hvert, dvs. å ha et allsidig kosthold. Begreper som "ja-mat", "nei-mat", "fy-mat" og "litt-mat" blir dermed relative og kulturelt bestemt. Eksempelvis vil et melkefritt kosthold som det japanske lett føre til kalsiummangel. Dette problemet står sentralt i japansk ernæringspolitikk, og det legges derfor stor vekt på

sikringskostaspektet ved bruken av sjømat som kalsiumkilde; i form av fisk, skalldyr og alger. En slik tankegang virker selvsagt fremmed i Norge.

Videre vil alle matvarer og essensielle næringsemner være giftige når dosen blir høy nok. Ofte kan det være fysiologisk umulig å nå denne grensen selv påført og frivillig, andre ganger lett. Eksempler på det siste er vitamin A og jod (se nedenfor).

Noen aspekter ved matvarebruken av tang og tare er i grenselandet mellom preventiv medisin og ernæring. Enkelte vil hevde at tang og tare i ernæringen har sykdomspreventiv virkning ut fra sitt innhold av mineraler og vitaminer, men dette er vanskelig å bevise. Et unntak er imidlertid åpenbart: utnyttelse av brunalger som ernæringstilskudd med terapeutisk effekt for å bekjempe struma. Det er tidligere anslått at mer enn 200 millioner mennesker i verden lider av struma. Spesielt gjelder dette innlandsstrøk. I Kina har bruk av japantare i kostholdet gjennom flere tiår motvirket jodmangel. Imidlertid kan også et for stort inntak av jod gjennom utstrakt bruk av brunalger i dietten, i seg selv føre til en tilsvarende sykdomstilstand som for lavt inntak. I enkelte kystområder i Japan der sjøplanter inngår i kosten, har omlag 10 % av befolkningen struma som følge av for høyt inntak av jod (jodindusert struma). I nordiske lærebøker i ernæring blir det foreslått å begrense inntaket av tarearter (brunalger) til maksimum en gang pr. måned; av andre brunalger til maksimum en gang pr. uke. Bruk av rødalgen fjærehinne, en art med knapt målbart jodinnhold, er ikke kritisk og kan inntas så ofte som ønskelig.

I det Fjerne Østen betraktes altså tang og tare som grønnsaker og urter, og de beste kvalitetene er faktisk luksuøse artikler. I tillegg til de estetiske verdiene (form, farge, tekstur, tygge- og munnfølelse og tyggelyder!) og smaken gir makroalgene tilskudd av vitaminer og mineraler til dietten. Noen få rødalger, som fjærehinne, har et rimelig høyt innhold av proteiner, og kan på denne måten bety et lite proteintilskudd i kosten. Men til og med i Japan er det daglige inntak i gjennomsnitt bare omtrent 10 g/person/dag (360 000 tonn/år), og dette betyr kun 2–4 g protein/person/dag. Det kreves altså store mengder alger hvis disse skal utgjøre hovedproteinkilden, og det ville uunngåelig ført til et for høyt samtidig inntak av mineraler, med diaré som ganske sannsynlig konsekvens.

Polysakkaridene vi finner i tang og tare er høyst forskjellige fra dem i vanlige grønnsaker. Polysakkaridene i vanlige grønnsaker (eksempelvis stivelse) spaltes lett i fordøyelsen da bindingene mellom sukkerenhetene er av en slik type at de kan kuttes av tarmens enzymer. Enzymet amylase bryter lett α -bindingene som finnes i stivelse, mens det ikke klarer å bryte de tilsvarende β -bindingene. Enzymer som er i stand til å bryte β -bundne polymere slik som cellulose og tilsvarende finnes ikke hos mennesket, men hos drøvtyggere. Brunalger inneholder polysakkarider som har overveiende β -bindinger mellom sukkerenhetene, som er av typen glukose (i brunalgenes laminaran) eller uronsyrer (i brunalgenes alginat). Grønnalger inneholder derimot vanlig stivelse (α -bundne polymerer av glukose), men celleveggene består av mer komplekse, motstandsdyktige polysakkarider i en kombinasjon av glukose, mannose og xylose. Da vi mennesker bare klarer å fordøye noen få prosent av polysakkarider fra tang og tare oppleves de som "fyllende". Slik sett er tang og tare god slankekost. Deres relativt myke cellevegger (de inneholder svært lite cellulose) regulerer tarmaktiviteten uten å skade tarmveggene.

Det er hevdet at et jevnt inntak av tang og tare vil bidra til å utvikle tarmbakterier som kan bryte ned de særegne polysakkaridene i tang og tare og slik gjøre dem tilgjengelige for fordøyelsen. For mennesker savner denne påstanden gode bevis. Japanske forskere hevdet på 1980-tallet at ”. . . tang og tare inneholder alginat, laminaran, fukoidan, agar og andre polysakkarider som tilhører gruppen av ufordøyelige polysakkarider”.

Selv om bruken av tang og tare som matvarer i Europa i dag er ubetydelig, er bruken av polysakkarider i matvareindustrien betydelig. Hver dag inntar vi litt algepolysakkarider, f.eks. gjennom ferdiglagde dressinger, iskem, majones og ketchup. (Se kap. 6.)

Innholdet av ulike aminosyrer i protein fra store alger er lik det i eggehvite og belgfrukter. Tang og tare har et lavt fettinnhold, og har et konkurransedyktig innhold av vitaminer og mineraler. Resultater fra eksperimenter med fordøyelighet av proteiner fra tang og tare i mennesker og dyr over lengre perioder har imidlertid ikke gitt avklarende resultater.

Avgjørende for proteinutnyttelsen er innhold av fenoler i algene. Fenoler er organiske ringforbindelser som bl.a. kan binde seg til proteinene og gjøre dem utilgjengelige for fordøyelsen. Det skjer når cellene knuses og fenolene frigis. Derfor er grønnalger og rødalger (som er uten fenoler) bedre proteinkilder enn brunalgene, som kan ha svært høye fenolinnhold. I tillegg har rødalger generelt høyere proteininnhold enn grønn- og brunalger.

Biotilgjengelighet er fremdeles et omdiskutert emne, både for hovedkomponenter som proteiner og karbohydrater, men også for de uorganiske forbindelsene (som jod og arsen). Brunalger bør ikke benyttes som eneste kilde til sporelementer, bl.a. fordi alginatene i dem binder divalente katjoner meget sterkt og kan hindre opptak i kroppen.

Flere enn 1200 marine organismer er angitt som giftige i varierende grad. Blant tang og tare finnes kanskje 2–3 med ennå noe varierende dokumentert giftighet for mennesker, hovedsakelig ved å forårsake svimmelhet (*Caulerpa* sp.) og/eller kvalme (*Turbinaria* sp.) Ingen av artene som dette er påstått for finnes opprinnelig i Europa. De er alle tropiske og/eller subtropiske og ingen av dem har tradisjon som matvarer.

Variasjonen i innholdet skyldes i hovedsak sesongvariasjoner, men kan også avhenge av hvor på planten prøvene er tatt, og plantens alder, voksested, forbehandling og analysemetode.

Bruken av tangmel i human ernæring er svært beskjeden. Det finnes på markedet både tangmel og taremel i forbrukspakninger, samt diverse tabletter hvor også andre ingredienser, som beinmel, fiskeoljееkstrakter o.l. er tilsatt. Som mineraltilskudd kan dette være positivt. Tabell 3.3 viser at bidraget for de forskjellige mineraler og vitaminer varierer en god del.

Norske matalger

Søl (engelsk: dulce) er en av de største og vanligste rødalgene på den nordlige halvkule. Den finnes først og fremst nederst i fjæra, delvis på klipper og stor stein og som påvekst på store brunalger (Fig. 1.6). Arten finnes ned til 15 m dyp og kan bli 10–25 cm lang. Den er en god kilde for både mineraler og vitaminer sammenliknet med ordinære grønnsaker, da den inneholder sporelementene viktige for menneskets fysiologiske prosesser. Det har også det høyeste proteininnhold av de vanligste tang- og tareartene. Søl må fra tørket tilstand bløtes i kaldt vann i maksimalt 2–3 minutter. Søl er fin sammen med smør og poteter og kan brukes i salater, supper og stuinger.

Butare (engelsk: dabberlocks, bladderlocks) produseres i Irland og på østkysten av USA. Det er den tarearten som er den beste proteinkilden, sannsynligvis pga. det lave fenolinnholdet. Den har også et rimelig lavt jodinnhold. De sporebærende småbladene som vokser fram nederst på stilken er ansett som en delikatesse blant marine grønnsaker. Den saftige midtribben hos unge planter er utmerket i supper og til å pakke rundt fisk som skal kokes, og den kan hakkes og brukes i salat. Fersk butare bør kokes i drøye 20 minutter for å bli mør. Smaken er mild og søtlig.

Tabell 3.2. Innhold av vitaminer i tang og tare.

Forbindelse (vitamin-gruppe)	Grisetang (tangmel) (mg/kg tørrstoff)	Tare (mg/kg tørrstoff)
Karoten (provitamin A)	35–80	< 50
Thiamin (B ₁)	1–5	1–10
Riboflavin (B ₂)	5–10	1–5
Niacin (B ₃)	10–30	10–30 (50–100 i butare)
Folsyre (B ₉)	0,1–0,5	0,3–2
Kobalamin (B ₁₂)	0,004–0,1	0,01–0,12
Askorbinsyre (C)	550–1650	10–50
Tokoferol (E)	260–450	10–30
Biotin (H)	0,1–0,4	0,2–0,6
Naftokinon (K)	ca. 10	-

Tabell 3.3. Anbefalt daglig inntak for voksne av noen mineraler og vitaminer sammenliknet med innholdet av de samme forbindelsene i tangmel.

Grunnstoff/vitamin	Anbefalt inntak for voksen (mg/dag der annet ikke er angitt)	Beregnet mengde norsk tangmel for samme inntak (g/dag)
Fe (menn)	10	33
Fe (kvinner)	18	60
F	1,4–4	55–160
Zn	15	60–200
Cu	2–3	50–150
I	0,05–0,3	0,1–0,6
Se	0,05–0,2	500–2000
Mn	2,5–5	80–160
Mo	0,15–0,5	300–1000
Vitamin A	0,8–1	10–30
Thiamin (B ₁)	100 µg/MJ energi-inntak ≈ 1 mg	≈200–1000
Riboflavin (B ₂)	140 µg/MJ energi-inntak	≈140–280
Niacin (B ₃)	1000 µg/MJ energi-inntak	≈1000–3000
Folsyre (B ₉)	0,4	800–2000
Askorbinsyre (C)	30–75	0,02–0,14
Tokoferol (E)	8–10 µg (som α-tokoferol)	0,04–0,14

Fingertare (engelsk: kelp, tangle) og sukkertare (engelsk: oarweed). Når den tørker skiller sukkertaren ut en søt sukkeralkohol, mannitol. Smaken hos tarer sitter i overflaten så de må ikke skylles eller vaskes, men tørket tare kan tørkes med en litt fuktig klut.

Fjærehinne (engelsk: laver, japansk: nori) er flortynne brunlilla rødalger som er meget vanlige langs norskekysten, oftest festet til stein. I Sør-Wales og Sør-England kokes de til en puré, laverbread (15 g tørket fjærehinne tilsettes 3 dl vann og småkokes i 5 minutter under stadig omrøring, til algene har gått i oppløsning – vann som er til overs slås ut). Laverbread

brukes i havrekjeks og i sauser for fårekjøtt og sjømat, eller den blandes med litt Olivenolje og sitronsaft og serveres på ristet loff eller havrekjeks. Husk at du må bruke mørkrosa (uristet), tørket fjærehinne, ikke den ristede japanske utgaven som har et mørkt metallisk grønnskjær og som brukes rundt sushi-ruller.

3.3 Gjødning

De første omtalene av vestlig bruk av tang og tare som tilskudd til gjødning er fra romertidens Palladius, i det 4. århundre e.Kr. Neste kilde er fra 1100-tallets Frankrike. Mer detaljert omtale av bruken som gjødning kommer fra Cornwall på 1500-tallet, hvor det berettes om sanking av drivtare som fraktes til å spres på åkre inntil 6–7 kilometer inn i landet. Brukt på samme måte som husdyrgjødning ble det påstått å gi gode avlinger, spesielt av bygg. Franske myndigheter utarbeidet på 1700-tallet detaljerte forskrifter om tang- og tareartenes bruk til gjødsling i kyststrøkene, igjen med angivelig svært positiv virkning, spesielt for grønnsaker langs kystene av Normandie og Bretagne. I *Norges Naturlige Historie* fra 1752 skrev biskop Pontoppidan at tang også ble brukt til gjødning og jordforbedring.

Slike beretninger om å skjære tang og tare, ofte om våren, finnes i lokalhistorie langs de fleste av Europas kyster. De kunne bruke stutturv eller sigd som gjerne var surret fast til en stang på 2–3 meter. Som gjødning ble tang og tare spesielt brukt på tørr jord og på potetene. Både i Irland og i Nord-Norge la kystbefolkningen f.eks. møysommelig opp små, men gode potetåkrer av en blanding av sand og tang og tare.

Tabell 3.4. Konvensjonell gjødselverdi for komponenter i tang (i % av tørrstoff) sammenliknet med blandet storfe gjødning og fullgjødning A.

Prosent	Blandet storfe gjødning	Tang	Fullgjødning A
Nitrogen (N)	3,4	1,3	14
Fosfor (P)	0,7	0,1	6
Kalium (K)	3,4	2,5	16

Jordbrukere langs kysten har i mange sammenhenger erfart at jevnlig bruk av tang og tare på jorda reduserer nødvendigheten av å drive vekselbruk. Jord som er utarmet på uidentifiserte grunnstoffer kan enkelt restaureres av å tilsette tangmel eller ekstrakt fra tangmel. Hvor stor mengde må prøves ut for hvert enkelt planteslag, jordtype og andre viktige faktorer.

Med dagens økende interesse for økologisk jordbruk synes denne sektoren å ha et potensial for videre ekspansjon. Dette er en god anvendelse av et lands ressurser av tang og tare, og de fleste arter kan benyttes. En annen fordel med tang og tare som tilleggsgjødsel er at de er fullstendig fri for sporer og frø fra sopp og landplanter. De bringer altså ikke ugress eller sykdommer inn i avlingen. Videre er det utprøvd og anbefalt sterk gjødsling med tang og tare på lyngmark som skal dyrkes. Denne behandlingen dreper lyngen og gjør lyngtorven skjørere og lettere å bearbeide.

Innblanding av tang og tare i såkalte jordforbedringsmidler er en annen mulighet. En rik bakterieflora i jorda er gunstig, da bakteriene bl.a. produserer chelaterende substanser. Chelatorer bringer en rekke tungt oppløselige metaller over i løsning og vil derfor øke tilgjengeligheten av viktige plantenæringsstoffer. Bakteriell nedbryting av karbohydrater fra brunalger skjer angivelig raskere og med mindre tap av nitrogen enn ved nedbryting av f.eks. lignin og cellulose.

I tillegg kommer komponentene i brunalgene selv. Alginatene har evne til å bedre jordstrukturen gjennom dannelse av agglomerater. Dette bedrer samtidig vannhusholdningen og motstandsevnen mot tørke da vann ikke så lett damper av fra jord med grynstruktur.

En spesiell anvendelse av tangmel er for å hindre tap av topplaget av jord. Det er tangmelets innhold av alginat som er det viktige ingrediensen. Kompostert tangmel med 20–25 % vann blandes med leire, gjødselsterkning, torv og vann og blandingen tilsettes et spiredyktig frø av en ønsket plante. Blandingens sprøytes utover ofte vanskelig tilgjengelige skråninger, som veiskjæringer og lignende. Den har tiksotropiske egenskaper, dvs. den blir flytende når den utsettes for omrøring/trykk og fester seg til underlaget, som kan være naken stein. Massen størkner deretter til en gelé som holder på fuktigheten slik at frøene spirer til planter med rotsystemer som holder det nye laget med jord på plass.

En forbehandling av algemassen ved f.eks. delvis fermentering kan gi et lett utnyttbart produkt for plantene. I Frankrike ble en blanding av grønnalgen havsalat og brunalgene blæretang, sagtang, fingertare, stortare, sukkertare og grisetang lagt til aerob fermentering i 8–12 måneder sammen med bark- og løvavfall og hønse- og haremøkk. 1000 tonn av denne blandingen ble produsert og solgte i 20 kg sekker ved supermarkeder som hakka møkk.

Siden 1950 har det vært produsert flere former for konsentrerte, flytende ekstrakter fra tang og tare. Alga Produkter A/S i Kristiansund fremstiller tangekstrakt for bruk til gjødslingsformål. Ekstraktet leveres både i form av et flytende konsentrat og som vannløselig pulver.

Dessverre er mange av feltforsøkene med tanggjødsel – og spesielt med tangekstrakt og dets påståtte vekstfremmende virkning ut over mikronæringsstoffer – ikke omtalt i den anerkjente vitenskapelige litteraturen. Informasjonen er ofte begrenset til produsentenes egne brosjyrer. Selv om disse forsøkene er avgjort interessante, er det da umulig å få informasjon om de eksperimentelle metodene slik at resultatenes gyldighet kan fastlegges. Det er overveiende sannsynlig at det bare er de positive resultatene som meddeles videre. Mange av de positive virkningene som påstås i slike fremstillinger er tydelig kommersielt innrettet og enkelte ganger på grensen til det utrolige. Dette har bl.a. medført en noe avventende, kanskje enkelte ganger negativ holdning fra myndigheter og vitenskapelige fagmiljøer, og samtidig hindret resultatene i å bli kjent. Det er likevel så mye pålitelig informasjon at en må erkjenne de positive effektene i mange tilfeller, selv om årsaken til disse effektene ikke er fullt ut forstått.

For tangmel fra grisetang har det også vært noe oppmerksomhet mot tangens varierende innhold av organiske plantevekstfaktorer, som kinetin og auxin.

Kommersielle produkter av tang og tare (f.eks. tangmel) til gjødsel i Norge er regulert av ”Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav”. Den nevner ikke tangprodukter spesielt, men angir krav til tilvirkning, kvalitet (dvs. renhet og øvre grenser for tungmetaller) samt krav til deklarasjon av næringsstoffer av betydning for plantevekst, som N, P, K og mikro-næringsstoffer.

Interessen for å gå bort fra syntetiske midler i jord- og hagebruk og over til økologisk jordbruk synes å bre seg jevnt. Dette har medført [nye forsøk for å finne ut mer](#) om gjødselverdi og frigjøring av næringsstoffer i tang under norske forhold. Forsøkene involverer fersk tang, tang fra tangvoll og tang som har vært kompostert. Tangkompostene er tilsatt halm, torv og oreflis. De går også inn på praktiske spørsmål som håndteringsmåtene, arbeidsforbruket og økologiske aspekter: Hvordan virker høsting og fjerning av tang inn på strandøkologien? Er det lett adkomst til stranden for samle- og transportredskap? Er det tilgang på praktiske sprede- og nedmoldingsredskaper og eventuelt plass til komposter dersom kompostering er mest formålstjenlig? Kan det lønne seg å kjøpe tang og tare – enten fersk fra et mottak eller som tangmel?

3.4 Tang og tare som tilskudd til dyrefôr

Historisk

Historiske kilder viser at helt til vår tid beiter husdyr på tang og tare der de har tilgang til det. Årsakene kan være flere: ren hungersnød; tang som nødvendig mineraltilskudd til fôr fra fattig jordsmonn; enkelte arter er til visse årstider et objektivt sett bra husdyrfôr. Det siste synes å være tilfellet med algen søl, som tidligere nevnt synes spesielt attraktiv for sau.

I mange kyststater har derfor dyr som sau, hest, ku og gris blitt gitt tilgang til å beite tang og tare i fjæra. Et fellestrekk synes å være at dyrene foretrekker de yngste delene av plantene. Det virker rimelig da det er her en finner det høyeste proteininnhold, minst fenoler og minst ufordøyelige fibre. I tillegg til søl fremheves butare som et utmerket fôrtilskudd i disse folkelige framstillingene. Den islandske tradisjonen for å legge opp vinterlager av tang og tare medførte å høste og vaske plantene, og presse dem sammen til en kompakt masse. Butare kunne bli tørket individuelt og lagret lagvis med høy.

I Nordland og Finnmark ble tangen kokt sammen med fiskehoder til dyrefôr. Petter Dass omtaler i et vers i Nordlands Trompet dette som et særlig godt melkefôr. Det berettes også at husdyrholdere i Nord-Norge i vårknipen måtte ty til tang og tare alene eller iblandet kvist og bark som *eneste* fôr. Også den norske biskop Pontoppidan omtaler i *Norges Naturlige Historie* fra 1752 at tang brukes til fôr for husdyrene. Tang og tare ble oftest ikke kokt før den ble brukt som fôr, men 'døyvet', dvs. skylt med kokende vann. Da mistet algene sin brune farge og ble grønne. Døyvet tang og tare ble gjerne blandet med fiskerester og av og til også med litt mel før det ble gitt til dyrene.

Lenger sør i landet ble tangen også i historisk tid brukt til dyrefôr, ja faktisk helt opp til 1950-årene. Det ble hevdet at sau som gikk i stredene om vinteren fikk større motstandskraft mot infeksjonssykdommer om våren enn sau som hadde vært fôret inne, noe som kan tyde på positiv effekt av tilskudd av enkelte sporemnner og vitaminer i et ellers – etter moderne forhold – ubalansert sammensatt fôr.

Det er naturlig å tillegge de folkelige navnene butare, sautare, grisetang, hesttang/hestattare osv. at tangen og taren har vært brukt i stor utstrekning som dyrefôr. Det er imidlertid tvilsomt om dette samtidig er et kvalitetsstempel på disse plantene som fôr for respektive dyregruppe. Folkelig nedarvet kunnskap overlever ikke alltid møtet med moderne vitenskap.

Forskningen

De første systematiske undersøkelsen av effekten av tang og tare i dyrefôr kom under første verdenskrig, bl.a. i Frankrike og Norge. Årsakene til denne nyvunne interessen kan være flere. På denne tiden var hovedkomponentene i tang og tare så vidt begynt å bli kjemisk kartlagt, ut fra fremvoksende vitenskapelig kompetanse og analysemetoder. Mineraler og vitaminer ble på den tiden første gang erkjent som avgjørende for riktig ernæring. Samtidig slo krigsøkonomien inn og nødvendiggjorde bedre utnyttelse av alle nasjonale ressurser. Det nevnes i en kilde at den første tangmelfabrikk i Norge eksisterte noen år på Vestlandet rundt 1917.

De første forsøkene i Norge, og faktisk blant de første i verden, ble utført i 1914–15 av professor H. Isaachsen ved Norges Landbrukshøiskole. De nyttet tang som erstatning for høy i fôret hos melkefe. Resultatene kunne tyde på at 1 kg tang tilsvarte 0,7 kg middelgodt høy.

Som en kan forstå var de første undersøkelsene beheftet med mye usikkerhet. I tillegg er fôringsforsøk i seg selv komplekse, og bør gjøres med endring av bare en komponent ad gangen, og med store, homogene dyregrupper.

I mellomkrigstiden ble det brukt stadig mer importert kraftfôr. Kjemikeren Gulbrand Lunde leverte en etter tiden reflektert drøfting av tang og tare som fôrstoffer i en artikkel høsten 1940. (Se mer om Lunde i kap. 8). Der sa han at tang og tare ”. . . ikke er noe eggehvitfôr, og kan derfor heller ikke betegnes som noe kraftfôr. Men den er rik på kullhydrater, mineralsalter og visse vitaminer, og den er først og fremst et norsk fôrstoff.”

Lunde kommenterte de nevnte forsøkene av professor Isaachsen. Han påpekte det vitenskapelig uheldige ved at Isaachsen og medarbeidere hadde nyttet en blanding av tre forskjellige tangarter, og at det ikke ble angitt når på året råmaterialet var høstet.

Lunde omtalte også den mulige fôrverdien, noe som skulle bli et langvarig stridstema mellom tangmelfabrikantene og landbruksnæringen. Han drøftet deretter systematisk og kortfattet artene, artenes kjemiske innhold ut fra datidens analyser og mulige mengder. Også han hadde merket seg småfeets begeistring for rødalgen framfor brunalgen. Lunde var mest begeistret for brunalgens karbohydrat laminaran, som er deres opplagsnæring og svar på plantenes stivelse (men likevel ikke like fordøyelig, jf. drøftingen av polysakkarider under avsnittet om human ernæring). Lunde mente ganske rasjonelt at tare bør fortrinnsvis skjæres om høsten, dersom den skal benyttes som karbohydratfôr, da innholdet av laminaran og andre kullhydrater da er høyest.

Allerede i mellomkrigstiden var brunalgens vitamininnhold så smått kartlagt, med kunnskap om både vitamin A, mange i B-gruppen og C. Det var kjennskap til at unge skudd av visse tangarter inneholder dobbelt så mye vitamin C som appelsiner, men at dette ikke hadde så stor betydning i husdyrfôret. Lunde var mer opptatt av vitamin A-innholdet i tangen og av visse B-vitaminer.

Lunde satte også fingeren på fôrverdiens nødvendige følgesvenn, fordøyeligheten. Helt presist uttalte Lunde at ”. . . Dette spørsmål kan bare løses ved praktiske forsøk. Imidlertid kommer her den store vansken at en ved slike forsøk må gi forsøksdyra forholdsvis store mengder av tangmelet i fôret, og da tang- og taremeler har et så vidt høyt mineralstoffinnhold, og særlig et høyt jodinnhold, så kan en vente at dette vil virke forstyrrende.”

Fordøyelighet er et aspekt som ennå er uoppklart for mange forbindelser i tang og tare, jf. den foregående kommentaren fra japanske forskere om senere undersøkelser av algepoly-sakkariders manglende fordøyelighet.

Tidlige anslag for tangmelets fôrverdi gikk veldig langt, bl.a. i å rangere det på høyde med kraftfôr.

Lunde erkjente at det ikke var relevant å sammenlikne ulike fôr ut fra de kjemiske komponentenes kjemiske kaloriverdi. Forskjellen mellom de kjemiske forbindelsenes karakter og deres fysiologiske betydning for henholdsvis fôr basert på tang og tare og fôr basert på landplanter synes for stor.

Det ble allerede i mellomkrigstiden funnet at taremeler i fôret til melkekyr ga økt jodinnhold i melken. I innlandsstrøk var det samfunnsmedisinsk høyst fordelaktig, da struma ennå var reelt i innlandsstrøk på denne tiden, før f.eks. jodisert salt ble regelmessig tilgjengelig.

Lunde – som er ansett som en av Norges beste kjemikere – fikk ikke noen stor stjerne i etterkrigstiden, verken i politikken og heller ikke i vitenskapen. Det beror nok i to forhold. For det første døde han i en bilulykke i 1942, for det andre var han et av de første medlemmene av Nasjonal Samling tidlig på 1930-tallet, og senere minister i både Quislings første og andre regjering i årene 1940–1942.

Utviklingen i tangmelindustrien og anvendelsen av tangmel som tilskuddsfôr reiste etter krigen krav om bedre kjennskap til materialets innhold av vitaminer og viktige mineraler, og ikke minst materialets betydning for dyrenes helse og vekst som fôrkomponenter.

Det offentlig fullfinansierte Norsk institutt for tang- og tareforskning startet sitt arbeid i 1950. En av instituttets hovedoppgaver var å undersøke mulighetene for tangmel. Instituttets medarbeidere samarbeidet med veterinærer og fôreksperter for noen av verdens mest omfattende og systematiske fôringsforsøk med flere dyregrupper gjennom mange år.

Studier av fordeling og mengde av β -karoten (provitamin A), niacin og biotin, samt vitamin B₁₂ ble gjennomført. Likeledes ble innhold av askorbinsyre (vitamin C) og tokoferoler (vitamin E) bestemt og årstidsvariasjonene fastlagt for en del teknisk viktige alger. Særlig tangartene kan være en bra kilde for vitaminer som karoten, tokoferol og niacin.

De måtte nødvendigvis også gjennomgå tidligere forsøk, bl.a. de av Isaachsen fra første verdenskrig, som det ennå på 1950-tallet ble vist til når temaet ble debattert i Norge. Dette syntes forskerne ved NITT var utidig, da det etter deres mening heftet flere eksperimentelle feil ved de nå 40 år gamle forsøkene.

I et brev til tangmelfabrikantene utredet de grundig staus på feltet, med bl.a en grundig gjennomgang av Isaachsens forsøk, hvor de bl.a. skrev:

*”Isaachsen’s forsøk var et rent kaloriforsøk. Som representant for tangen ble et kommersielt tangmel benyttet. Dette besto av blæretang (*Fucus vesiculosus*), sagtang (*Fucus serratus*) og grisetang (*Ascophyllum nodosum*). Det ble ikke foretatt noen analyse av melet, og avhandlingen gir motstridende opplysninger om mengdeforholdene mellom tangartene. Det er sannsynlig at blæretangen var den dominerende komponent i blanningen [sic], og denne algen er regnet for å være en mindreverdige fôr-alge. Dessuten ble tangmelet utlutet i kaldt vann over natten, hvilket sikkert førte til et tap av fordøyelige kullhydrater. Tangmelet synes å være innveid før utvaskingen, og det er således mulig at ca. 10 % av kullhydratene ble slått ut med vaskevannet og ikke kom så langt som til kua. Siden utvaskingen ble gjort med kaldt vann, er det mulig at enkelte avførende prinsipper ikke ble fjernet. Og dette kan ha bidradd til den senere observerte avmagring.*

En hovedfeil ved Isaachsen’s forsøk er at de totalt mangler tilvenningstid. Det er vist at andre dyr, f.eks. hest og rotte (4,5) utnytter tang eller tare i stigende grad fra fôringens begynnelse og opp til 4–6 uker, og det er derfor rimelig å anta at dette også gjelder kyr.

*Den egenartede sammensetning av tang og tare fører også til andre vanskeligheter når fordøyeligheten av disse fôrkomponentene skal bestemmes. Det store mineralinnhold, og av og til andre avførende prinsipper (spesielt aktive synes de å være i mel fra *Fucus vesiculosus*) fører til løs mave hos forsøksdyrene når prosentsetningen av tangmel kommer særlig høyt; og for å få nøyaktige fôrverdibestemmelser mener Isaachsen det er nødvendig å arbeide med store mengder tangmel i fôret. Selv om besetningene som ble benyttet ikke viste noe tegn på sykdom utelukker ikke avhandlingen muligheten av en øket gjødselmengde under forsøket, all den tid dette ikke ble undersøkt i det hele tatt. En anden ting er at forsøkene utføres på fire forskjellige gårder, og at høy- og halm-kvalitetene svinget sterkt både mellom disse og innen de enkelte gårder.”*

De mente likevel at Isaachsens og et senere forsøk fra 1939 ved Norges Landbrukshøgskole måtte ”plasseres blant de mest pålitelige (minst upålitelige)” av slike forsøk.

Det ble nødvendig for NITTs forskere å vise at de nyttige forbindelser som var funnet i tangartene også var i praksis tilgjengelige for husdyr, og instituttet gjennomførte både alene og i samarbeid med forskere ved Norges Landbrukshøgskole og lokale veterinærer en lang

rekke fôringsforsøk for å klarlegge den reelle verdi av tangmel som tilskuddsfôr. Flere tusen høner og kyllinger, fire–fem tusen sauer, flere hundre slaktegris, noen dusin okser og syv par eneggede tvillingsett av sidet trønderfe gikk inn i omfattende forsøk. Resultatene viste at høy kvalitet tangmel kan være en god kilde for en rekke vitaminer og mineraler. Bedring i ullproduksjonen hos sau og i melkeutbyttet hos kyr ble påvist ved tilskudd med tangmel. Forsøket med melkefe omfattet 7 sett eneggede tvillingkyr i 7 laktasjonsperioder. Det ble oppnådd signifikant øking i melkeproduksjonen (på 6 %) ved å bytte ut standard mineralblandingen med kalsiumfosfatforsterket tangmel.

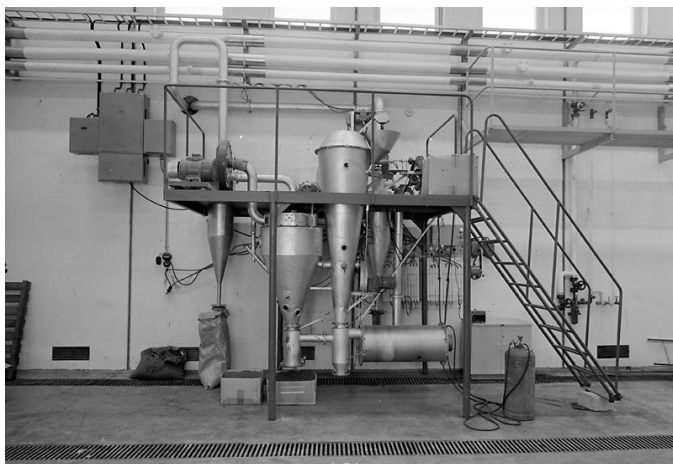


Fig. 3.1.a)–b). Tidlig på 1960-tallet bygde Institutt for kjemiteknikk ved NTH en prototyp av en type svevskikttørke tilpasset den norske tangmelindustrien etter design av NTH-professor Aksel Lydersen. Formålet var å bedre tørkemulighetene for jevnere og bedre kvalitet på tangmelet. Tørka fungerte brukbart, men ble ingen kommersiell suksess. a) (t.v.) Hele tørka ferdig oppsatt i Kjemihallen ved NTH januar 1962. (Foto: Schrøderarkivet, Trøndelag Folkemuseum, FTTF.SCH.V.072368.04). b) Konstruktører ved instituttet i arbeid med oppsettet. (Foto: Sverre Myklestad, NITT.)

Instituttet fant det også nødvendig å ta opp problem i forbindelse med selve produksjonen av tangmel, spesielt med sikte på å sikre en jevn og høy kvalitet for norsk tangmel. Optimale tørkebetingelser i tangmeltørkene, sikre lagringsforhold både for råtang og det ferdige mel ble fastlagt og metode for hesjetørking ble utviklet. I samarbeid med Institutt for kjemiteknikk ved NTH ble det utviklet en spesiell sveveskikttørke med en kapasitet på ca. 1 tonn råtang pr. time. I tillegg utviklet instituttet en oljefyrt bingetørke med en kapasitet på bare 150 kg tang pr. time. Begge disse tørkene var myntet på de mange små tangmelfabrikkene som var i drift på denne tiden og som leverte lufttørket tangmel av høyst variabel kvalitet. For å øke kontakten med tangmelindustrien og for å sikre at instituttets resultater ble raskt kjent utga instituttet "Tangmelposten" i årene 1961–1966.

Moderne test av tangmel i fôr til drøvtyggere

Ennå foregår [forskning på bruk av naturlige vitaminkilder i fôret til drøvtyggere](#). I et prosjekt startet 2009 ved Bioforsk Økologisk prøves tangmel som mulig alternativ til syntetiske vitaminer i fôrtilskudd. Forskerne vil også se på hvordan tangmel virker på immunsystemet og tarmfloraen til drøvtyggere og på kvaliteten på kjøtt og melk. Arbeidet baseres på at antioksidanter og mineraler ikke bare er viktige for dyras helse og velferd, men spiller også en viktig rolle for produktkvaliteten. Fettløselige vitaminer, slik som vitamin E (tokoferol), er viktige for drøvtyggere for å vedlikeholde optimal immunfunksjon, for fertilitet og for å sikre høy kvalitet på produkter fra melk og kjøtt.

Den norske industrielle tangmelproduksjonen

De færreste husdyr har anledning til å beite fritt i fjæra. Dette er forbeholdt dyr på gårder langs kysten med langgrunne, lett tilgjengelige områder og god algevekst. Derfor ble

industriell produksjon av tangmel en naturlig industriell utvidelse av en folkelig tradisjon.

Både før, under og like etter okkupasjonen 1940–45 var det naturlig nok markant politisk oppmerksomhet rundt behovet for å utnytte nasjonale råstoffer og samtidig kunne sysselsette flest mulig av kystbefolkningen. Fiskeriene var jo sesongbetonte, og med mekaniseringen ble behovet for arbeidskraft mindre. Lunde uttrykte det slik: ”. . . , men en må her ikke glemme at det dreier seg om et norsk fôrstoff og at pengene derfor blir i landet og at der samtidig skaffes arbeide og fortjeneste for mange mennesker.”

Tangmel fra grisetang ble først produsert regelmessig i Norge fra 1937 (Algea Produkter A/S, Kristiansund). Det er et interessant spørsmål hvorfor denne produksjonen kom systematisk i gang i flere kyststater både i Europa og Nord-Amerika? En mulig forklaring er sammenfallet i tid av flere faktorer: Jordbruket var nå så rasjonalisert at det var åpent for nye produkter, som en industriell fortsettelse av en tradisjonell bruk langs kysten. Mineraler og vitaminer var nylig oppdaget og kartlagt med hensyn til ernæringsmessig betydning og dermed fått mye omtale. Troen på fremskritt gjennom moderne teknologi og vitenskap spilte nok også en rolle. Basisfôr var ennå ikke så balanserte at ikke tangmel faktisk kunne ha en god tilskuddseffekt, f.eks. til fôr fra kilder som var utarmet på visse mineraler. Ikke bare kunne de stimulere almentilstanden, men også forbedre motstandskraften mot sykdommer. Det ble argumentert for at det var enklere å tilsette et bredt sammensatt ”sikringsfôr” enn å finne hvilke mineraler som manglet og så tilsette disse i fôret. (I kap. 5.2. ser vi at noen amerikanske fôreksperter var av en annen oppfatning.)

At grisetang siden den gang er nyttet som hovedkilden for en stor del av tangmelproduksjonen, skyldes nok at denne arten er dominerende i fjæra langs kysten på begge sider av Nord-Atlanteren, og lett å høste.

I den første tiden ble grisetangen kuttet for hånd med sigd og soltørket på berget nær høsteplassene. Arbeidskraft var billig, men det vekslende været på kysten med regnbyger kunne ødelegge for tørkingen og gi et råstoff som ble brunlig, halvråttent og befenget med sopp. Klager fra utenlandske importører på de dårlige partiene skapte et dårlig rykte for norsk tangmel, og i 1957 vedtok myndighetene kvalitetsforskrifter for tangmel. Samtidig ble det eksperimentert både med hesjetørking av tangen og med ulike typer oljefyrte industrielle tørker. De oljefyrte tørkene tok helt over på 1960- og 1970-tallet, da antallet norske tangmelprodusenter sank drastisk, fra 30–40 til et knapt halvt dusin.

Tang og tangmel har lange tradisjoner som husdyrfôr, men rangerer nå som hjelpe- og erstatningsfôr, en endring som vesentlig skyldes høyt askeinnhold og lavt energiinnhold. Inntil tidlig på 1970-tallet var næringsverdien av tangmel fra grisetang anslått av landbruksmyndighetene til ca. 0,65 fôrenheter i energi og med et positivt innhold av fordøybare proteiner, slik at 1 kg tangmel tilsvarte ca. 0,6 kg av kornslag som bygg, durra, mais og hvete. Med bestemmelsene i 1973 ble anslaget drastisk senket og førte til nedgang i bruken som tilskudd til kraftfôr. Energiverdien ble redusert til 65 % av den tidligere verdien som fôr til griser, kyllinger og høner (fjørfe), og fordøyeligheten av protein ble redusert til null. Den effektive verdien av tangmel ble således redusert til mindre enn 30 % av fôrverdien av korn. En samtidig markert prisoppgang, hovedsakelig pga. økt oljepris, førte til større tørkekostnader og gjorde tangmelet for kostbart som alminnelig tilskuddsfôr.

Forsøk med sau, gris, høns og kyllinger har vist at tangmel kan erstatte andre mineral- og vitaminblandinger i overensstemmelse med det påviste innholdet av disse komponentene i tangmelet. Tilskuddet av tangmel har vært holdt innenfor 3–5 % av totalt fôrinntak.

Den kraftige økningen gjennom 1950- og 1960-tallet av standard fôrblandinger til komplettering av gress og andre fôrplanter gjorde at produksjonen av tilskuddsfôr også økte

betydelig i volum i og med den interessen for bruk av tangmel. På slutten av 1950-tallet kom offentlige forskrifter med kvalitetskrav til tangmelproduksjonen, for bl.a. å gjøre slutt på produksjon av tangmel fra halvrått tang som hadde ligget for lenge før tørking og maling.

Men det ble aldri noe krav om tilsats av tangmel i norske kraftfôrblandinger, dertil var skepsisen i landbrukskretser for stor og bevisene for tangmelets fortrefelighet for spredte.

Det viste seg også at tangmel i stedet for å bli betraktet som et fôr i seg selv, er langt bedre egnet som et fôrtilskudd som bærer av sporstoffer, dvs. kjemiske forbindelser som vitaminer og mineraler som trengs bare i meget små mengder, vanligvis mindre enn 0,1 g.

Ut fra næringsverdiberegning og praktiske fôringsforsøk synes det nokså klart at tangmel er dårlig egnet som kalorikilde. Innholdet av vitaminer og mineraler generelt vil også kunne gi beskjedne bidrag. Unntaket er jod som kan dekke husdyrenes behov. Jodbehovet varierer hos dyr, fra 0,2–0,6 mg/kg tørrstoff i fôr. Med anslagsvis 500 mg jod pr. kg tangmel vil 1–3 g tangmel pr. kg tørrstoff dekke behovet i de fleste tilfeller. Tilskudd av jod er viktig for dyrenes metabolisme. Det har også vist seg at jodinnholdet i tangmel er i en mer lagringssikker form, og blir lettere tatt opp av dyrene enn de fleste kunstige jodblandinger. Rapsholdige fôrstoff inneholder glukosinolater som kan påføre griser en form for struma. Dette kunne motvirkes ved tilskudd av tangmel med sitt innhold av stabile jodforbindelser. Mineralblandinger for husdyr må inneholde 60–80 mg I pr. kg, og i dag er ca. 2 % av kraftfôrblendingene mineraler.

Kraftfôr inneholder vanligvis bare 2,5–3% fôrtilskudd. Her har tangmel sikret seg et begrenset, men stødig bruksområde, og er ikke avhengig av prissubsidier da mengden ikke påvirker prisen på den ferdige kraftfôrblendingen.

På 1970-tallet ble alginatindustrien – spesielt i Storbritannia – interessert i alginat fra grisetang, da det ga alginat med andre egenskaper enn de fra stortare og fingertare. Dette ga tangmelprodusentene et ekstra ben å stå på i en periode. I tillegg til fôrmel gikk en del som kosttilskudd til Østen.

Avsetningen av tangmel som fôrtilskudd på det norske marked er nå minimal. Tangmelet går for tiden hovedsakelig til produksjon av tangekstrakt, til alginatframstilling og til diverse mindre anvendelser i mange land over hele verden. Spesielt interessant er at det har fått innpass som fôrtilskudd i Japan.

Omsetningen av tangmelprodukter har etter 1980 vært synkende. I 1996 var det 3–4 produsenter som forbrukte i alt ca 15 000 tonn fersk tang, mot tidligere opptil ca 50 000 tonn pr år. Det synes å være at prisen på tangmelet som forhindrer dets videre bruk som fôrtilskudd i stedet for gressmel og andre mineraltilsetninger.

Det er nå ikke noen detaljerte forskrifter for tillatte forbindelser i kraftfôr, som tangmel. De offentlige forskriftene er tilpasset EØS-reglene, hvor det er forbud mot eller grenser for uønskede innholdsstoffer, og krav om detaljert angivelse av innhold, etc. Algemel er her en samlebetegnelse. [Forskriftene finnes her.](#)

Pr. 2010 produseres tangmel i Norge bare av [Algea AS](#). Algeas hovedkontor ligger i Kristiansund, og de to produksjonsanleggene for tangmel er i Brønnøysund (på sørlige del av Helgelandskysten) og Lødingen (på Hinnøyai Lofoten). Bedriften er del av det internasjonale konsernet Valagro Spa Group med hovedkvarter i Italia.

3.5 Litteratur og lenker

Chapman, V. J. (1950). *Seaweeds and their uses*. London, Methuen. [Nye utgaver 1970 og 1980.]

Høeg, O. A. (1974). *Planter og tradisjon: Floraen i levende tale og tradisjon i Norge 1925–1973*. Oslo, Universitetsforl., s. 126–139 (Alger)

Indergaard, M. and A. Jensen (1991). *Utnyttelse av marin biomasse*. Trondheim, Inst. for bioteknologi, Norges Tekniske Høgskole: 123.

Dyrefôr

Isaachsen, H., E. Fredrichsen, et al. (1917). *Beretning (Norges landbrukshøgskole. Fôringsforsøkene)* **10**(1915–16).

Jensen, A., H. Nebb, et al. (1968). The value of norwegian seaweed meal as a mineral supplement for dairy cows. *Report*. Trondheim, Norwegian Institute of Seaweed Research: 35.

Indergaard, M. and J. Minsaas (1991). Animal and Human Nutrition. *Seaweed resources in Europe: Uses and Potential*. M. D. Guiry and G. Blunden. Chichester, Wiley: 21–64.

Gjødsel

<http://www.agropub.no/id/5359.0>

Grønnsaker

Madlener, J. C. (1977). *The seavegetable book*. New York, Clarkson N. Potter.

Olsen, B. E. (1985, 1986). *Konsum av sjøplanter i Japan. Del I: Anvendelse, Del II: Marked*. Tromsø, Fiskeriteknologisk forskningsinstitut.

Jensen, A., B. Larsen, et al. (2000). Tang og tare. I: *Trondheimsfjorden*. (E. Sakshaug and J.-A. Sneli, red.). Trondheim, NTNU Vitenskapsmuseet: 157–169.

Mouritsen, O. G. (2009). *Tang: grøntsager fra havet*. Kbh., Nyt Nordisk Forlag.

Rhatigan, P. (2009). *Iris Seaweed Kitchen. The comprehensive guide to healthy everyday cooking with seaweeds*. Holywood, Ireland, Booklink.

http://www.seaweed.ie/uses_general/humanfood.html

<http://www.fao.org/docrep/006/y4765e/y4765e0b.htm>

http://www.welshfoodie.com/s_wales_dining.htm

<http://canadiankelp.com/Kelp/products.html>

Regelverk fôrtilskudd

<http://www.lovdatab.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20021107-1290.html>

Kap. 4: Tareaske for industriell anvendelse

4.1 Forhistorien

Helt fram til 1700-tallet var all utnyttelse av tang og tare en lokal, kystnær innsamling til bruk for den enkelte sanker som grønnsaker, som tilskudd til dyrefôr eller som gjødsel. Vi ser da bort fra eldre utvinning, som av pigmenter til farging.

Produksjonen av industrielt interessante råstoffer fra tang og tare startet med brenning av plantene for å redusere dem til aske. Asken ble først nyttet som kilde for kaliumsalter til glassindustrien, deretter til utvinning av spesielt tareaskens overraskende høye innhold av jod.

Fremstilling av glass begynte allerede i Egypt i Oldtiden. Romerne hadde en betydelig glassproduksjon, hovedsakelig av drikkekar og prydgjenstander. Romerske glassvarer er funnet i mange graver fra romersk jernalder i Norge.

Vanlig glass består av silisiumoksid (SiO_2 – kvartssand). Normalt skjelner vi mellom faste og flytende stoffer, men glass er faktisk begge deler, en uhyre seigtflytende væske som i vårt perspektiv oppfører seg som et fast stoff. Vanlig vindusglass blir lagd av sand, soda og kalk som smeltes sammen ved ca. 1500 grader Celsius. Hvorfor denne tilsatsen av soda, altså natriumkarbonat?

Kvartssand har et så ekstremt høye smeltepunkt som 2300 °C. Det medfører at glass fra ren kvartssand er energikrevende å produsere og vanskelig å bearbeide. Derfor tilsettes andre komponenter for å endre utgangsmaterialet. En av tilsatskomponentene er soda (natriumkarbonat – Na_2CO_3), som altså bidrar til å senke smeltepunktet for blandingen til den mer håndterlige temperaturen rundt 1500 °C. Glass fra ren kvartssand – kvartsglass – brukes bare til spesielle formål.

Men sodaen gjør vannet vannløselig, derfor må glassblandingene også tilsettes kalk (kalsiumoksid, CaO), noe magnesiumoksid (MgO) og aluminiumoksid (Al_2O_3) for å gi glasset bedre bestandighet. Denne blandingen står for i dag for ca. 90 % av alt industriprodusert glass.

Et annet mulig tilsatsmateriale for å senke smeltetemperaturen på glassblandingene er pottaske, altså kaliumsalter. Tareasken inneholdt både natrium- og kaliumsalter, og egner seg således som tilsetning i glassblandingene.

Rundt år 1000 begynte datidens sivilisasjoner å bruke pottaske (kaliumkarbonat) som var lettere å skaffe enn soda. Pottaske ble produsert fra aske etter brenning av ved. Vedasken ble vasket med vann, og pottasken ekstrahert ved å koke bort vannet.

Før norsk produksjon kom i gang i 1755, ble vindusglass importert vesentlig fra hansabyene Danzig og Lübeck, senere også fra England. De første norske glassverkene Ås glasshytte i Sandsvær og Nøstetangen i Eiker ble anlagt i 1740-årene for produksjon av drikkeglass. Hurdal Glassverk ble anlagt i 1755. All norsk produksjon av vindusglass opphørte da Drammen glassverk ble nedlagt i 1977.

I sagatiden og senere ble det også fremstilt salt til matvarebruk ved å tørke og brenne tang og tare. Så slo en sjøvann på asken og kokte inn laken til salt. Produktet ble kalt svartsalt og var av heller dårlig kvalitet. Metoden ble brukt der det ikke var hensiktsmessig å utvinne salt av sjøvann, og var altså ikke involvert i glassproduksjonen, som kom mye senere. Det viser at tarebrenning ikke var ukjent før den ble involvert i glassindustrien.

4.2 Tareaske for glassindustrien

Pottaske

Pottaske er fellesbetegnelse på en rekke vannløselige kaliumforbindelser, i hovedsak kaliumkarbonat K_2CO_3 , og kaliumhydrogenkarbonat, $KHCO_3$, og deres hydrater, f.eks. $K_2CO_3 \cdot nH_2O$.

Ordet kommer fra det hollandske *potasch* tatt i bruk 1598. Den direkte oversettelsen er pottaske, da det ble produsert ved å brenne ved til aske, deretter løse saltene i vann og dampe inn løsningen (med kaliumsaltene) i store pletter/kjeler.

Store mineralforekomster med kalium ble funnet i Tyskland midt på 1800-tallet, og på 1900-tallet både i Canada, New Mexico, Brasil, Hviterussland, Etiopia.

Soda-aske

Soda (natriumkarbonat) er et fargeløst, teknisk viktig stoff som forekommer i handelen som vannfritt salt (kalsinert soda) og som krystallsoda, $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$.

Tabell 4.1. Innhold av natrium (Na), kalium (K) og jod (I) i tang og tare i % av tørrstoff.

<i>Grunnstoff</i>	<i>Tang</i>	<i>Tare</i>
Na	3–4	1–2
K	2–3	1,5–4
I	0,01–0,1	0,3–1,1 (Avh. av hvor i planten; mest i stilkens ytre del)

I det følgende er det snakk om produksjon av aske fra både tang og fra tare, av både soda (dvs. Na-salter), og pottaske (dvs. K-salter). Kildene – og kanskje også datidens analysemetoder – gjør det nær umulig å presisere verken råmaterialet eller produktet nærmere. Råmaterialet var sannsynligvis en blanding av tang og tare, og produkt sannsynligvis også en blanding av natrium- og kaliumsalter. Vi ser at en overvekt av tang vil gi mest soda-aske, mens overvekt av tare gir mer pottaske. Det har ingen direkte betydning for den følgende fortellingen, da både soda-aske og pottaske kunne brukes i glassproduksjonen, om hverandre og i blanding. Deres viktigste funksjon var å senke smeltetemperaturen ned til mer praktisk overkommelig temperatur for blandingen, hvor kvartssand er hovedkomponenten.

Fremveksten av tarebrenningen for industrien

En gang på 1600-tallet begynte franske kystbønder produksjon av soda, i hovedsak fra asken etter brenning av brunalger, for bruk til glasering av keramikk og til glassproduksjonen. Plantene ble høstet, tørket og brent til aske. Asken ble vasket med vann. De ønskete saltene løste seg i vaskevannet som ble tatt vare på og deretter kokt til tørrhet som ga det ønskete produktet, soda-aske. Navnet kommer fra den opprinnelige planten brukt som kilde for soda-aske, en liten ett-årig busk utbredt hovedsakelig i Spania, med det latinske navnet *Salsola soda*. Produktet ble kalt barilla-soda.

En kan anta at tang og tare ble prøvd da disse plantene jo vokste ikke langt unna *Salsola*-planten, slik at noen under innhøsting av disse i strandsonen må ha prøvd å utvinne soda på samme måte fra den tang og tare som sannsynligvis vokste i sjøkanten, og funnet at asken fra disse store brunalgene også ga sodaaske, om enn ikke i samme rike grad som *Salsola soda*.

Natriumkarbonatinnholdet i soda-asken varierer med råstoffet, fra 2–3 % av tørrvekta i tang og tare til 30 % av tørrvekta for nevnte *Salsola soda*. Selv om tang og tare inneholder langt mindre soda, var asken langt rimeligere og råstoffet tilgjengelig i store mengder langs alle Europas kyster.

Soda-asje fra tang og tare var også av lavere kvalitet, men godt nok til masseproduksjonen av ordinært glass.

Fra Frankrike spredte tarebrenningen seg til Skottland hvor produksjonen av tareasje for glassindustrien begynte rundt 1720. Spesielt stor ble aktiviteten i de fattige, men tarerikene øysamfunnene utenfor Skottland, som på Orknøyene. På slutten av 1700-tallet gikk de over fra å brenne taren i ”gruver” (renner) i bakken eller i primitive steinovner, til å bruke åpne jernovner (kilns). De var laget av støpejern, var tre—fire meter lange, og kunne lett monteres og demonteres. Det var derfor lett å flytte produksjonsanlegget, noe som sparte transport av råmaterialet. Enda bedre ble brenningen i lukkede mursteinsovner med skorstein. Denne informasjonen kom til Norge i en utredning fra den danske konsul i Leith i Skottland i 1805, som mente at tarebrenningen hadde betydd rikdom og befolkningsvekst i kystområdene.

Tabell 4.2. Historisk global industriell utnyttelse av tang og tare.

<i>Produkt</i> navn	<i>Start</i> år	<i>Topp</i> år	<i>Produkt</i> (tonn/år)	<i>Algeforbruk</i> (tonn fv/år) (viktigste produksjonsland)
Natrium- og kaliumsalter (til glassproduksjon)	ca. 1690	ca. 1800	Tareasje (15 000–20 000)	300 000–400 000 (Skottland)
Jodproduksjon i Europa	1812	1860	Tareasje (> 10 000)	200 000 (Skottland, Irland, Norge)
Jodproduksjon i Japan	ca. 1900	1918	Jod (250)	2–4 mill. ^a (Japan)
Kaliumsalter bl.a. til fullgjødsel i USA	1912	1917–18	Pottaske (12 000)	400 000 (USA)

^a Den enorme japanske jodproduksjonen må tilskrives tilgangen på billig arbeidskraft. Innsatsen var formidabel: For å produsere ca. 100 tonn jod fra tare kreves ca. 1 1/2 mill. tonn ferskvekt tare, og alt ble høstet manuelt. Produksjonen fortsatte helt til 1929, med et snitt på ca. 75 tonn jod pr år.

Norge

Fra Skottland og Frankrike spredte produksjonen av tareasje seg til Norge. Biskop Erich Pontoppidan kunne i sitt verk om Norge fra 1752 også fortelle om industriell utnyttelse av tare. Nettopp på Pontoppidans tid ble glassindustrien grunnlagt i Norge, og dermed ble det også interesse for produksjon av tareasje her i landet.

Til å begynne brukte de norske glassverkene aske fra brenning av ved. Vedasken kom enten innsamlet fra husholdninger – en lur gjenbruksordning – eller fra hogst direkte for formålet. For å illustrere forbruket: I 1820 hadde Hadeland glassverk alene et forbruk av ca. 160 tonn rå pottaske, som omregnet tilsvarte ca. 400 000 m³ ved med bark. I tillegg kom 14 000 m³ ved til å drive selve smelteprosessen.

Brenning av tang til aske for glassindustrien nevnes som en mulighet første gang i Norge i 1739. I 1748 fikk så justisråd Jens Hveding i Trondhjem konkret forespørsel om ikke skogene

i Lierne kunne nyttes til glassverksdrift og pottaskeavkoking. Hveding kunne neppe tilrå det, da lang transport derfra ville gjøre produksjonen ulønnsom. Han foreslo i stedet å legge glassverk til kysten, og der, som i Skottland, bruke tang som råmateriale. Hveding kunne berette at "... *For mange år siden hadde en skotsk skipper vært på besøk og forklart folk hvordan de skulle fremstille tareaske. Året etter var han kommet tilbake, hadde hentet asken og betalt godt. Denne lovende geskjeften ble imidlertid avbrutt ved at det ble innført forbud mot import av tareaske til Storbritannia.*" Etter noen prøvepartier, bl.a. på Veøy i Romsdalen, ble det i 1755 funnet at metoden var brukbar.

Andre norske interessenter sendte en industrispion til England for å samle opplysninger om engelsk glassmakeri, og om engelsk brenning av tangaske. Industrispionen ble arrestert, løslatt mot kausjon, rømte til Frankrike og studerte franske glassverk og fransk brenning av tangaske. Våren 1756 ankom derfor en fransk tangaskebrenner og sodakoker til Norge sammen med en tolk. De startet arbeidet med opplæring av dagarbeidere på Ørlandet til å sanke, tørke og brenne tang. Tangbrenningen ble vellykket. Folk ved kysten lærte kunsten, og brenning av tangaske ble etter hvert en binæring. Produksjonen begynte smått, men var i 1758 kommet opp i ca. 30 tonn. Tidlig i 1760-årene kom produksjonen opp i over 100 tonn i året, midt på 1760-tallet over 125 tonn, og 15–20 år senere opp mot 225 tonn årlig. Likevel ble ikke behovet dekket. De norske glassverkene måtte gang på gang importere soda fra land ved Østersjøen og fra Skottland og Spania.

I årene 1786–1792 ble det levert i gjennomsnitt 65 tonn tangaske pr. år til norske glassverk, og i årene 1793–1800 i gjennomsnitt over 140 tonn årlig.

Flere steder ble tarebrenning en viktig næringsgren. På Jæren kom virksomheten i gang i 1761, takket være franskmennenes initiativ. I Stavanger amt ble det i årene 1762–1764 produsert ca. 70 tonn tareaske årlig. Snart kom Nordmøre etter. Opptakten ble gjort av byfogden i Kristiansund, Peter Fredrik Koren, som eide Smøla-godset. I 1762–63 oppfordret han innbyggerne på Smøla og andre øyer i nærheten til å sette i gang med tarebrenning. Asken gikk til de norske glassverkene, men også til eksport. I 1769 ble det eksportert hele 185 tonn tareaske fra Kristiansund. Produksjonen økte, og det var bare en mindre del som gikk til de norske glassverkene. Det meste av asken ble eksportert til England og Skottland, der den ikke bare ble brukt til glassproduksjon, men også til fremstilling av såpe.

I Stavanger amt hadde bøndene i 1765 tvunget amtmannen til å forby brenning av tang. Da tarebrenningen kom i gang på Jæren i 1760-årene, mente fiskerne snart at røyken skremte fisken vekk fra land. Dette var urolige tider, en årlig ekstraskatt som ble utskrevet i 1762 skapte opprør flere steder på Vestlandet, med "Strilekrigen" i Bergen i 1765 som det mest kjente. Også i Stavanger amt samlet bøndene seg. Den 30. mai 1765 kom et par hundre mann fra Jæren opp til Stavanger kongsgård og oppførte seg meget uforskammet, ifølge amtmannen som residerte der. Bøndene truet med at det ikke skulle bli stein igjen på stein på kongsgården. Først og fremst var de opphisset over ekstraskatten, men deres vrede gikk også ut over tarebrenningen. De ønsket en resolusjon som forbød tarebrenningen, og dersom de ikke fikk det som de ville, skulle de kaste all den taren som brennerne hadde samlet, på sjøen. «Jeg maatte da adlyde,» skrev amtmannen.

I 1779 ble amtmannens midlertidige forbud opphevet, etter initiativ fra glassverkene, fordi tilførselene fra utlandet ble vanskelige. Men det langvarige forbudet hadde knekket tarebrenningen på Jæren, og Nordmøre ble kjerneområdet.

Også andre steder ble brenning av tang til aske etter hvert mislikt. Klagene grunnet i påståtte negative effekter både på været og på fiskeriene. Bønder i innlandet mente at tarebrenningen var en medvirkende årsak til at det hadde vært dårlig vær og mye nedbør de siste årene, slik at kornet ikke var blitt modent. Det som ble brakt i hus, var grovt eller råttent på grunn av

usedvanlig mye regn. Folk visste også at fisket hadde slått feil i kyststrøkene, også på grunn av tarebrenningen, noe som igjen hadde forårsaket høye fiskepriser.

I 1795 foretok Jens Rathke, som senere ble professor i naturhistorie ved Universitetet i Kristiania, en reise i områdene. Han hevdet at det i nesten alle tilfellene var misunnelse og ikke realiteter som lå bak. Likevel fortsatte klagene å strømme på fra både fiskere og bønder.

Våren 1804 kom på kongelig ordre justisråd og embetsmann i Landøkonomi- og Kommersekammeret, Christen Pram (født i Lesja 1756) til Norge for å samle opplysninger om tangaskebrenningen og de store næringsvegene.

I juni 1804 var det på Smøla satt i gang tangbrenning. Været hadde til da vært godt, men slo straks om til gråvær og regn. Mange mente at dette kom av røyken fra tangbrenningen.

Fiskere og andre motstandere av tangbrenning samlet seg, stormet stedene der det ble brent, slokket bålene og kastet innsamlet tang på sjøen. Like etterpå ble luften klar og ren, og sommerfisket ble godt. Dette ble tatt som bevis på tangbrenningens skadelighet. Demonstrantene var i hovedsak bønder og fiskere som ikke selv deltok i tangbrenningen, mens bare eiere av tangland og de som handlet med tangaske, forsvarte brenningen. En deputasjon av fiskere fra Ona som oppsøkte Pram i Molde, hevdet at sei og sild gikk ned på dypet og forsvant straks tangrøyken la seg ned på havflaten. De nevnte en prøve med sild og sei som var stengt inne i not. Da røyk fra tangbrenning la seg ned over stedet, ble vatnet forgiftet og dynger av døde fiskeyngel lå i strandkanten. En annen dramatisk påstand var at under tangbrenningen ble tallet på døde personer langt større enn tallet på fødte.

Et annet – kanskje mer reelt – problem som røyken forårsaket, var at fiskerne ikke kunne se medene (siktepunktene på land), og fant dermed ikke fiskeplassene sine. Dårlig sikt var også et problem for skipstrafikk og losing. Taregruvene var lange, mange ble brent på en gang, og taren ble brent rå. Alt dette må ha gitt meget kraftig røyk. Innbyggerne i Kristiansund fortalte at de i lange perioder med vindstille ikke kunne se verken havna eller naboens hus. Skippere opplyste at de på milelange strekninger ikke så annet enn en røyksky.

Pram selv så ikke bort fra at tarerøyken kunne skremme fisken, men han var mer skeptisk til mulige konsekvenser for været og avlingen. Han viste til presten Brodtkorb på Hitra, som hadde god forstand på fiske, og som hevdet at tarerøyken slett ikke skadet sei- eller sildefiskeriet, og at medene ble skjult av røyk så sjelden at det ikke var av stor betydning. Påstandene var mange, men bevisene få.

I Trondhjem stift var tangbrenningen blitt forbudt av amtmanden for året 1804, men i august ordnet Pram med overkrigskommissær Holtermann på Østråt til skjæring av et lite parti tang som et forsøk, da han selv ville se hva som foregikk. En ganske fiffig metode ble ofte brukt for å samle taren. Etter at den var kuttet, ble den bundet sammen med et rep, og det ble viklet noen busker med grisetang rundt, slik at taren skulle flyte. Til slutt ble buntene slept på rekke og rad til det stedet de skulle brennes. Taren ble brent i såkalte gruver som var bygget opp av stein og var opptil femten meter lange, og en snau meter i bredde og høyde.

Like ved fjorden ble det for Prams forsøk laget i stand en grøftformet tanggruve: 30 cm dyp, 60 cm bred og 5 meter lang med steinsatte sider. I denne gruva ble halvtørr tang og tare lagt i 1 meters høyde og etter 5 ½ time var gruva ferdigbrent. Pram måtte erkjenne at stanken fra brenningen var ubehagelig.

Fra brenningen kom det snart en tykk, hvitaktig røyk som var langt tykkere enn røyk fra meget kraftige branner. Den tykke røykskyen la seg etter hvert ned på havflaten som tykk tåke. Hus, trær og klipper langs fjorden, som folk på sjøen kunne orientere seg etter, ble

fullstendig skjult. Da kvelden kom, sank røyken ned mot fjorden, og klebet seg nesten til vannet. Et kar med vann satt ut ved bålet ga ingen smak av tangrøyk, som det ble hevdet.

Prams forsøk ble gjort i en minigruve på 3 m³. En vanlig gruve var 1x1x15 meter, dvs. 15 m³, og brenning pågikk gjerne i 2–3 dager med stadig påfyll av mer tang. I alt kunne det i en slik stor gruve bli brent opp til 750 m³ tang og tare.

Motstanden kunne synes mer politisk enn rasjonelt betinget, og det var også støtte fra enkelte embetsmenn for tangbrenningen.

Pram beregnet så betydningen av tangaskeproduksjonen for den lokale økonomien. I snitt var det i årene 1794–1802 årlig sysselsatt 696 arbeidere, mens det i toppåret 1800 var sysselsatt 1083 mennesker. Pram beregnet så fortjenesten for de 3–4 månedene brenningen pågikk, og kom til at den pr. arbeider kunne være mellom 10 ½ og 18–21 rdl., etter hans oppfatning «en saare maadelig Løn».

Det gjenstår ennå å undersøke i detalj den lokale effekten på økonomien ut over Prams egen vurdering. Det hevdes jo fra mange hold at tang- og tarebrenningen var viktig for økonomien, ikke minst i øygruppene utenfor Skottland hvor brenningen ga en sårt tiltrengt inntekt til befolkningen, og brakte velstand til grunneiere. Så vidt vites var månedslønn i 1805 for en matros og en styrmann hhv. 7–13 og 15–17 riksdaler. For en nærmere avklaring må en også finne hvilke andre muligheter (eller mangel på sådanne) til lønnet arbeid som fantes for den jevne kystboer.

I sin konklusjon slo Pram fast at den eneste skade som var bevist, var at røyken kunne skjule medene. De andre klagene var ikke bevist, men Pram mente de var sannsynliggjort på en slik måte at det var grunn til å ta dem alvorlig.

Det burde undersøkes om det var mulig å brenne tareaske av tørket eller lagret tare, for i så fall kunne brenningen henlegges til tiden fra oktober til februar da det ikke foregikk sommerfiske eller havfiske. Riktignok ble det fisket skrei om vinteren, men den gikk så dypt at røyken ikke gjorde noen skade. Dersom en slik undersøkelse ikke var fullført innen neste sommer, mente han tarebrenningen burde suspenderes fullstendig.

Resultatet av Prams undersøkelser og hans rapport til København, ble at tangbrenningen ble forbudt fra 1805.

Når det gjaldt holdningen til tarebrenningen i Skottland svarte tidligere omtalte konsul Home i Leith at det aldri hadde vært klaget over det siste, men at allmuen enkelte steder hadde ment at røyken og flammene skremte fisken. Derfor var tarebrennerne til tider blitt nødt til å slukke ilden om natten. Men saken var blitt undersøkt, og nå mente man at røyken fra tarebrenningen ikke hadde noen innflytelse på fisket.

For norske glassverk ble forbudet på kort sikt en klar ulempe. De måtte fortsette å bruke aske fra ved, eller importere sodaaske, men etter hvert utviklet de en blanding som ga brukbart glass uten bruk av tangaske.

Nå rammet trolig ikke forbudet kysten i Nord-Norge. Glassverkene i Nord-Trøndelag, anlagt fra 1808 og utover, brukte alle aske fra tangbrenning. Aasnes glassverk fikk f.eks. sin tangaske fra øya Vega og fra kyststrøk ellers nordpå.

Under Napoleonskrigen 1807 til 1814 ble tarebrenningen frigitt i kortere tid av året, men virksomheten ble allikevel beskjedent. Etter 1814 kom det i gang en beskjedent eksport, men det ble ikke stort av det. Hovedårsaken var tekniske fremskritt i sodaproduksjonen. I 1791 hadde den franske industrijemiker Nicolas Leblanc lansert en ny metode for å fremstille

soda. Den var basert på koksalt, og i 1814 ble det satt i gang storstilt sodaproduksjon i England etter denne metoden. Dermed sank prisen på soda så sterkt at soda fremstilt av tareaske ikke kunne konkurrere. Men nye muligheter skulle åpne seg.

Senere kom oppdagelsen av de store mineraleiene med kaliumsalter i Stassfurt i Tyskland som startet produksjon i 1850-årene.

4.3 Aske for jodproduksjon

Etter at den nye metoden for å fremstille soda var lansert, ble det forsøkt å forbedre den tradisjonelle metoden. I 1798 ble det opprettet en fabrikk i Cherbourg i Frankrike, for å skille de forskjellige saltene i tareasken, slik at man kunne komme fram til et bedre og renere råstoff for sodaproduksjonen. Gjennom dette arbeidet ble grunnstoffet jod oppdaget i 1811. Dermed var det funnet en ny anvendelse for tareasken!

Oppdagelsen var typisk for den tids kjemi: Bernard Courtois var sønn av en salpeterprodusent. Salpeter var viktig komponent i krutt, som under Napoleonskrigene var uhyre etterspurt. Salpeterproduksjonen krevde natriumkarbonat (soda-aske) som ble utvunnet fra tang og tare. Som ledd i fremstillingen av natriumkarbonatet ble det brukt svovelsyre. En dag tilsatte Courtois for mye svovelsyre, noe som ga opphav til en fiolett gass. Courtois merket at gassen utfelte som mørke krystaller på en kald overflate. Han hadde mistanke om at dette kunne være et tidligere ubeskrevet grunnstoff, med hadde ikke ressurser til å fortsette undersøkelsene. Han ga derfor prøver til flere andre for videre eksperimenter, og ad mellommenn havnet prøver av stoffet hos både den kjente franske kjemiker Louis Gay-Lussac og den britiske Humphrey Davy. Begge bekjentgjorde snart på bakgrunn av disse prøvene og sine eksperimenter at de hadde funnet et nytt grunnstoff. Det oppstod en kort debatt mellom Davy og Gay-Lussac om hvem som hadde gjort oppdagelsen, men begge erkjente at det var Courtois som skulle krediteres denne.

Nå ble det viktig å skille mellom aske fra tang og aske fra tare, da jodinnholdet er 10–100 ganger større i tare enn i tang.

Grunnlaget for farmasøytisk industri

Jodproduksjon ble en stor industri. På slutten av 1820-tallet oppdaget den franske legen Jean Lugol at ved å binde jod til et mineral (kalium) ble det vannløselig. Han foreslo at løsningen kunne nyttes til å behandle tuberkulose, noe som den gang tiltrakk seg mye oppmerksomhet men uten å innfri. Det ble imidlertid raskt funnet at jodløsningen hadde antiseptiske kvaliteter.

Et nytt høydepunkt, og et gjennombrudd i vitenskapelig medisinsk forskning kom i 1860. Da annonserte den sveitsiske legen Jean François Condet at jodløsning kunne nyttes til å behandle struma. Dette var første gang i historien at en spesifikk medisinsk behandling kunne nyttes på et spesifikt medisinsk problem, på grunnlag av erfaringsbasert resonnement med støtte i eksperimenter. Året 1860 kan altså sies å markere en start på moderne medisin.

Bemerk at behandlingen av struma med tilførsel av jod er en ernæringsbasert behandling som tilførte kroppen en manglende substans, og ikke noe legemiddel som sådan.

Uansett, jod var allerede blitt et meget ettertraktet stoff og folk brukte det i allehånde sammenhenger. Dette var jo på en tid da det ikke fantes noen offentlig legemiddelkontroll. Den kom etter hvert delvis som følge av misbruket av jod. Anvendelsen som antiseptisk middel holdt seg til langt opp i moderne tid, men er nå ikke anbefalt da den medfører arrdannelse og forlenger grotiden for såret.

I 1846 fantes det 25 jod-fabrikker bare i Glasgow. Også i Norge åpnet det seg nye muligheter, både ved at tareaske kunne eksporteres og ved at det ble satt i gang innenlandske jodfabrikker. Tarebrenning for jodproduksjon begynte på Hitra i 1870 etter initiativ fra bankdirektør Karl Bomhoff i Trondheim. To år etter etablerte han Nidarø Kemiske Fabrikk, som ble den første jodfabrikk i Norge.

Ved århundreskiftet fantes det ni jodfabrikker i landet. Eksporten av jod fra de norske fabrikkene utgjorde 12–13 tonn pr. år i tiden fra 1905 og fram til første verdenskrig. Den sank til ca. fire tonn pr. år i 1920-årene, men kom opp i 10 tonn i 1930.

Nå ble omsider Jæren det dominerende området for brenning av tareaske til jodproduksjon. Det startet i 1880-årene, og en stor del av asken ble eksportert, særlig til Skottland. Som hundre år tidligere vakte tarebrenningen motstand, men det ble aldri snakk om noe forbud.

På denne tiden kom mange stridigheter om eiendomsretten til taren. Gårder uten strandlinje som hadde hentet tare til gjødsel og dyrefor i flere tiår, mente de hadde hevdsrett til taren. Det ble mange rettssaker, men retten slo fast at det var grunneierne som eide taren.

I 1920-årene, som var en vanskelig tid for jordbruket, var inntekten av tarebrenning av stor betydning for mange gårdbrukere. Arbeidet foregikk stort sett i april/mai, og både hest og folk kunne stå dypt i vann når taren ble skåret og slengt på kjerra. Etter at taren var kjørt på land, ble den lagt til tørking, før den ble brent til aske og solgt.

På den måten ble det «kroner i kommodeskuffen både til Hypoteken og handelsmanden» som en jærbu formulerte det. Gode sjøgårder kunne brenne opptil 20 000–30 000 kilo pr. år, og med en kilopris på aska på 25 øre ble det ca. 5000 kroner.

Askeeksporten fra Jæren lå til å begynne med på 500–600 tonn, men kom i 1913 opp i nesten 2000 tonn. Fra hele landet ble det på det meste eksportert ca. 6000 tonn pr. år. Fersk tare gir ca. 4 prosent aske etter tørking og brenning. 6000 tonn aske tilsvarer altså ca. 150 000 tonn fersk tare, lik dagens tarehøstingsvolum. Tareasken, som utgjør 20–40 % av tarens tørrstoff avhengig av årstiden, vil inneholde 1–3 % jod. I begynnelsen av 1930-årene var eksporten om lag 3000 tonn tareaske pr. år. Dessuten gikk en del tareaske til de norske jodfabrikkene. Det var altså større dimensjoner over tarebrenningen da enn på slutten av 1700-tallet.

Norges eksport av tareaske til jodfremstilling sank på begynnelsen av 1930-tallet dramatisk, fra 2906 tonn i 1933 til 207 tonn i 1934. Det var funn av jod i petroleumseiene i Japan og Russland som brøt opp et vestlig jodmonopol som hadde holdt prisen på jod på verdensmarkedet kunstig oppe, og tvang den ned fra 30–40 kr/kg til 8–10 kr/kg. Prisen på tareaske sank fra 18–19 øre pr. kilo til 7–8 øre og enda lavere.

Dette var et hardt slag for kystbefolkningen, og Handelsdepartementet utvirket at Statens Råstoffond fra 1935 finansierte et forskningsprosjekt for direktør Gulbrand Lunde ved Hermetikkindustriens Laboratorium (HL). Prosjektet skulle undersøke mulighetene for annen utnyttelse av Norges tang og tare. Fra dette prosjektet publiserte Lunde og medarbeidere i perioden 1936–1941 en rekke artikler om algenes kjemi. På omtrent samme tid etablerte to energiske gründere henholdsvis en tangmelfabrikk (Algea Produkter A/S, Kristiansund, 1936) og en alginatfabrikk (Protan, Drammen, 1939). Begge virksomhetene er ennå i drift, nå i utenlandsk eie. (Se omtale av Lunde i kap. 3 og 8.)

Eksporten av tareaske gikk kraftig tilbake, og de norske jodfabrikkene måtte snart innstille driften. Tareaskens tid var definitivt forbi. Kunne man nok en gang finne anvendelse for de enorme tang- og tareressursene? En ny tid var i emning, denne gang med anvendelse av tarens organiske hovedkomponent alginat, og ikke lenger de uorganiske saltene.

4.4. Litteratur og lenker

Generelt

Chapman, V. J. (1950). *Seaweeds and their uses*. London, Methuen.

Høeg, O. A. (1974). *Planter og tradisjon: floraen i levende tale og tradisjon i Norge 1925–1973*. Oslo, Universitetsforl.

Aasland, T. og F. E. Johannessen. (1997). *Utfordringen fra havet: om utnyttelse av norske tang- og tareressurser*. Drammen, Didakta Norsk Forlag A.S

Glass

Fryjordet, T. (1999). *Om lakterved, pottaske og tangaske i norsk glassindustri*. Elverum, T. Fryjordet.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Glass>

Jod

<http://www.mnwelldir.org/docs/history/iodine.htm>

http://findarticles.com/p/articles/mi_m0ISW/is_251/ai_n6112676/

Kap. 5: Forskningen på de store algenes innhold av mineraler og vitaminer

I dette kapitlet skal vi se på noe av den mulig historiske bakgrunnen for interessen for de store algenes innhold av sporstoffer og vitaminer, spesielt for tangmel fra grisetang.

Et nødvendig grunnlag er utviklingen både av analysen av innholdsstoffene og av kunnskapen om husdyrernæring og -fôring.

5.1 Uorganiske komponenter i planter

Vi skal her konsentrere oss om grunnstoffer, mineraler og vitaminer, da disse komponentene er nå nært forbundet med tang- og taremel til husdyrfôr.

Som omtalt i kap. 4 ble grunnstoffet jod oppdaget i 1811 med tare som råstoffkilde. Også grunnstoffet brom ble oppdaget i tare, ved to naturforskere uavhengig av hverandre i 1825 og 1826.

Oppdagelsen av plantenes kjemi

Historien om hvilke kjemiske forbindelser, i utgangspunktet grunnstoffer, som finnes i dyr og planter er en integrert del av naturvitenskapens historie. Rapportene om de eksperimentelle data er spredt i en myriade av bøker, tidsskriftartikler, rapporter, osv. Eksperimentene som resulterer i slik informasjon går nokså uavhengig av progresjonen i andre deler av samme vitenskap. For tang og tare dukker slike data samlet opp relativt sjelden. Men allerede tidlig på 1800-tallet var det interesse for dette. Naturlig nok var denne interessen knyttet til – og helt avhengig av – utviklingen av at de aktuelle grunnstoffer var oppdaget og at det fantes gode analysemetoder.

Innsamlingen av data om grunnstoffinnholdet i planter og dyr de siste 200 årene kan deles i flere faser. Den første fasen er fra antikken og fram til den franske kjemiker Antoine Lavoisier på slutten av 1700-tallet. Lavoisier regnes som grunnleggeren av den moderne analytiske kjemien. Den neste fasen er fra Lavoisier og hele 1800-tallet. Den tredje fasen er fram til andre verdenskrig, da så godt som alle grunnstoffene var funnet. På slutten av 1800-tallet begynte så kartlegging av de mer kjemisk sammensatte innholdsstoffene i de kommersielt interessante store algene. Det skulle ta flere tiår å samle et noenlunde korrekt bilde av deres viktigste innholdsstoffer.

Antikkens kunnskap om planter ble samlet fra praktisk erfaring gjennom århundrer i datidens store sivilisasjoner. Både egypterne, grekerne og araberne visste at planter inneholdt aske, noe som var et naturlig resultat av den første bruk av ild. Videre fant de at aska kunne brukes som plantegjødning. Kaliumsalter (pottaske) kunne utvinnes fra denne aska. Kulturene langs Middelhavet visste også at soda-asker (natriumsalter) kunne utvinnes fra både sjøvann og tang og tare.

Kunnskapen ble videreført av den europeiske middelalders alkymister. Fram til slutten av 1700-tallet ble flere elementer, som jern og silisium, påvist i planter, selv om betegnelsene vel ikke var i overensstemmelse med moderne kjemisk terminologi. I 1793 kom det første sammendraget om alt som til da var kjent om grunnstoffer i plantene ved Humboldts "Flora Fribergensis". Humboldt navnga følgende 13 elementer i form av ulike salter: Oksygen, hydrogen, nitrogen, karbon, svovel, fosfor, natrium, kalium, silisium, aluminium, magnesium, jern, barium (terra ponderosa/bariumkarbonat) og sannsynligvis strontium (terra richteriana).

Lavoisiers presise kvantitative studier av kjemiske reaksjoner innledet en ny era i kjemien, og på rundt 20 år ble i gjennomsnitt ett nytt grunnstoff oppdaget og beskrevet hvert år.

Tang og tare spilte her en rolle, da det var fra tare at jod ble oppdaget i 1811 og brom i 1825/26. Det ble også på denne tiden erkjent at uorganiske komponenter i planteasken var nødvendige for plantevekst, i tillegg til den organiske gjødselen. Et uttrykk for denne tidens ennå mangelfulle innsikt var en utstrakt og langvarig debatt om opprinnelsen til kalium i plantene: Var kalium og andre elementer til stede i plantene før de ble brent til aske, eller kom de som resultat av brenningen? Løsningen kom med utbredelsen av Lavoisiers forståelse av kjemiske prosesser.

Bestemmelse av karbon, hydrogen og nitrogen var de første som ble tatt i bruk på begynnelsen av 1800-tallet. Et viktig bidrag ble oppdagelsen av proteinene på 1830-tallet. Det skulle ennå gå mer enn hundre år før hele rekken av aminosyrer var oppklart og at noen av var essensielle for ernæringen. Analysen av C, H og N var nå utbredt, og hang sammen med oppfatningen av karbonets og hydrogenets betydning for respirasjonen, og nitrogenets (dvs. proteinets) betydning for å bygge og reparere muskelmasse og indre organer. De tre grunnstoffene var altså kjerneforbindelsene i datidens forståelse av ernæring.

Interessen for mineralene i plantene bredte seg, og med Justus von Liebig på 1840-tallet kom også innsikten i den mulige betydningen for planteveksten av mikromineralene, altså elementer som bare forekom i meget små mengder. Fra nå av ble kjemiske planteanalyser en uunnværlig del av landbrukskjemikernes undersøkelser av bl.a. fôrstoffer. Fra 1850-tallet økte antallet institusjoner for landbruksforskning kraftig, spesielt i USA og Tyskland. De skaffet etter hvert til veie en enorm mengde eksperimentelle data om planter og fôring.

Med disse data kom en til at plantenes kjemiske sammensetning gjenspeiler langt på vei deres vekstmiljø, og at det var forskjell i kjemisk innhold mellom de ulike artene.

På 1850-tallet foreslo flere at det var en sammenheng mellom plantenes kjemiske innhold, og deres plass/slektskap i systematikken (floraen). For tang og tare var dette foreslått ut fra deres fargepigmenter allerede tidlig på 1800-tallet (Jf. kap. 1.2) Ideen var heller ikke helt ny for landplantene, men nå var tiden moden for at slike synspunkter kunne få bred aksept.

I mange tiår ble nå alle fôrstoffer beskrevet ved sitt innhold av protein, fett, karbohydrater og noen få mineraler. Da det ble funnet at isolerte proteiner inneholdt i gjennomsnitt ca. 16 % nitrogen, og da direkte måling av proteiner i organisk materiale ikke var mulig, ble det vanlig å anslå proteininnholdet i fôr og matvarer ved å måle det totale nitrogeninnholdet og så ganske enkelt multiplisere det med 6,25. Denne beregningsmåten tok ikke hensyn til variasjonen mellom proteinene, og tok den med alle andre nitrogenforbindelser og anga glatt dem som "protein". Den egentlig upresise faktoren 6,25 til å bestemme "proteininnhold" direkte fra N-innholdet er nyttet helt opp i våre dager.

Karbohydratfraksjonen ble bestemt ved å finne differensen mellom celluloseinnholdet og såkalt "nitrogenfritt ekstrakt". Sistnevnte inneholder pentosesukre, som finnes i vesentlige mengder i grøntfôr. Selv om disse analysemetodene var erkjent som bare omtrentlige, fikk de troverdighet da resultatene som regel summerte seg til nær 100 %, og altså favnet de viktigste ernæringsmessige bestanddelene. Derfor ble konklusjonen av proteiner, fett, karbohydrater og noen mineraler var eneste nødvendige matvarekomponentene for både mennesker og dyr.

Historisk om dyrefôr i lys av tang og tare som tilskuddsfôr

En god forståelse av ernæring var ikke mulig før kjemien hadde lagt et grunnarbeid med bl.a. oppdagelsen av de involverte grunnstoffer og andre komponenter. Denne avhang igjen bl.a. av utviklingen av egnete analysemetoder.

De første forsøk på å analysere fôrstoffer kommer rundt 1800, i en sammenlikning mellom mengden av stoffer i det enkelte fôr som var løselig i vann, alkohol, fortynnede syrer og fortynnede baser. Allerede nå ble "høyverdi" innført som en standard, ved en felles anerkjennelse av at tørket gress (høy) var et komplett dyrefôr.

Innflytelsen fra Liebigs standhaftige påstander (i en lærebok fra 1846) om at bare den delen av fôret var interessant som kunne spores i blodet til dyrene var av interesse, hang igjen lenge, grunnet Liebigs fenomenale posisjon som kjemiker.

Franskmannen Jean Baptiste Boussingault (1802–1887) nyttet den nyvunne innsikten i nitrogeninnholdet til å sammenlikne de ulike fôrkomponentene mht. deres ernæringsmessige bidrag til nettopp dannelsen av blod, muskler og melk. Med sine grundige og omfattende studier av alt fra jordsmonn til klima, med en veksling mellom felt- og laboratoriestudier, regnes han som grunnleggeren av moderne landbruksvitenskap. I 1844 publiserte han en tabell over fôrstoffers næringsverdi på basis av deres nitrogeninnhold.

Med den enorme økningen i tilveksten av data etter 1850-årene, ble det klart for praktikerne i landbruket at fôrblandingens kvalitet ikke kunne fastslås bare ut fra – ennå ufullstendige – kjemiske analyser.

Framskritt i kjemien for naturprodukter avslørte at deler av maten samlet under betegnelsen fett var mer nyansert. Fettkomponenten inneholder voksforbindelser, klorofyll og steroler som ikke var tillagt noen ernæringsmessig betydning. Men dermed ble det stilt spørsmålsteget ved kaloriverdiene for maten som jo var basert på bare en felles fettfraksjon. Respirasjonsstudier viste at en stor del av cellulosen og pentose-sukrene i fôrplanter, høy og frø forsvant fra drøvtyggernes fordøyelseskanal og ble påvist igjen i deres avføring. Slik ble det funnet at disse andre komponentene også hadde ernæringsmessig betydning for disse dyrene.

Det ble gradvis klart at noen matvareslag, som høy fra umodne fôrplanter og rotvekster som kålrot og fôrneper, inneholdt mange nitrogenforbindelser som ikke var protein, men enklere forbindelser som asparagin, glutamin, betaine, og lecithin.

Det var først når en tidlig på 1900-tallet kunne differensiere mellom proteiner fra ulike kilder, og proteinenes innhold av forskjellige aminosyrer, en kunne kom videre. Rundt 1905 var forståelsen av aminosyrene langt bedre og nyanserte det ukritiske synet på protein som en uniform bestanddel. Begrepet essensielle aminosyrer fikk nå fotfeste og forberedte grunnen for oppdagelsen av enda en serie essensielle komponenter, nemlig vitaminene. Da var en også i full gang med å forstå både spormineralenes og de organiske "tilleggsfaktorene", dvs. vitaminenes kjemi og ernæringsfysiologiske avgjørende innvirkning.

Det synes i ettertid noe overraskende at forskerne før 1900 ikke fattet betydningen av stadig finere inndeling av flere stoffgrupper og organiske forbindelser i fôrkomponentene. De fattet heller ikke at rene kjemiske analyser av komponentene, selv hvor mye de ble perfeksjonert, ikke kunne brukes som grunnlag for å avgjøre næringsverdien. Først i 1914 kom en ny tilnærming til feltet, basert på at serier av fôringsforsøk hvor en utilstrekkelig grunn diett ble trinnvis supplert med kjente næringskomponenter eller ekstrakter av kjente naturlige matvarer, inntil en kom til den optimale diettsammensetning for det enkelte dyreslag. Denne metoden bragte nye og overraskende resultater.

5.2 Vitaminer og sporstoffer for dyrefôr

Sporstoffer

Først på slutten av 1870-årene ble det faktiske behovet for tilskudd av mineraler i dyrefôr

alminnelig akseptert. Hele 1800-tallet var preget av biologenes og legenes oppfatning av at mennesker, dyr og planter inneholdt bare et meget begrenset antall grunnstoffer. Dette tok oppmerksomheten bort fra de grunnstoffene som bare finnes i meget små mengder, som eksempelvis kopper og jod. De ble ansett som tilfeldige, ja til og med mulig skadelige forurensinger i organismene.

På slutten av 1800-tallet ble det omsider erkjent at levende organismer inneholdt elementer som kopper, jod, bor, brom, arsen og fluor. Nye analysemetoder inn på 1900-tallet medførte at et stort antall organismer ble undersøkt for sitt innhold av grunnstoffer.

I tillegg til at resultatene forekom i mange forskjellige tidsskrift, ble de også presentert på høyst forskjellige måter; enten som prosent av ferskvekt, prosent av tørrvekt, prosent av askeinnholdet, osv. I tillegg var – og blir – prøvene tatt fra et ganske begrenset utvalg, noe som gjør god statistisk behandling umulig. Prøvene kan være fra så få som bare en plante, eller snitt av tre planter, eller av plantedeler, eller av planter høstet forskjellige steder med ulike vekstforhold, på forskjellige årstider, osv.

Vanligvis regnes de mest komplette analysene de som favner 15 grunnstoff. De fleste standardanalyser tar med grunnstoffene karbon, nitrogen, fosfor, svovel, silisium, kalium, natrium, kalsium, magnesium, jern and klor, mens oksygen som oftest utelates da det kan om ønskelig beregnes ut fra differenser i totalen. Av mikroemner tar en ofte med kopper, mangan, jod og arsen.

Men ennå er bare en forsvinnende liten andel av alle beskrevne arter analysert skikkelig mht. kjemiske komponenter, enten det er de basale fysiologisk viktige komponentene karbohydrater, protein, fett og mineraler eller bare serier av grunnstoffer. Enda færre er analysert mht. sine årstidsvariasjoner i de ulike plantedelene gjennom et helt år eller helst mer.

Vitaminer

Akkurat når ernæringsforskerne begynte å få øye på sporstoffenes betydning for vekst og helse, dukket nok en viktig gruppe opp, nemlig vitaminene. De første analysene av sporstoffene og vitaminer i tangmel (grisetang) ble gjennomført allerede i mellomkrigstiden og resultatene brukt som argument for tilskuddet i dyrefôr.

På denne tiden var den første industrielle produksjonen av tangmel allerede i gang. Det er sannsynlig at salget fikk drahjelp fra den økte ernæringsmessige oppmerksomheten rundt spormineraler og vitaminer. Det ble brukt som et sterkt argument i salgsarbeidet helt til i dag.

Den helsemessige betydningen av spesielle næringsemner var kjent lenge før vitaminene ble identifisert. Eksempler er bruk av lever for å kurere nattblindhet (forårsaket av mangel på vitamin A), og inntak av sitrusfrukter for å unngå skjorbuk (mangel på vitamin C).

Så sent som tidlig på 1900-tallet var det ennå en utbredt oppfatning at det vi i dag kjenner som mangelsykdommer skyldtes inntak av emner som var giftige.

Det var den britiske biokjemikeren F.G. Hopkins som redet grunnen for den allmenne forståelsen for og aksepten av mangelsykdommer som mangel på ernæringsmessige komponenter i ørsmå mengder. Hopkins' forskning var en type anvendt grunnforskning, drevet av ren vitenskapelig nysgjerrighet, og ble nå en betydelig komplettering av den hittil praktiske forskningen på kjemiske analyser av føret.

Tabell 5.1. Vitaminenes oppdagelse, og hvilke som finnes i grisetang (jf. tabell 3.2).

<i>År oppdaget</i>	<i>Vitamin</i>	<i>Mengde i grisetang (mg/kg tv)</i>
1910	Vitamin B ₁ (Tiamin)	1–5
1913	Vitamin A (Retinol)	[som provitamin A: 35–80]
1920	Vitamin C (Ascorbinsyre);	550–1650
1920	Vitamin D (Kalsiferol);	-
1920	Vitamin B ₂ (Riboflavin)	5–10
1926	Vitamin B ₁₂ (Kobalamin)	0,004–0,1
1929	Vitamin K (Fyllokinon)	ca. 10
1931	Vitamin B ₅ (Pantotensyre)	-
1931	Vitamin B ₇ (Biotin)	0,1–0,4
1934	Vitamin B ₆ (Pyridoxine)	-
1936	Vitamin B ₃ (Niacin)	10–20
1941	Vitamin B ₉ (Folsyre)	0,1–0,5

Hopkins klarte også å få dette akseptert langt inn i legestanden, noe som den gang var både viktig og bemerkelsesverdig, da legene verken var særlig interesserte eller skolerte i biokjemi, som jo var et meget nytt fagfelt. Kunnskapen om at tilskudd i ernæringen kunne kurere helseplager var kjent, førte også den stadig mer avanserte organiske kjemien til å se mulighetene for å tilsette enkeltkomponenter i fôret til forsøksdyr og studere effektene.

I 1898 uttalte Hopkins fremsynt at enkelte matvarer inneholder tilleggsfaktorer, i tillegg til de kjente kategoriene proteiner, karbohydrater og fett, som var nødvendige for å få kroppen til å fungere.

Hopkins' såkalte tilleggsfaktorer ble i 1912 – ut fra antagelsen om at de alle var aminer – kalt for vitaminer. Det viste seg noe senere kjemisk sett å være delvis feilaktig, men en betegnelse som likevel har holdt seg.

Ernæringslæren med gruppene sporstoffer, mineraler og vitaminer pekte på at eventuelle sykelige utslag skyldtes mangler i ernæringen, ikke at næringen inneholdt toksiske forbindelser. Dette tok det noen tid å få innarbeidet hos en del faggrupper innenfor bl.a. legestanden. De hadde jo ikke mange tiår før hatt sine gjennombrudd med oppdagelsen av bakterier som sykdomsfremkallere. Med bedre mikroskoper hadde bakteriene i noen tid nærmest hatt monopol på oppmerksomheten.

Med oppdagelsen av de første vitaminene er vi kommet til noen av de første publiserte vitenskapelige artiklene om bruk av tang og tare til komplettering av dyrefôr.

En av de første, fra 1908, dreide seg noe overraskende om bruk av rødalgepolysakkaridet agar i fôret. Hunder og kaniner som ble gitt agar i fôret skal angivelig ha fordøyd mellom 50 og 67 % av dette polysakkaridet. Ikke uventet ble forsøkene intensivert under første verdenskrig. Da ble det gjennomført spesielt mange forsøk med tilskudd av tangmel til hestefôret. Fra denne tiden stammer også den første norske undersøkelsen

Rundt 1915 kom det etter hvert nye kvalitetskriterier for mat til mennesker og dyr. De avrundet en lang vei fra oppfatningen av proteiner, fett, karbohydrater og noen mineraler som komplett diett, via oppdagelsen av vitaminer, av ernæringsrelaterte mangelsykdommer, av vektleggingen av bladverket framfor frøene som kilde for enkelte verdifulle fôrelementer og demonstrasjonen av melk, eggeplomme, bladrike grønnsaker eller ekstrakter av disse som supplement til tidligere tiders basisdietter.

Eksempel: En amerikansk landbrukshåndbok om tang og tare som fôrtilskudd

I 1898 kom første utgave ut av det som i mer enn 50 år skulle bli et av standardverkene i amerikansk landbruk: "*Feeds and feeding: a handbook for the student and stockman*".

Tangmel som fôrtilskudd ble ikke omtalt før i den 20. utgaven i 1936. Den omtaler da kort både bruk av tangmel (fra kalifornisk kjempetare) og en blanding av fisk, tangmel og finmalte østersskjell. Det påpekes ingen positive effekter, og forfatteren uttaler seg direkte negativt til bruk av taremél i dyrefôr. Tilsetning av taremél for å motvirke ubalanserte dietter mener de heller kan ordnes ved å tilsette andre mineral-/vitaminblandinger. En ser av tabellene at innholdsbestemmelsene for "kelp" som de kaller det er gjort fra ganske få analyser, og de gjengir ingen data for vitaminbestemmelser i taremelet.

I den 22. utgaven fra 1956 gjentok forfatteren sin negative vurdering av mulige effekter av tilskudd av tang/taremél til dyrefôret, denne gang med henvisning til noen dusin litteraturreferanser som viser til forsøk med tangmel, hovedsakelig i Nord-Amerika. Forsøk med tilskudd i fôret til både bufe, griser og fjørfe er omtalt. Tang og tare er nå utvidet til *Fucus*, *Laminaria* og kelp. Boka medgir den ennå sparsomme tilgangen på data om vitamininnholdet i de forskjellige typer dyrefôr.

Omtalen i en så sentral fagbok gir en viss forståelse for hvorfor norsk tangmel aldri fikk særlig innpass på det amerikanske markedet.

På samme tid hadde Norsk institutt for tang- og tareforskning kommet i gang med utstrakte undersøkelser og analyser, både av vitaminer i tangmel og av tangmelet som tilskudd til dyrefôr. Utviklingen i tangmelindustrien og anvendelsen av tangmel som tilskuddsfôr reiste krav om bedre kjennskap til innhold av vitaminer og viktige mineraler. Studier av fordeling og mengde av β -karoten (provitamin A), niacin og biotin, samt vitamin B₁₂ ble gjennomført. Likeledes ble innhold av askorbinsyre (vitamin C) og tokoferoler (vitamin E) bestemt og årstidsvariasjonene fastlagt for en del teknisk viktige alger. Særlig tangartene kan være en bra kilde for vitaminer som karoten, tokoferol og niacin.

Det ble nødvendig å vise at de nyttige forbindelsene som var funnet i tangartene også var tilgjengelige for husdyr i praksis, og NITT gjennomførte både alene og i samarbeid med Norges Landbrukshøgskole og lokale veterinærer en lang rekke fôringsforsøk for å klarlegge den reelle verdi av tangmel som tilskuddsfôr. Flere tusen høner og kyllinger, fire–fem tusen sauer, flere hundre slaktegris, noen dusin okser og syv par eneggede tvillingsett av sidet trønderfe gikk inn i omfattende forsøk. Resultatene viste at høy kvalitet tangmel kan være en god kilde for en rekke vitaminer og mineraler. Bedring i ullproduksjonen hos sau og i melkeutbyttet hos kyr ble påvist ved tilskudd av tangmel.

En annen oppgave av biologisk natur som kom til effektiv avslutning var instituttets fôringsforsøk med tangmel. Kronen på verket ble rapporten om effekter av tangmel til melkefe. Dette forsøket hadde omfattet 7 sett eneggede tvillingkyr i 7 laktasjonsperioder. Det ble oppnådd signifikant øking i melkeproduksjonen (på 6 %) ved å bytte ut standard mineralblandingen med kalsiumfosfatforsterket tangmel.

5.3 Lenker og litteratur

McCollum, E. V., E. Orent-Keiles, et al. (1939). *The newer knowledge of nutrition*. New York, Macmillan.

Chapman, V. J. (1950). *Seaweeds and their uses*. London, Methuen.

Vinogradov, A. P. (1953). *The elementary chemical composition of marine organisms*. Yale

U., New Haven.

Jensen, A., Nebb, H. and Sæter, E.A. The Value of Norwegian Seaweed Meal as a Mineral Supplement for Dairy Cows. *NITT Report* No. 32, 1968.

http://www.snl.no/.sml_artikkel/sporstoffer

http://en.wikipedia.org/wiki/Essential_nutrient

<http://en.wikipedia.org/wiki/Vitamin>

Kap. 6: Alginat – egenskaper og anvendelse

I dette kapittelet skal vi se på alginatets kjemi, dets fysiske egenskaper og noen av de mange praktiske anvendelsene.

En kortversjon finner du [i tilknytning til en utgave av NRKs Schrødingers Katt fra 2004.](#)

6.1 Kjemi og egenskaper

Alginat er et langkjedet kjempesuktermolekyl – et polysakkarid. Det er rettlinjet og uten sidegrener. Sukkerbetegnelsen får det da det tilhører stoffgruppen karbohydrater. Det er bygd opp av bare to typer enheter, mannuronsyre og guluronsyre, i det følgende omtalt som M og G. I fig. 6.1. er vist de to enhetene, her kalt mannuronat og guluronat da de er uten full syrefunksjon. Vi vil i det følgende omtale de to enhetene som mannuronsyre og guluronsyre, for å minne om at polymeren alginat i utgangspunktet regnes som en polyuronsyre.

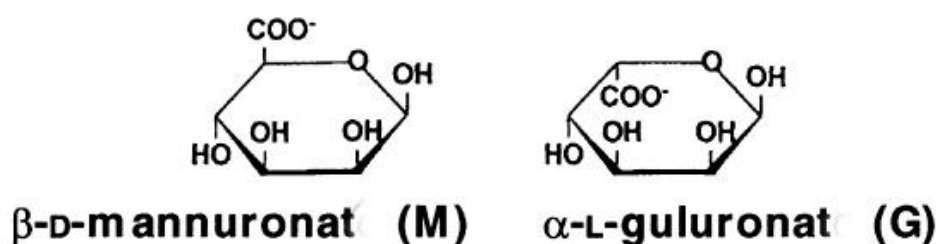


Fig 6.1. Alginatets kjemiske basiskomponenter.

Tre typer av blokker kan finnes langs kjeden; de homopolymere delene med bare G-blokker eller bare M-blokker, og de heteropolymere delene med regelmessig alternerende M og G. (Fig. 6.2.)

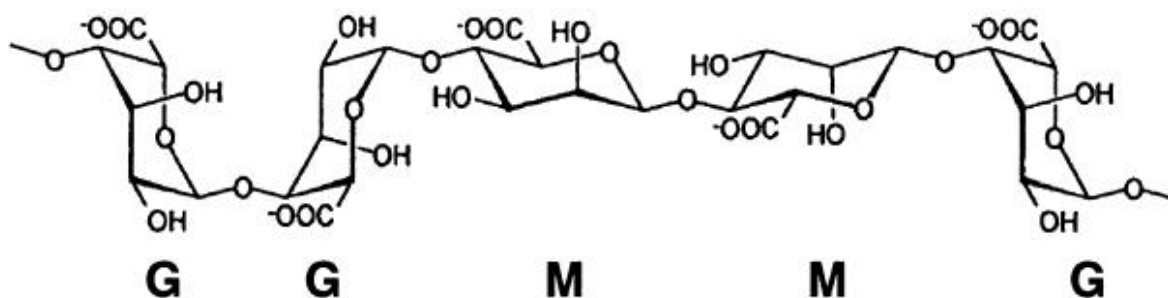


Fig. 6.2. Alginat med fem enheter. Vi ser at to G-enheter ved siden av hverandre danner en "kløft" som f.eks. ioner kan plassere seg inn i, og binder G-enhetene slik at denne del av alginatet blir "avstivet", noe som påvirker dets praktiske egenskaper sterkt. (Jf. fig. 6.3)

Alginatkjedene kan bestå av fra 50 til 200 000 enheter, slik at molekylvekten av hver enkelt kjede av dette kjempemolekylet kan variere fra 10 000 til 40 millioner. Kommersiell alginater har en kjedelengde på 100–1000 enheter, noe som tilsvarer molekylvekter i området 20 000–200 000. Til sammenlikning har et vanlig protein som fordøyelsesenzymet pepsin i den menneskelige magen en molekylvekt på 34 500. På grunn av den store variasjonen både i kjedelengde og ikke minst i hvordan M og G fordeler seg langs kjeden, er alginat egentlig en hel "familie" av polysakkarider kalt alginater. I en vanlig løsning med 2 gram alginat oppløst i en desiliter vann (2 % løsning) er det altså et ufattelig stort antall innbyrdes forskjellige

alginatkjeder.

Den relative mengden av de forskjellige blokktypene, deres lengde og fordelingsmønster i hvert molekyl kan variere meget i en og samme prøve.

Andelen og fordelingen av M og G langs molekylkjeden bestemmer de fysiske egenskapene til alginatet, dvs. den praktiske bruken av alginat i industrielle sammenhenger. Når en måler alginatets egenskaper i vandige løsninger, er observasjonsresultatet et gjennomsnitt av egenskapene til alle de individuelle molekylkjedene.

Polysakkarider er generelt stive molekyler. Bare tenk på cellulosen i trær; på hvor skarpe fliser en kan skjære av tre. Det er den stive seks-ringen (monomere med 6 karbonatomer) og den begrensede muligheten for rotasjon rundt bindingen som gir stivheten som igjen gir svært utstrakte molekylkjeder.

Blant alginatene er de fra stortare, med sitt høye G-innhold og lange G-blokker, det klart stiveste og mest utstrakte molekylet. Alginatene fra blæretang har stort innhold av MM-blokker og er klart mindre utstrakt enn de med høyt G-innhold, men likevel betraktelig mindre fleksibelt enn alginater fra arter som kalifornisk kjempetare og grisetang, som har mer like mengder av hhv M og G og dermed en større andel av den større fleksibilitet som kjennetegner de glykosidiske bindingene mellom MG og GM.

Biosyntese

Siden 1960-tallet var det at også enkelte bakterier syntetiserer alginat. Studier av biosyntesen av dette i en jordbakterie ble tatt opp ved NITT. Først fant man at biosyntesen var avhengig av kalsium, og deretter observerte man uronsyresammensetningen av alginat som befant seg i dyrkingsmediet endret seg med tiden. Det lyktes å isolere et enzympreparat fra bakterien, som kunne omdanne (epimerisere) mannuronsyrekomponenten i intakte alginatkjeder til guluronsyre. Dette at en så omgripende endring av et polysakkarid skjedde på polymernivået var helt nytt og ganske sensasjonelt i polysakkaridkjemien. Senere er flere eksempler på denne typen biosyntese påvist for tilsvarende polysakkarider. (Se mer i kap. 7.)

Ionebindingsevne

Alginatets evne til å binde 2-verdige positivt ladete joner er basis for dets evne til å danne geler. Ionebindingsevnen er så å si utelukkende knyttet til G-blokkene (polyguluronatdelen), mens MG- og MM-delen er nesten uten ionebindingsevne. Bindingsevnen er størst for bly, med avtagende styrke som følger: $Pb^{2+} > Cu^{2+} > Ba^{2+} > Sr^{2+} > Ca^{2+} > Cd^{2+} > Zn^{2+} >> Mg^{2+}$. Dette er en egenskap som er enestående for alginater sammenliknet med andre polyanioner. Denne evne til å binde ioner i gruppen alkaliske jordmetaller er ikke elektrostatiske, men koblet til tredimensjonale egenskaper ved G-blokkene. Egenskapen er forklart i prinsippet ved den enkle "egg-boks-modellen" som visualiserer den karakteristiske ionebindingsegenskapen hos alginater. Se fig. 6.3.

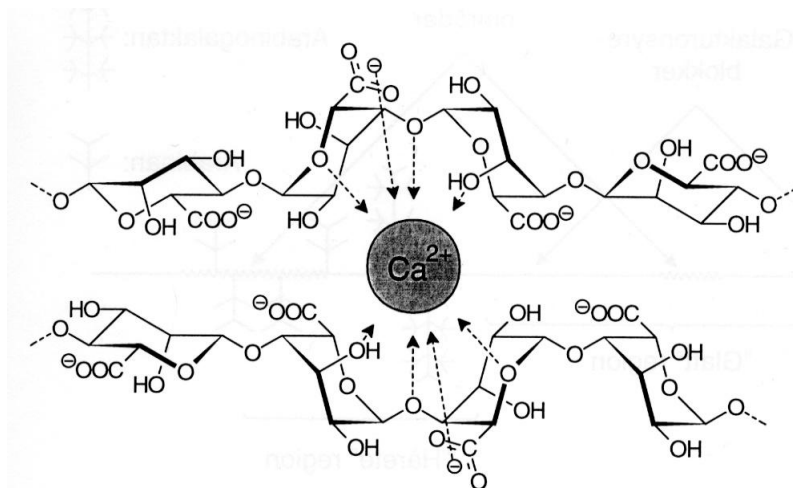


Fig. 6.3. To alginatkjeder hver med to G-enheter som binder seg elektrostatiske med et toverdige Ca^{2+} -ion som angitt med pilene. (I fig. 6.5. er visualisert hvordan lengre alginatkjeder får stivhet/gelfasthet av denne mekanismen.)

Fortykkende egenskaper (viskositet) og geldannelse

Oppløsning av alginat i en vandig væske gir en tykflytende, seig løsning. Vi sier alginatet gir løsningen viskositet ('seighet'). Viskositeten øker ideelt sett med molekylets totale kjedelengde: Korte alginatkjeder gir lettflytende eller lavviskøse alginatløsninger, mens lange kjeder gir ideelt sett høyviskøse løsninger. Dette gjelder uansett hvordan M og G fordeler seg langs kjeden. Det skyldes at bindingene mellom monomerenhetene resulterer i at alginat blir et relativt stivt molekyl, slik at langkjedete alginatmolekyler danner svært viskøse løsninger. Molekylenes stivhet vil også variere med blokksammensetningen.

Fortykningssegenskapene henger sammen med alginatets evne til å øke viskositeten i en løsning. En tilsats av bare 2 % alginat vil binde vannet slik at en vandig alginatløsning faktisk kan snus opp ned uten at noe vann renner ut. Det er to forskjellige måter alginatets egenskaper utnyttes til å fortykke/gi seighet: Ved de rent viskositetsøkende egenskaper, eller ved utnyttelse av den geldannende evnen. (Se mer i senere avsnitt.) Rent praktisk er det liten forskjell på en svak gel og en høyviskøs løsning. Fortykningssegenskapene benyttes i en serie produkter, spesielt næringsmidler, som iskrem, supper, sauser, dressinger, ketchup, majones, margarin, milkshake, fruktsafer, likører m.m.

Stabiliserende egenskaper

Alginater fungerer som stabilisatorer i systemer bestående av partikler eller små dråper finfordelt i en vandig løsning. Denne stabiliserende egenskapen hindrer vannutsiving fra f.eks. frossenfisk under tining, og vil motvirke nedbrytning av stivelse. Videre vil alginater stabilisere systemer som for eksempel emulsjoner (finfordeling) av olje blandet i vann (som i dressinger) og eller suspensjoner av finfordelte faste bitte små partikler/dråper i vann, f.eks. majones, ketchup, latex-maling. Alginatene virker ved at de øker viskositeten til den vandige fasen. Dette forhindrer både bunnfelling og separering. Videre vil tilsetningen av alginat produsere ladete filmer ved grensefasen mellom væske og partikkel, slik at de individuelle partiklene eller smådråpene frastøter hverandre. I sure emulsjoner som f.eks. franske dressinger, må en nytte en modifisert alginattype kalt propylenglykolalginat, da vanlig alginat i sure løsninger vil felle ut som fast bunnfall.



Fig. 6.4. a)–c). Variasjonsbredden i produkter som inneholder en liten tilsats av alginater. F.v.: a) matvarer, b) industriprodukter, c) farmasøytiske produkter. (Foto fra den norske alginatprodusenten Pronova Biopolymer ca. 1985. Produkttypene og mangfoldet er det samme i dag.)

Filmdanning

Vanlige løsninger av alginater kan danne tynne hinner/filmer når de tørker. Filmene kan være løselige eller uløselige i vann, og vil gi en beskyttende hinne på en rekke produkter og virke både som fuktbarriere og beskyttelse mot oksidasjon. Alginatfilmer anvendes blant annet til beskyttelse av slakteskrotter og spekepølser mot uttørring og bakterievekst. Produktene dyppes eller sprayeres først med alginatløsning fulgt av en kalsiumkloridløsning.

Alginatløsning brukes også til overflatebehandling av papir ("sizing") for blant annet å hindre at trykkfargen trenger for dypt inn i papiret noe som vil redusere trykkets konturskarphet. Her har alginatfilmene en tykkelse på bare 1/10 000 mm.

Geldanner/Bindemiddel

Svært seige løsninger, som er så seige at de likner det vi populært kaller en gelé, kalles på fagspråket en gel. Fastheten på en vannholdig gel laget av alginat med tilsats av et toverdige ion som kalsium (Ca^{2+}) bestemmes av lengden på G-blokkene. Gelstyrken uttrykker fastheten til en gel ifølge en måleprosedyre hvor en presser sammen gelen kontrollert og måler motstanden mot sammenpressing. Geldannelsen i alginater er basert på hulromliknende bindingssted som dannes mellom G-enheter, hvor divalente ioner som Ca^{2+} passer godt inn. Derfor kan to eller flere kjeder bindes sammen side om side som i "egg-boks"-modellen. (Jf. fig. 6.3.)

På begynnelsen av 1980-årene ble det vist at lengden på G-blokkene bestemmer gelstyrken. Det er kalsium og andre toverdige ioner (barium, bly, strontium m.fl.) som virker som lynlim og binder alginatkjedene sammen. Ved tilsats av toverdige ioner til en vandig løsning med alginat blir løsningen meget raskt omdannet til en fast gel. Dette skjer ved et samlet tørrstoffinnhold som faktisk kan være så lavt som 1,5–2 %. Det er lavere enn det en finner i sjøvann, som jo inneholder ca. 3,5 % oppløste salter. Alginatkjedenes sammenhegning til et gel-nettverk kan skjematisk illustreres som i fig. 6.5.

Gelen bygges opp av et nettverk av molekyler hvor "egg-boks"-sonene er knyttet i alle retninger til frie, ukomplekserte molekylkjeder kalt kryssbinding. På den måten får en kombinert fast og flytende fase, noe som karakteriserer tilstanden vi kaller en gel. Porene i nettverket er relativt store slik at vannmolekylene og andre små molekyler er fri til å bevege seg, uten at nettverket kollapser. Dette er en viktig egenskap i forskjellige anvendelser, f.eks. ved innstøping av levende celler i en gel. Siden cellene da sitter fast, kalles prosessen immobilisering. (Se mer om dette i senere avsnitt.)

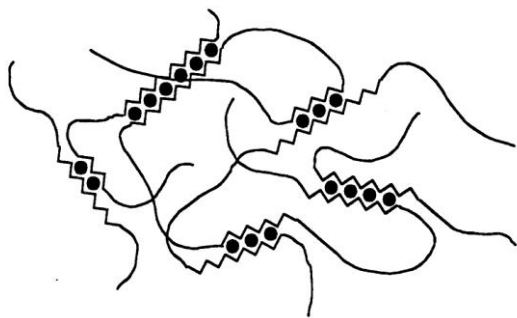


Fig. 6.5. Den molekylære strukturen til en gel av kalsiumalginat. Fylte sirkler antyder toverdige kalsiumioner som binder an mot to og to G-enheter på hver side i parallelle alginatkjeder og gjør kjedene stive/faste. Områdene mellom G-blokkene i alginatkjedene er MG- og MM-blokker.

Ved valg av alginat-type kan man bestemme geltypen man vil ha; om den skal være sprø, elastisk eller bløt. Disse egenskapene er direkte synlig i råmaterialet: Stive/harde brunalger eller algedeler (som stortarestilken) inneholder en type gel som inneholder mye G, mens myke plantedeler er dominert av alginat med høyt M-innhold. Gelen som brunalgene selv lager naturlig fører til at eldre stortarestilker kan bli stive som trestokker. Gelen i slike gamle stilker er 50 ganger sterkere enn de gelene som fremstilles i laboratoriet. I de levende plantene tror man at skjer en optimal tilpasning mellom kjedene slik at absolutt alle G-blokkklengdene kobles sammen med toverdige ioner. Dette kan være mulig ved at alginatkjedene bindes sammen med kalsium i samme øyeblikk som de produseres. Ennå er det ikke mulig å simulere dette i laboratoriet. Nettopp på grunn av sitt høye innhold av G-blokker er alginat fra stilk av norsk stortare en langt bedre geldanner enn de andre handelsalginatene.

For næringsmidler utnyttes denne geldannelsen i syltetøy, i dessert-geléer, i puddinger, i bakekremer og paifyll, potetmos og i restrukturerte matvarer som crab-sticks, pimiento-innlegget i fylte oliven og løkringene i "fastfood". Løkringene lages ved at hele løken males opp, tilsettes Na-alginat som deretter gjøres om til Ca-gel før den skjæres opp i helt like store ringer og stekes. Ved hjelp av alginat kan avkapp og tilsvarende rester fra både frukt, kjøtt og fisk støpes til fullverdig matvarebruk, i stedet for å måtte kastes. Her bidrar altså alginat til miljøvennlig utnyttelse av hele råstoffet.

Spesielt for alginat er altså at geler kan dannes uavhengig av temperaturen, og at gelene er varmestabile. Geldanningen ved tilsetning av alginat kan derfor ikke, som tilfellet er ved bruk av rødalgepolysakkaridene agar og gelatin (et animalsk protein), reverseres ved temperaturforandring. Geler kan altså dannes ved lave temperaturer hvor en dermed har lavere bakterie-risiko, dvs. en bedre hygiene, og videre vil f.eks. fyll i bakevarer fortykket med alginat tåle steking uten å miste fasongen.

Geldanning ved relativt lave temperaturer er en viktig årsak til at alginat nå vinner fram som et vesentlig hjelpemiddel i bioteknologien, eksempelvis ved innstøping (immobilisering) av levende celler i gelkuler av alginat.

Alginat brukt som bindemiddel i dekkmaterialet på sveise-elektroder illustrerer alginatenes uvanlige bruksbredde i industrien. Alginat forhindrer her utvikling av uønskete gasser og uønskete krater- og sprekke-dannelser i overflaten, både under framstillingen og under selve sveisingen.

Bakteriealginater

Noen bakterier produserer også alginater. Jordbakterier som *Azotobacter vinelandii* og *A. crococcum*, og noen arter av bakterieslekta *Pseudomonas* lager ekstracellulære alginater, altså alginat som bakteriene slipper ut av cellene. Bakteriene lager sannsynligvis alginat som en

beskyttende kappe rundt seg for å hindre uttørking, da alginat har god evne til å binde vann.

Det er flere grunner til å omtale bakteriealginater. For det første ga oppdagelsen av at jordbakterien *Acetobacter vinelandii* produserer alginat grunnlag for å renframstille enzymet mannuronan-C-5-epimerase som konverterer M-enheter til G-enheter. For det andre så produserer *Pseudomonas*-bakterier alginat i lungene til pasienter med cystisk fibrose, en sjelden men livstruende sykdom. For det tredje produserer bakterier noen uvanlige alginater: *Pseudomonas*-alginatet er helt fritt for G-blokker, mens både *Pseudomonas*- og *Acetobacter*-alginater har varierende grad av såkalte acetylerede M-enheter (dvs. en acetylgruppe på en M-enhet). For det fjerde kan bakterieprodusert alginat bli utfordrer til norsk alginatindustri. Her er det et stort hinder, da alginat fra brunalger er GRAS-godkjent (Generally Recognized as Safe) for bruk bl.a. i matvarer av den amerikanske Food and Drug Administration (FDA). Alginatene er videre akseptert av EU og listet opp i FAO-WHO Codex Alimentarius, en samling av internasjonalt anerkjente standarder, praksisforskrifter, retningslinjer og andre anbefalinger angående mat, matproduksjon og matvaresikkerhet. Et alginat fra en ny kilde som bakterier, ville måtte gjennomgå en uhyre kostbar test- og godkjeningsprosedyre for å komme på slike lister. Derpå måtte de i tillegg overvinne skepsis hos brukerne.

Det er også bemerkelsesverdig at det har oppstått tre så ulike produsenter av et så nesten sært polysakkarid som alginat: brunalger i havet, en jordlevende bakterie og en sykdomsfremkallende bakterie som lever i lungene på mennesker. Det kan være tilfeldig at syntesen av alginater har utviklet seg så forskjellige i ulike økologiske nisjer, eller denne biosyntesen kan ha et felles opphav fra tiden før de flercellede organismene, og at brunalgens alginatproduserende evne er en arv fra en tidlig bakterie.

6.2 Anvendelser

De egenskapene som kort er omtalt over nyttes hver for seg eller sammen i en rekke prosesser og produkter. Det er rimelig å starte med de primære brukerne av alginat, brunalgene selv.

Alginatets fysiologiske funksjon i brunalger

Alginat er brunalgens versjon av landplantenes cellulose. Som cellulose er det et langkjedet karbohydratmolekyl, og som cellulose i landplanter har alginat i brunalgene til oppgave å stive av og gi disse plantene fasong. Det kalles derfor et strukturpolysakkarid. Alginater i brunalger er skreddersydd for sine oppgaver i så forskjellige deler av algen som den stive stilken og det sterke, men myke bladet. De utgjør inntil 40 % av algens tørrvekt, og er lokalisert både i celleveggen og i den geleaktige massen mellom cellene, som en gel med natrium-, kalsium-, magnesium-, strontium- og barium-ioner.

Stortare har en stilk med høy gelstyrke som kan holde bladet opp mot sollyset, mens selve bladet altså er føyelig, da det har en annen alginatsammensetning.

Alginatene, med hjelp av de toverdige ionene som nevnt, danner en gel som gir både styrke og fleksibilitet til plantene. Blir de for stive, brekker de, som stortare som vokser opp litt for langt oppe i brenningen, men blir de for bøyelige klarer de ikke å løfte bladet og konkurrere om sollyset. Derfor blir småplanter av fingertare forbivokst av stortare i dypere vannlag. Sammenhengen mellom alginatets struktur, altså fordelingen og mengden av blokker som MM, GG og MG, og dets funksjon viser seg å være noe forskjellig fra art til art og også mellom forskjellig vev i samme art. Alginatet i stilken har større innhold av GG-blokker, noe som gjør stilken til en stivere og sterkere del av plantene enn bladet som har større andel av MG- og MM-blokker.

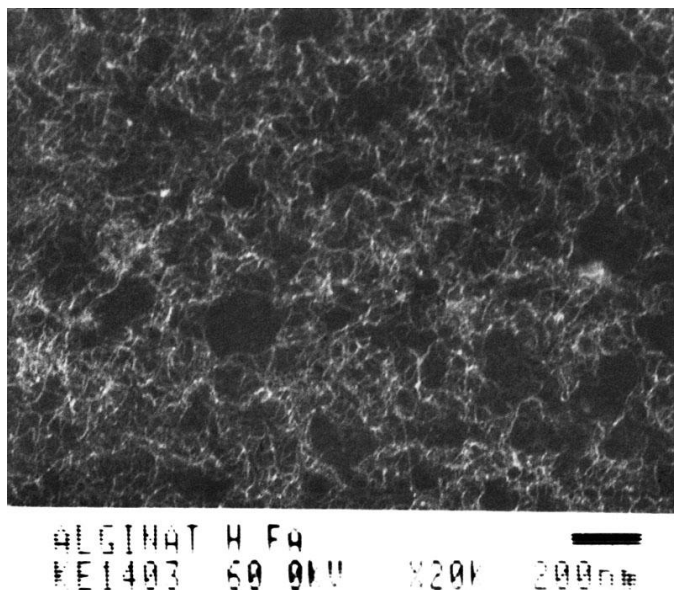


Fig. 6.6. Alginatgelnettverk i elektronmikroskop.

Den tykke streken under bildets høyre kant er 200 nm lang, dvs. 2/10 000 mm.

Industriell utnyttelse av alginatenes egenskaper

I begynnelsen var det alginatets egenskaper som bindemiddel for å belegge innsiden i dampkjeler med varmeisolerende materiale som ble utnyttet. Senere overtok alginatenes evne til å fortykke løsninger, til å danne tynne filmer og til å danne geler, slik vi kjenner anvendelsene i dag. I dag er alginatene etablert som en av de mest anvendbare biopolymerer til industrielt bruk. De brukes til å fortykke løsninger, stabilisere suspensjoner og emulsjoner, til å gele blandinger og til å danne filmer på overflater. For mange anvendelser, ikke minst utenfor næringsmiddelindustrien, må alginatene jevnlig kjempe en priskamp mot andre tilsvarende forbindelser, som for eksempel karboxymethylcellulose (CMC) og fortykningsmidler fra andre kilder, som landplanter. Her finner du en [400-serien av E-numre](#) for naturlige fortykningsmidler.

Den mest benyttede metoden for å karakterisere alginat i industriell bruk er ved **gelstyrke** og **viskositet**.

En innblanding av 1–3 % alginat er tilstrekkelig i de aller fleste sammenhenger. En industrielt sett veldig viktig egenskap ved alginater som f.eks. natriumalginat, er at de løses like lett i varmt som i kaldt vann.

Noen av disse egenskapene kommer fra alginatets iboende fysiske egenskaper. Andre er resultatet av en interaksjon med andre komponenter i matvaren, f.eks. proteiner, fett eller kostfibre. For eksempel så reagerer alginat lett med positivt ladete aminosyrerester etter denaturerte proteiner, noe som utnyttes i ”reformed food” og til konsistensgiver for boksmat til kjæledyr (”petfood”). Se eksempler i tabell 6.1.

Merk at alginatene ikke har noen egen næringsverdi. De er ufordøyelige, og nyttes ikke i basale matvarer, men i næringsindustriens halv- og helfabrikata. Slik bidrar de til at denne næringsmiddelindustrien blir effektiv og er i stand til å gi mange mennesker kvalitativt bedre tilbud av mat. Alginatene har også åpenbare kvaliteter ved at de sørger for bedre holdbarhet, og derved bedre totaløkonomien i næringsmiddelproduksjonen. Videre er bruken av alginat til såkalt ”restructured/reformed food” er avgjort en gevinst, både miljømessig, ressursmessig og økonomisk. Det betyr at hele råvaren kan nyttes, ved at den males, skives, knuses eller

seksjonerer, blandes med alginat og geles tilbake til den originalt utseende varen. Dette gjelder f.eks. kjøttvarer, løkringer, pimento olivenfyll, crabsticks og cocktailbær. Alt dette er varer hvor avskjær eller avkapp ellers måtte blitt kastet eller utnyttet til lavkvalitetsprodukter.

Tabell 6.1. Eksempler på hvilke av alginatets egenskaper som utnyttes i hverdagslige produkter.

<i>Produkt</i>	<i>Viskositetsgiver (fortykkingsmiddel)</i>	<i>Stabilisator/ emulsjonsdanner</i>	<i>Geldanner/ bindemiddel</i>
Iskrem	X		
Posesupper	X		
Sauser	X	X	
Dressinger	X	X	
Ketchup	X		
Majones	X		
Margarin	X		
Milkshake	X		
Fruktsafter	X		
Frossenmat		X	
Desserter og dessertgeleer		X	X
Konditorfyll		X	
Syltetøy			X
Puddinger			X
Bakerikrem			X
Paifyllinger			X
Potetmos			X
”Reformed food”			X

For anvendelser i syltetøy, fruktgeleer, fruktfyllinger o.l. utnytter en den samvirkende evne til å danne geler i møtet mellom alginater med høyt G-innhold og høyt esterifiserte pektiner. Alginat-pektin-systemet kan gi termoreversible geler til forskjell fra rent ionisk kryssbundne alginatgeler. Alginat-pektin-gelstrukturen er også nesten uavhengig av sukkerinnholdet i matvaren, til forskjell fra hva tilfellet er for rene pektin-geler, og kan derved også nyttes i lavkaloriprodukter.

Det eneste modifiserte alginat som nyttes i matvarer er propylenglykolalginat (PGA). Det lages ved at karboksylgruppene på uronatene blir delvis esterifisert ved en reaksjon med propylenoksid. Hovedproduktet PGA gir stabile løsninger ved sure betingelser (lave pH-verdier), når ordinært alginat ville ha felt ut som bunnfall. Det brukes nå til å stabilisere sure emulsjoner (f.eks. ’French dressing’), og stabilisere sure fruktdrikker og safter. PGA brukes også til å holde fyllden på skummet i en del ølsorter.

Bruk av grovalginat som bindemiddel i dyrefôr

Fôret som nyttes til både fiskoppdrett og oppdrett av pelsdyr er i hovedsak våtfôr. Det består av steriliserte rester fra kjøtt- og fiskeindustrien. Dette våtfôret blandes med tørrfôr som tilfører tilleggselementer. Det ferdige fôret får en deigliknende konsistens. I pelsdyroppdrett plasseres dette fôret direkte på nettingen. Hvis fôret er for bløtt kan mye gå til spille, og det kan i tillegg komme væske fra fôret på pelsen, noe som er høyst uønsket både av hensyn til dyret og av hensyn til pelsens kvalitet. Slikt våtfôr gjøres fastere ved tilsats av 0,25–1 % alginater.

Tilsvarende er problemstillingen i før til fiskoppdrett. Her må fôret ikke løse seg opp når det treffer vannflaten, og for å skape den nødvendige fastheten tilsettes 1–2 % alginater.

Alginat som geldanner i bioteknologiske sammenhenger

Innstøping av celler som gjær og bakterier i gelkuler av kalsiumalginat ble først utført for mer enn 20 år siden, og har nå blitt en vanlig teknikk for immobilisering av levende celler. Natriumalginat blandes med en konsentrert løsning av cellene og slippes som dråper ned i en løsning av toverdige ioner som f.eks. kalsium, og dråpene vil øyeblikkelig danne gelkuler (ved såkalt ionotropisk geling, dvs. geling ved tilsats av passende ioner, og ikke f.eks. vedsenking av temperaturen).

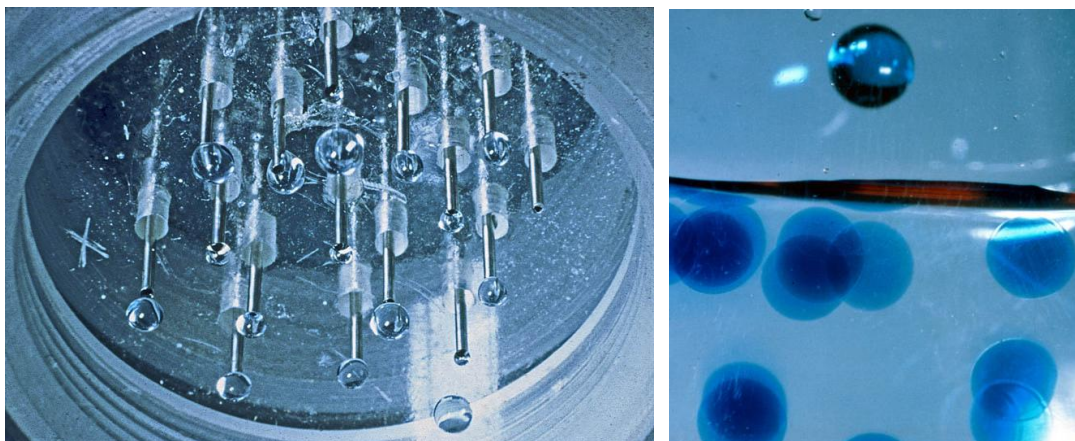


Fig. 6.7 a)–b). T.v. a) Flerløpet laboratorieversjon av maskin for produksjon av store antall natriumalginatkuler. Trykkluft tilført rundt nålene river med seg flytende natriumalginat ut av kulespissene. b) Natriumalginatdråpene med tilsats av celler, enzymer eller annet som skal støpes inn, drypper ned i en kalsiumløsning hvor de øyeblikkelig blir til faste gelkuler av kalsiumalginat (b).

Alginatkulene kan inneholde celler, enzymer eller legemidler for implantering i menneskekroppen, f.eks. som vaksiner eller for å erstatte defekte celler. Dette krever ekstremt veldefinerte og høyrensede alginater, med nøye kontroll med eventuelle forurensinger.

Innkapslingen kan utføres ved svært milde betingelser som alle celler tåler. Alginatets gelnettverk er svært romslig sammenlignet med vannmolekylenes størrelse

Diffusjonen (vandring av små molekyler) er for små molekyler like god som i en væske. Dette er vesentlig for vekst av celler immobilisert i alginatkuler.

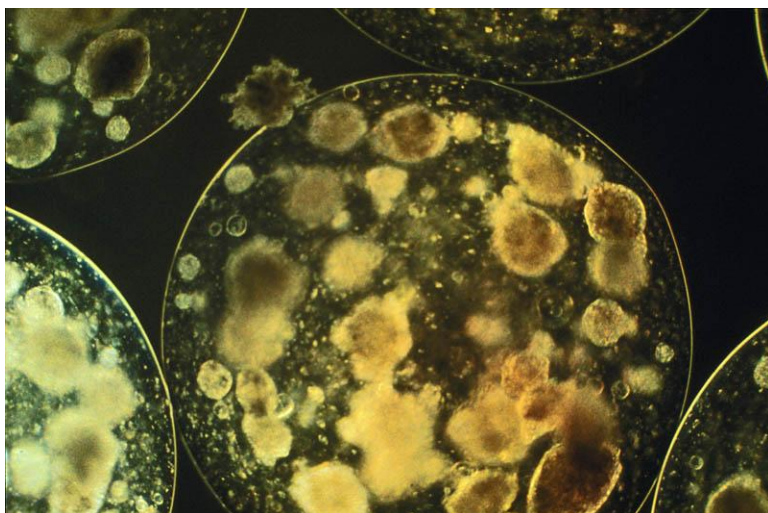


Fig. 6.8. Vevsbitar/planteceller innstøpt i alginatkuler med diameter 1–2 mm. (Foto: Kurt Draget, Inst. for bioteknologi, NTNU.)

Vannets fri bevegelse inn og ut av gelkulene sikrer tilførselen av næringsstoffer for vekst og utførsel av cellenes avfallstoffer, eventuelt av ønskete stoffer som cellene har produsert. Porene i gelnettverket er så store at også runde proteiner kan vandre inn og ut.

En vesentlig side ved den moderne bioteknologien er dyrking av celler fra bakterier til humanceller for produksjon av ønskete biomolekyler. Fordelene ved innstøping av levende celler, i motsetning til vanlig dyrking av cellene i suspensjon, kan være en eller flere av de følgende:

- Enkel håndtering av store mengder celler. Eksempelvis er fraskilling av cellene fra dyrkingsmediet langt lettere når de sitter fast i kuler med diameter 0,2–2 mm, som er mye større enn cellene selv.
- Innstøpt i en myk gel er cellene mer beskyttet mot miljøsjokk som plutselige endringer i surhetsgrad (pH) og temperatur, og kanskje enda viktigere: Selv relativt ømtålelige celler vil – innstøpt i en myk gel – kunne tåle mekaniske påvirkninger som røring/risting, noe som ofte er nødvendig for å gi alle cellene i en kultur god tilgang på nødvendige næringsstoffer.
- Immobiliserte celler vil til en viss grad være beskyttet mot andre mikroorganismer, da gelnettverket hindrer disse å vokse inn til de immobiliserte cellene.
- Innstøpingen i en gel øker den aktive livslengden til cellene, selv om det stopper den normale veksten. Dette er av vesentlig betydning for bruken av cellesystemer til industriell produksjon av biokjemikalier.
- Innstøping i alginat gir cellene et naturlig miljø, da alginat er et polyanion lik hyaluronsyre og pektin som finnes i høyere organismer. Noen celletyper er også avhengige av å være festet til et stødig underlag. Da legges endel fibre inn i gelen.

Landbruk

- Kunstige frø, laget av reproduserende plantevev innstøpt i alginatkapsler. Næringsstoffer kan støpes inn i kapselen sammen med frøene. Problemet er å unngå lekkasje av lavmolekylære næringssalter.
- Samme tankegang ligger bak innstøping av den nitrogenfikserende bakterien *Rhizobium* med f.eks. frø fra soyabønner, som så forsynes med nitrogen fra bakterien. I dag selges *Rhizobium* innbakt i torv. Innstøpt i alginatkapsler kan de få økt levetid og bedre overlevelse og spres på ufruktbare områder fra lufta.
- Fra deler av høyere planter kan en dyrke opp såkalt plantekallus, dvs. en klump udifferensierte celler. Når en slik celleklump hakkes opp i fine fragmenter (hver med mange intakte celler) og innstøpes i gelkuler vil cellene i de enkelte småbitene i de rette vekstbetingelser kunne vokse opp til hele planter. Morplanten blir altså klonet. Denne plantefragmenteringen blir også betegnet som kunstige frø. Ved at "frøene" drives fram til begynnende spiring før utsåing kan en også spare mange dagers veksttid under himmelstrøk hvor vekstsesongen er kort. Frøet vil fortsette spiringen etter en dag eller to når enzymene i jordsmonnet har brutt ned kapselen. Her må en imidlertid bruke alginat-typer som tilfredsstillende krav både til geldanningsevne og til svelling etter en lettere uttørking.
- Biologisk bekjempelse av skadeinsekter: Små mark fra klassen nematoder, med en størrelse på noen tidels mm, er blitt pakket inn i alginatkuler og tilsatt kjemiske tiltrekningsstoffer (feromoner). Enkelte arter er snyltere på larvene til bestemte arter skadeinsekter. Når kulene blir spist av larvene til skadeinsektene vil nematodene gjøre kort prosess. Det er rapportert nær 100 % larvedødelighet ved bruken av denne teknikken.
- Som en variant kan nematodene innstøpes sammen med frø som man er redd kan bli utsatt for skadeinsekter før spiring. Frøet får altså med egen livvakt i den kritiske spiringsfasen!



Fig. 6.9. Siste trinn i produksjonen av champagne er ettergjæring. Når den er ferdig må en få gjærcellene ut. Innstøpt i alginatkuler faller gjærcellene fort ned mot flaskeåpningen hvor de kan frysas, tas ut og flaska forsegles med den endelige korken. (Foto: Mentz Indergaard.)

Annen industriell produksjon

I Japan brukes gelinnstøpte gjærkulturer i produksjonen av etanol i stor industriell skala. Gjærceller er omtrent 10 μm store, og bakterier bare 1/10 så store. I en suspensjonskultur vil de derfor holde seg jevnt fordelt i lang tid, noe som skaper praktiske vanskeligheter når en skal fjerne dem igjen fra den vandige løsningen. Ved immobilisering i kapsler med diameter 0,2–5 mm er de imidlertid lette å håndtere, særlig hvis de settes opp i en kolonne som sukkerløsningen langsomt pumpes gjennom.

Ex.: Yoghourt produseres på denne måten. Melkesyrebakteriene er immobilisert i en alginatgel som holder dem fast i væskestrømmen, og produksjonen kan foregå kontinuerlig.

Ex.: Produksjonen av ekte champagne. For å få ned bunnfallet av gjær fra ettergjæringen, som gir champagnen det sprudlende innholdet av karbondioksid, innebærer den tradisjonelle metoden en tålmodig og forsiktig dreining av champagneflaskene. Ved å samle gjærcellene i små alginatkuler som faller ned mot flaskehalsen, gjennomføres fjerningen på minutter i stedet for uker/måneder.

Alginatkapsler med innstøpt vev av "langerhanske øyer"

Diabetes er en av tre store forkrøplende og drepende sykdommene i vår tid. For å motvirke diabetes kan en implantere insulinproduserende celler (Langerhans' øyer – "øyvev"), inn i menneskekroppen. Cellene finnes i bukspyttkjertelen. De har et elegant produksjons- og reguleringsystem for å tilføre kroppen riktig mengde insulin til riktig tid. Dette er svært løfterikt for de sukkersyke, men avgjørende er altså at cellene innkapsles før implantering, da de ellers vil aktivere kroppens immunapparat som vil forsøke å avstøte de fremmede cellene. Alginatet oppfattes ikke som fremmed av kroppen, og det har en porestruktur som hindrer kontakt mellom vaktcellene i blodet og det innstøpte fremmede øyvevet. Med cellene i små alginatkuler med diameter på ca. 0,7 mm vil insulin og andre reguleringsstoffer lett kunne vandre inn og ut gjennom gelnettverket. Dette er videre omtalt i [en artikkel i Gemini fra 2007](#)

Se også "[Kapselgruppen](#)" ved Inst. for bioteknologi, NTNU.

6.3 Litteratur

Indergaard, M. and K. Østgaard (1991). Polysaccharides for Food and Pharmaceutical Uses. I:

Seaweed resources in Europe: Uses and Potential. (M. D. Guiry and G. Blunden, eds.). Chichester, Wiley: 169–184.

Draget, K. I., O. Smidsrød, et al. (2005). Alginates from algae. I: *Polysaccharides and Polyamides in the Food Industry. Properties, Production, and Patents*. (A. Steinbüchel and S. K. Rhee, eds.). Weinheim, Germany, Wiley-VCH Verlag GmbH: 1–30.

Kap. 7 – Alginatforskningen

Da de **uorganiske** forbindelsene i tur og orden ble utkonkurrert av salter fra rimeligere råstoffkilder, hadde algenes innhold av **organiske** forbindelser allerede tiltrukket seg industriell interesse.

Blant de organiske forbindelsene var algenes polysakkarider. Fra rødalgene var innholdet av polysakkaridene agar og karragenan nyttet som fortykningsmidler i tradisjonell matlaging gjennom århundrer.

Vi skal her se på alginat og dets kunnskapsutvikling, eller grunnforskning om en vil. Alginat har ingen folkelig brukstradisjon, og ble allerede fra oppdagelsen i 1881 forsøkt nytt til industrielle formål. De første 50 årene med heller liten suksess. Det kan delvis skyldes at innsikten i alginatets kjemi og de tilhørende fysikalske egenskapene var mangelfull. Den viktigste grunnen var nok de kjemitekniske problemene med å fremstille det rent nok, dvs. få fram helt vannløselig natriumalginat uten å få med uløselige rester fra algevevet.

Framstillingen er vektet på arbeidet ved NITT og forsøkt holdt kronologisk. Som en ser av tabell 7.1 strakk forskningen innenfor enkelte tema seg over flere tiår, og er på enkelte felter ennå i full sving. Dette er talende for hvor tidkrevende forskning kan være, og at det er utfordrende å tidfeste forskningsmessige gjennombrudd.

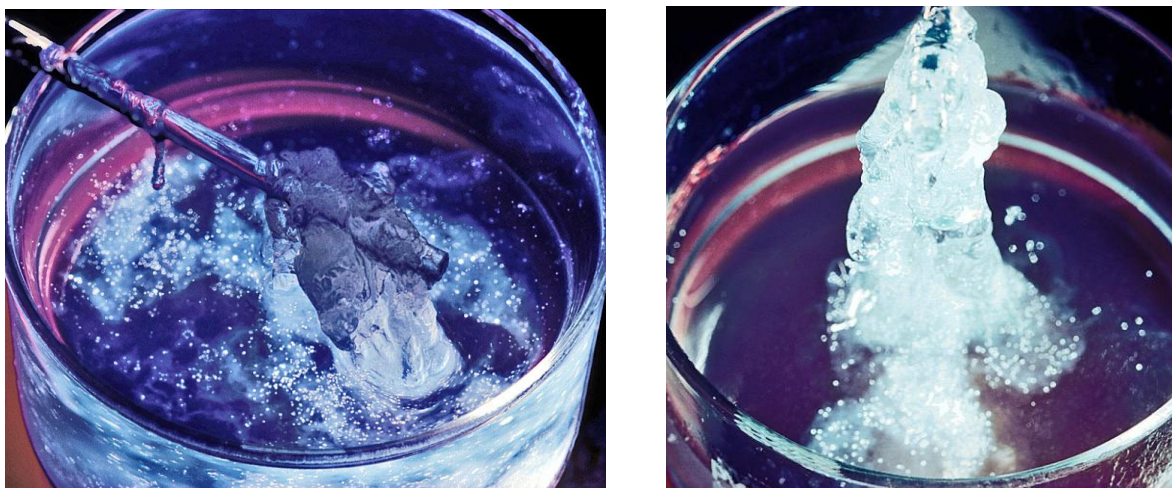


Fig. 7.1 a)–b). Ekstraksjon av alginat. Alginatet felles ut av løsning (a) og vikles opp på en glasstav (b) (Foto: Mentz Indergaard.)

Alginat danner i naturlig tilstand i algene et uløselig salt med hovedsakelig kalsiumioner, og er innfiltrert i mange andre av algens bestanddeler, bl.a. en liten andel cellulose-liknende fiber. For å få ut alginatet må vi gjennomføre en totrinns ekstraksjon. Første trinn er å bytte ut kalsiumionene med natriumioner, slik at vi får det i form av vannløselig natriumalginat. Denne utskiftingen starter ved å tilsette et solid overskudd av et vannløselig natriumsalt som utkonkurrerer kalsiumionene. Neste skritt er å få dette vannløselige natriumalginatet til å frigjøre seg fra algematerialet og over i en løsning hvorfra det kan utfelles. Diffusjonstrinnet er avgjørende i hvor stort utbytte en kan få, da alginatmolekylene er sammenfiltrert med alt annet i algene, som små mengder cellulose og andre polymerer. Viktige faktorer er den mekaniske behandlingen av suspensjonen og algematerialets partikkelstørrelse. Den industrielle prosessen med å få skilt alginatet helt fra alle andre bestanddeler som følger med involverer svært mange rensetrinn. Grunntrekkene i ekstraksjonsmetoden er lik den som oppdageren av alginat, britten Stanford, utviklet allerede på begynnelsen av 1880-tallet.



Fig. 7.2 a)–b). Industriell fremstilling av alginat. Fra et fellingstrinn i alginatfabrikken (Pronova Biopolymer) utenfor Haugesund på 1980-tallet (a). Utveiling av tørt, frysetørket alginat i labskala (b). (Foto: Mentz Indergaard.)

7.1 Kronologisk oversikt

1880-tallet – alginatet oppdages og ekstraheres

Den 12. januar 1881 tok den britiske kjemikeren og gründeren Edward C.C. Stanford ut British Patent no. 142 på ekstraksjon av ”alginic acid” – alginsyre, og beskrev for første gang dette lange suktermolekylet fra brunalger. Et par år senere fulgte han opp patenteringen med artikler i fagtidsskrifter.

Stanford gikk straks i gang med å finne nyttige anvendelser for dette nye stoffet. Han arbeidet på den tiden med framstilling av jod fra tare, og kjente derfor godt de store råstoffmengdene en nå kunne utvinne denne nye alginsyren fra. Virksomheten med å ekstrahere jod fra tare hadde en usikker framtid, grunnet andre, potensielt langt rimeligere råstoffkilder for jod. (Se kap. 4.)

Bidrag til kunnskapen om alginatets kjemi skulle fram mot andre verdenskrig komme fra forskergrupper i seks forskjellige land; Storbritannia, Irland, Japan, USA, Norge og Tyskland.

1890-tallet – alginat er ikke nitrogenholdig, men et rent karbohydrat

Etter Stanfords oppdagelse og første beskrivelse kom det neste bidraget fra den norske kjemikeren Axel Krefthing. Uten å kjenne til Stanfords arbeid, viste Krefthing i 1897 at alginsyre ikke inneholder nitrogen. Det var noe Stanford feilaktig hadde trodd, sannsynligvis pga. utilstrekkelig rensing. Rensing av alginatet skulle bli den gryende alginatindustriens fremste utfordring. Krefthing innførte en viktig praktisk forbedring av Stanfords ekstraksjonsprosess, ved en forekstraksjon med tynn syre. Dette ekstra trinnet viste seg å lette de neste trinnene i ekstraksjonen. Til tross for det store antallet patenter på ekstraksjon av alginat som senere er kommet til, nytter de alle hovedtrekkene fra prosessen som Stanford og Krefthing bidro til.

1920-tallet – alginat består av (minst) en type uronsyre

Så skulle det gå hele 30 år før neste milepæl i alginatforskningen. Den langsomme utviklingen kan forklares i mangelen på kommersiell suksess, eller vice versa. På denne tiden var satsingen på forskning ennå beskjeden, både i industrien og i universitetssystemet, sammenliknet med utviklingen etter andre verdenskrig. Videre var det meget få kjemikere som var vant til å håndtere slike kjempemolekyler, og det var faktisk ennå på slutten av 1930-tallet stor uenighet i de organisk-kjemiske forskerkretsene om hvor store ekte molekyler som faktisk fantes i naturen.

I 1926 fant to forskergrupper i hhv. Japan og Tyskland – uavhengig av hverandre – at uronsyre var en hovedbestanddel i alginsyren.

1930-tallet – mannuronsyren identifisert

Bare tre år senere fant hele tre forskergrupper – igjen uavhengig av hverandre – at uronsyren var mannuronsyre. Det fant de ved å bryte ned alginatmolekylet i sine basisenheter. En av gruppene nevnte at de ikke kunne utelukke tilstedeværelse av andre typer uronsyrer, men at det var et spørsmål for framtidig forskning.

Når det nå ble en praktisk enighet om basisenheten i alginatmolekylet, ble det utover 1930-tallet diskutert hvilken type binding det var mellom disse basisenheterne.

En ny dyktig norsk kjemiker tok på denne tiden opp stafettpinnen etter Axel Krefthing med kjemiske undersøkelser av tang og tare. Fra 1934 arbeidet direktøren ved Hermetikk-industriens Laboratorium (HL) i Stavanger, Gulbrand Lunde og noen medarbeidere med bl.a. alginatkjemien. I 1938 publiserte de en artikkel hvor de lanserte anhydro-mannuronsyre som basis-enheten. Basert på røntgenundersøkelser foreslo de en struktur for alginat analog med den for cellulose og pektinsyre, med 1,4-binding mellom enhetene i kjeden.

De første kjemiske bevis på denne typen binding kom med undersøkelser gjennomført av engelske kjemikere i 1939. De metylerte delvis nedbrutt alginat, isolerte 2,3-dimetyl-D-mannuronsyre, og konkluderte med at alginsyre bestod av mannuronsyre-enheter i pyranoseform bundet sammen mellom karbonatomene 1 og 4. Dette ble senere bekreftet av andre forskere.

Under andre verdenskrig ble arbeidet med alginat fortsatt, men da i hovedsak for å finne nyttige anvendelser. Innsatsen ble innrettet på bl.a. å erstatte råstoffer som det ble mangel på, eller som rett og slett uteble da de tidligere ble importert fra land krigen avskar kontakt med.

1950-tallet – guluronsyren identifisert, NITT starter alginatforskningen

På kunnskap skal landet bygges – alginat blir "Norges nasjonalmolekyl"

I "la-oss-bygge-landet"-stemningen etter andre verdenskrig ble Norsk institutt for tang- og tareforskning (NITT) grunnlagt av daværende Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd (NTNF). Ved starten i 1950 var en av NITTs første oppgaver å hjelpe tangmelfabrikantene med forskningsbasert kunnskap, men alginatkjemien ble også tidlig en arbeidsoppgave.

På begynnelsen av 1950-tallet er forskerne og industrien fast i troen på at alginat er en polymer i form av en uforgrenet kjede av mannuronsyreenheter. NITTs første kjemiske oppgaver er kartlegge hovedkomponentene i de norske tang- og tareressursene, bl.a. for de igangsatte forsøkene med tang- og taremel som førtilskudd. I den sammenheng strever de med analysemetoden for alginat: ". . . Forholdet er nu at vi oppnår til dels betydelig høyere verdier for alginsyreinnholdet etter uronsyre-farvereaksjon-analysen enn etter titrimetrisk eller gravimetrisk metode, som begge bygger på kalsiumalginatfelning." Dette skrev to av NITTs unge kjemikere til instituttets styre i november 1952. Styret tok hintet, og i 1953 begynte arbeidet med å utvikle en mer pålitelig analysemetode. Ved det andre internasjonale tang- og tarekonferansen, avholdt i Trondheim i 1955, meddelte de sine resultater.

Dette var instituttets første internasjonale vitenskapelige meddelelse om alginat. Da var det tilsynelatende tilfredsstillende og detaljert utforskete bildet av alginatets primærstruktur allerede smadret. I det samme året publiserte to tyske forskere at de hadde funnet en uronsyretype til i alginatet, i tillegg til mannuronsyre. De fant L-guluronsyre, og fikk sin "one-time hit" i alginatkjemiens historie. Guluronsyre er svært lik mannuronsyre, med bare en

annerledes posisjon av karboksylgruppen rundt karbonatom nr. 5 i sukkerenheten. De tyske forskerne fulgte ikke opp denne oppdagelsen med mer arbeid på alginat.

Det tok noen år før andre forskere fulgte opp konsekvensene av oppdagelsen av en ny basisenhet i alginat. Ved det internasjonale tang- og taresymposiet i Galway i 1958 var det bare en av talerne som berørte denne egentlig epokegjørende utviklingen i alginatkunnskapen, med det beskjedne utsagnet ". . . *It will be evident from this account that much remains to be done before a unique molecular structure can be assigned to alginic acid.*" Da hadde allerede den tyske diplom- und approbiertes Lebensmittelchemiker, Oberreg.-rat dr.phil. Heinrich Maass arbeidet iherdig sikkert i flere år med en bok på nesten 500 sider om alginat. Boka ble utgitt i 1959. Den eneste omtale han har av guluronsyren er en kort henvisning til den nevnte taleren ved symposiet i 1958. Den solide boka om alle kjemiske og industrielle aspekter av alginat ble over natta ganske så utdatert – i det minste med hensyn til den basale, men helt bestemmende primærstruktur. "Shit happens", tenkte dr. Maass neppe.

Andelen av denne "nye" basisenheten i alginatene viste seg å være formidabel, mellom 30 og 70 % avhengig av hvilken brunalge en tok prøver fra. Om de to basisenhetene M og G var til stede i ett og samme langkjedete alginatmolekyl var umulig å fastslå fra Fischer & Dörfels resultat. At guluronsyre virkelig fantes i brunalger ble på få år bekreftet av flere forskere.

Oppdagelsen av den andre basisenheten i alginat kom til perfekt tid for gutta ved Norsk institutt for tang- og tareforskning i Trondheim. (Den første kvinnelige forskeren ble ikke ansatt på flere tiår.) De var blitt varme i trøya som forskere, både individuelt og som institutt-lag. NITT-forskerne hadde brukt første halvdel av 1950-årene til utvikling av analysemetoder spesielt tilpasset tang og tare, og på studiet av tangmelets egenskaper, bl.a. som dyrefôr.

Ikke var de plaget med undervisningsplikter som vanlige universitetsansatte, og deres heltids kjerneoppgave, for ikke å si livsoppgave, var nettopp å kartlegge brunalgens kjemi. Det var få om noen andre i verden som hadde det akkurat da. Det fantes et Scottish Institute of Seaweed Research, men de hadde ikke samme langsiktige backing og samme faglig kompetente, kritiske og entusiastiske pådrivere i sitt instituttstyre. Som vi skal se ble ikke arbeidet med å kartlegge alginat noen kjapt ekspedert oppgave. Klarleggingen av sammenhengen mellom alginatets primære struktur og de tilhørende fysiske egenskapene skulle bli en polysakkaridforskningens triatlon.

Alginat fra stortare – som norskekysten har verdens største forekomster av – er uovertruffent i mange sammenhenger, og industrien dro god nytte av sin utvikling av rasjonelle høstemetoder for stortare på 1960-tallet. Lokalt hadde Trondheimsforskerne også nytte av at Trøndelagskysten har verdens aller beste vekstmiljø for stortare. De kunne alltid få tak i relevant og rikelig med råmateriale til sine eksperimenter.

I ettertid må det erkjennes at de var utrolig heldige med nettopp alginat. Alginatene har vist seg å være svært anvendelige, både som modellmolekyl til forskning på polysakkarider generelt, og som råstoff fra en fornybar ressurs, med stadig nye, ettertraktede anvendelser for å opprettholde en lønnsom norsk nisjenæring.

1960-tallet – forskerne i Trondheim kartlegger alginatene i detalj

Muligheten for at L-guluronsyre ikke var del av det naturlige alginatet, men ble dannet under alginatsyre-ekstraksjonen ble også undersøkt ganske snart inn på 1960-tallet. Allerede da var det kjent at L-guluronsyre kan dannes ved såkalt epimerisering av D-mannuronsyre i alkalisk miljø, som jo er forholdene under ekstraksjon av alginsyre. Det ble imidlertid påvist L-guluronsyre fra syrehydrolyse av ubehandlede deler av brunalger. Flere andre undersøkelser utelukket helt at den påviste L-guluronsyren ble dannet under ekstraksjonen. Det gjenstod en

lengre diskusjon om alginsyre var en blanding av polymannuron- og polyguluronsyre, og om begge uronsyre-enheten fantes i ett og samme alginatkjede.

Flere framgangsmåter ble prøvd, bl.a. å bryte ned de langkjedete til flere kortkjedete alginatmolekyler og så påvise begge uronsyrene i alle disse, eller bryte ned til den korteste kjeden, en med bare to enheter (dimere) og påvise begge de to uronsyretypene i disse.

Ut på 1960-tallet var kunnskapen om alginatets kjemi i hovedtrekk følgende: Alginsyre er et polysakkarid som består L-guluronsyre- og D-mannuronsyre-enheter. De to uronsyrene finnes i hovedsak i samme alginatkjede, og begge uronsyrene er i hovedsak forbundet med 1,4-bindinger.

Dette utfordret den tidligere forståelsen – fra da alginatet var trodd å være en polymer av bare mannuronsyre – ganske kraftig. Kunne de fremdeles tro at alginat fra forskjellige brunalgearter var å anse som kjemisk homogent? Med L-guluronsyrens oppdagelse kom det til åpen tvil om denne antagelsen.

NITTs innsats ble sentrert rundt sammenhengen mellom alginsyrens kjemiske struktur og tilhørende fysikalske egenskaper. De fastla først at alginsyre er en blokkpolymer.

Etter å ha utviklet analysemetoder for blokkstrukturer påviste de at mengdeforholdet mellom de to monomere varierte sterkt fra algearter til algearter. Det var en klar sammenheng mellom monomerenes mengdeforhold og alginsyrens fysikalske egenskaper (viskositet, gelstyrke, ioneaffinitet m.m.). De tre viktigste råstoffene for industriell alginatfremstilling – stortare, fingertare og grisetang – ble vist å inneholde alginater med forskjellig innhold av de tre blokktypene MM, MG og GG.

Underveis måtte de takle en hittil uforklarlig uønsket nedbryting av alginat under ekstraksjon. Høypolymert alginat viste seg å være relativt ustabil i løsning, og årsaken ble undersøkt. Det viste seg å være en grunnleggende intramolekylær nedbryting. Alginatet hadde altså evne til å bryte ned seg selv. Mekanismen ble funnet å være generell for polysakkarider. Det lyktes å få kontroll med nedbrytingen, med det resultat at høyviskøs alginsyre kunne fremstilles fra alle undersøkte brunalger.

Studiene av alginsyren og dens salter ga også grunnlag for undersøkelse av enkelte trinn i den tekniske fremstilling av alginat. Særlig ble forekstraksjonen gransket, og fraskillelsen av plantepartikler, filtreringstrinn og utfelling av alginsyren studert. Arbeidet siktet på en optimalisering av produksjonen fra de forskjellige algeråstoff. En rekke av delprosessene ble patentbeskyttet. Denne innsatsen brakte instituttet inn i et problemområde mellom fri forskning og industriell utvikling. (Se kap. 8.6.)

Ionebyttereviden

Marine alger kan ved hjelp av sine polysakkarider akkumulere toverdige ioner. Hos brunalgene er denne evnen særlig knyttet til alginsyre, og det ble vist at særlig guluronsyre-komponenten hadde stor affinitet overfor en rekke metaller. Sammensetningen av alginsyren i en alge burde derfor bestemme algens ionebytteeenskaper overfor en rekke ioner, som magnesium, kalsium og strontium.

Dette viste seg å holde stikk idet algens innhold av disse ionene ble funnet å være i overensstemmelse med alginsyrens innhold av guluronsyre-enheter (spesielt i G-blokker) og sjøvannets konsentrasjon av de nevnte ionene.

Årsaken til alginsyrens evne til å binde visse metallioner ble også studert ned på det molekylære nivå. Det ble vist, ved hjelp av omfattende nmr-studier, at L-guluronsyre i korte kjeder har en romlig utforming som gir anledning til chelatbinding av visse metallioner

mellom kjeder som ligger inntil hverandre. Det er denne chelatbindingen som gir guluronsyre av alginatet den spesielle evnen til å holde på bl.a. kalsium-, barium- og strontiumioner.

Geldanningen

En av de mest karakteristiske egenskapene ved alginsyren er at den danner geler med visse kationer. Geler er svært utbredt i naturen, særlig i det marine miljø. På 1960-tallet ble gelens struktur og egenskaper viet betydelig oppmerksomhet. En ny metode til karakterisering av geler ble utarbeidet, basert på styrkemåling av gelsylindere i konvensjonell styrkemåle-apparatur for vanlige materialer. NITT-forskerne påviste enkle relasjoner mellom gelstyrke, molekylvekt og affinitet for geldannende ion. Det ble også utviklet en metode for bestemmelse av polymere molekyler "stivhet", basert på viskositetsmålingene ved forskjellige ionestyrker. Metoden er eksperimentelt enkel og uavhengig av noen viskositetsteori. Den gjør det mulig å sammenligne stivheten i polymermolekyler av svært forskjellig natur, så som forskjellige polysakkarider, polyfosfater, vinylpolymere, etc.

1970-tallet – kartleggingen av alginatets biosyntese

Selv om alginsyren nå var en meget godt studert biopolymer, skulle dens biosyntese vise seg å by på sensasjoner.

Allerede i 1966 hadde to amerikanske forskere klarlagt de grunnleggende biokjemiske trinn i syntesen av alginat. I en tangart fant de en prosess som startet med fruktosefosfat og som via fem trinn ble heftet på og forlenget en kjede med mannuronsyre-enheter, og laget altså en alginatkjede bestående av bare M-enheter.

De fant imidlertid ikke noen tilfredstillende forklaring på hvordan guluronsyre-enheterene kom inn i kjeden. Det var det en gjesteforsker fra Canada sammen med en NITT-forsker som først ønsket ut, i 1968. De fant at alginatsyntesen var stor i algene i sollys, men at syntesen bare førte til M-blokker. G-enheterene kom til i alginatet når algene hadde stått mørkt. Senere fant NITT-kjemikerne selve det ansvarlige enzymet *mannuronan-C-5-epimerase* (heretter kalt epimerasen) i en alginatproduserende jordbakterie. Da nok en gjesteforsker kom til Trondheim i 1969 fant han sammen med NITT-kjemikerne også dette enzymet i brunalgen sauetang. Det meste av dagens kunnskap om alginatets biosyntese og epimeriseringsprosessen stammer fra eksperimentelt arbeid med alginatproduserende bakterier, som er langt lettere å arbeide med på laboratoriet enn de store brunalgene.

Biosyntesen for alginatet – både i brunalger og bakterier – er helt spesiell. Proteiner fremstilles ved at ferdiglagete aminosyrer hektes på hverandre, og når den siste aminosyre hektes på er proteinet ferdig. De fleste polysakkarider lages også ved at ferdige byggesteiner – monomerenheter – hektes på hverandre i en voksende kjede til kjempemolekylet (polysakkaridet) – er ferdig. Men det er en vesentlig forskjell på proteiner og polysakkarider: Proteiner, i hvert fall alle de som ender som enzymer, blir nøyaktig fremstilt etter mal fra DNA-molekylet og de som skal gjøre samme jobben blir presis like. Det må de bli for i det hele tatt å kunne utføre sin spesialiserte oppgave. Polysakkaridene – selv et så tilsynelatende enkelt et som alginat – blir av varierende lengde og sammensetning, selv i samme plante hvor de antas å skulle bidra til plantens struktur og dermed til dens evne til å overleve i en tøff økologisk konkurranse. Det synes som om naturen tillater seg å være mer sleivete i syntesen av polysakkarider uten at det får katastrofale konsekvenser for plantene. Hvorfor det er slik kan en spekulere på; ofte er det syntesens energikrav (hvor mye energi som trengs for å lage molekylene) som bestemmer dette. For å lage presis like molekyler kreves mer innsats – større energiforbruk – enn for å lage molekyler som er sånn noenlunde like. Det helt spesielle ved syntesen av alginatmolekylet, er at først lages kjeden [nesten] helt ferdig med bare M-enheter, deretter kommer et enzym – altså et spesialisert protein som kalles mannuronan-C-5-epimerase – og dreier om på karbonmolekyl nr 5 på en del av enhetene – og konverterer dem

(i en epimeriseringsreaksjon) til G-enheter.

Denne modifisering på polymernivå ble første gang oppdaget og beskrevet av forskerne i Trondheim. Mekanismen kan forklare den tilsynelatende totale mangel på repeterende enheter – altså system i rekkefølgen av M og G (utenom M-blokker, G-blokker og rent alternerende MG-blokker). Vi finner ingen gjentakende mønstre av f.eks. typen -M-M-G-M-M-G-M-M-G-M-M-G- eller andre tydelig repeterende enheter. Epimerasens inngripen kan også forklare hvorfor alginatene ikke er enten bare M-blokker, bare G-blokker eller bare alternerende MG-blokker. Epimerasens noe tilfeldige virke er altså ansvarlig for den kjemiske heterogeniteten, altså at ingen to individuelle alginatkjeder er presis like.

Metodeutvikling – periodatoksydasjon

En noe mer diskret, men like fullt viktig oppdagelse, ble også gjort ved NITT tidlig på 1970-tallet. Alginater og andre ladede polysakkarider utgjør sammen med stivelseslignende karbohydrater en meget stor del av tørrstoffet i marine alger. ”Perjodatoksydasjon” kalles en tradisjonell karbohydratkjemisk metode for å finne antall nabostilte hydroksylgrupper i karbohydrater. Metoden er hyppig brukt for å oppklare strukturen hos polysakkarider. Imidlertid hadde overoksydasjon og lav reaksjonshastighet, samt lave reaksjonsgrader skapt problemer. Alginat ga f.eks. bare 45 % av teoretisk oksidasjonsgrad. Gjennom studier utført ved instituttet ble det vist at dette skyldtes sekundær dannelse av halvacetaler, noe som var særlig utpreget for polyuronider, men som også opptrådte i betydelig grad hos mange andre polysakkarider. Reduksjon av halvacetalen gjendannet glykollen og perjodatoksydasjonen kunne fortsette.

Det ble utarbeidet et regnemaskinprogram som fra nøyaktige data fra perjodtsyreoksydasjonen kunne gi likevektskonstantene for halvacetaldannelsen. Arbeidet førte til en fullstendig revurdering av perjodatoksydasjonen som analytisk verktøy ved strukturoppklaringer av polysakkarider.

1980-tallet – alginat for bioteknologi

Kjernemagnetisk resonans, eller bare ”magnetisk resonans” som senere ble den politisk korrekte betegnelsen på fenomenet og metoden nmr (”nuclear magnetic resonance”), ble tatt i bruk i kjemimiljøet i Trondheim allerede på 1960-tallet for å kartlegge den indre strukturen i små molekyler. Å gå løs på et uregelmessig kjempemolekyl som alginat med denne metoden var en formidabel oppgave. Etter et langvarig og tverrfaglig samarbeid samt jevnt bedre apparatur, lyktes det ut på 1980-tallet å etablere nmr som en rutinemessig metode for analyse av den gjennomsnittlige blokkstrukturen i en alginatprøve. Litt av den håndverksmessige hemmeligheten var en lett nedbryting av prøven, altså en oppkapping av alginatkjedene, før prøven ble puttet i nmr-maskina. Den gradvise bruk av stadig kraftigere nmr-apparater gjorde at en kunne se flere naboenheter i alginatmolekylet samtidig, slik at en nå rutinemessig kan registrere flere naboenheter i kjeden, og derved beregne fordelingen på henholdsvis MG-, M- og G-blokker.

I 1990 beskrev NITT-forskerne status for arbeidet med polysakkarider i Trondheim. De trakk da frem noen grunnleggende elementer i forskningen:

- Gode hypoteser som kan etterprøves eksperimentelt;
- rene prøver, da kommersielle prøver kunne være av ukjent og blandet opphav;
- bruke relevant apparatur som kunne gi svar på hypotesene. Om nødvendig bygge spesialapparatene selv.

1990-tallet – bakteriealginatets genetikk

Nå fikk også studiene av epimerasen et gjennombrudd. Det lyktes å renframstille epimerase-enzymet og vist at det kan utføre epimeriseringen av alginat på laboratoriet, dvs. også utenfor de levende plantene. Det viste seg at det ikke fantes bare ett, men en hel familie på minst syv nært beslektede enzymer. I denne forskningen stod bakteriene som produserte bakteriealginat sentralt. Samarbeid med genetikere gjorde at en kunne styre utvalgte bakteriers produksjon av ønsket type epimerase. Ennå er ikke skreddersydd alginat ved bruk av spesifikke epimeraser blitt noe kommersielt produkt.

Et annet stort prosjekt som startet på 1980-tallet, og som ennå er under utvikling, er alginat for innkapsling av insulinproduserende celler til lindring av diabetes. (se kap. 8)

Som en spin-off av dette arbeidet ble det påvist at M-M-blokkene har immunstimulerende egenskaper, og at G-G-blokkene (de beste geldannerne) ikke oppfattes som fremmed materie av det menneskelige immunapparatet, dvs. de blir ikke frastøtt av kroppens immunsystem.

Det lyktes også å fremstille homogene geler, dvs. geler med jevn gelstyrke tvers igjennom, og å utvikle "super-svellende" alginatkuler som kunne oppta 100 ganger sitt utgangsvolum.

2000-tallet – alginatforskningen fortsatt i full vigør

Stadig nye biopolymere er blitt undersøkt ut fra den samlede 50-årige erfaring, og forbedret instrumentering gir mer presise svar på tidligere problemer.

På 2000-tallet har arbeidet i Trondheim fortsatt med det genetiske apparatet som styrer produksjonen av de spesielle enzymene som deltar i polysakkaridets biosyntese, og som derved gir opphav til disse biopolymerenes svært nyanserte kjemiske struktur med tilsvarende bredde i de mulige anvendelsene. Fortsatt er det som på slutten av 1950-tallet fokus på sammenhengen mellom struktur og polymeregenskaper, hvordan de vekselvirker med andre molekyler, hvordan de kan danne løsninger og geler med helt spesielle egenskaper, osv. Fagfeltet har siden 1980-tallet vært tverrfaglig og søkt nært samarbeid med andre fagmiljøer der det har vært nødvendig og nyttig, både blant biofysikere, genetikere og medisinerere.

For eksempel er forskningen på utvikling av alginatbasert kapselteknologi for behandling av diabetes fortsatt fra 1990-tallet.

I tillegg til alginat er det forsket mye på verdens mest utbredte polysakkarid, kitosan (som utgjør hoveddelen av det ytre skjelettet til insekter og skalldyr), i tillegg til en del plantepolysakkarider (bl.a. sphagnan fra torvmose) samt fiskekollagen. Disse har mange etablerte industrielle anvendelser, men nye anvendelsesområder som medisin og farmasi får stadig større betydning.

Tabell 7.1. Alginatforskningen i Trondheim 1950–2000 sortert etter tema, med angivelse av hvilke år det ble publisert vitenskapelige artikler innenfor respektive område.

Hovedtema	<i>Tilknyttet tema</i>	<i>År publiserte artikler</i>
Kvantitative bestemmelser		1953–56, 1964, 1978, 1993
Sekvensbestemmelser/ Sammensetning og blokkfordeling		1959–74; deretter pause mens nmr-metoden ble utviklet og praktisk lansert 1984
Ioneselektivitet/-affinitet		1959–1981
Fysikalske egenskapers avhengighet av primærstruktur (sekvensbestemmelse)		1955–
	polymerstatistikk	1968–70, 1999
	periodatoksidasjon	1969–1979
	lysspredning	1968–1982
Biosyntese, enzymatisk modifikasjon, genetikk		1969–
NMR som metode til sekvensbestemmelser		1972–1986, 1990
Biotechnologiske anvendelser: Immobilisering, makrogel, inhomogen gel, mikrokapsler, biomedisin, miljøbioteknologi		1988–

7.2 Litteratur og lenker

Haug, A. (1964). *Composition and properties of alginates*. Report. Trondheim, Norwegian Institute of Seaweed Research: 123 p.

Booth, E. (1977). "History of the Seaweed Industry. 1. Alginate Industry." *Chemistry & Industry* (13): 528–534.

[Jensen, A.] (1980). *Jubileumsskrift 1950–1980. Norsk institutt for tang- og tareforskning – Institutt for marin biokjemi*. Trondheim, NTH: Inst. for marin biokjemi.: 32 s.

Draget, K. I., O. Smidsrød, et al. (2005). Alginates from algae. I (A. Steinbüchel and S. K. Rhee, red.): *Polysaccharides and Polyamides in the Food Industry. Properties, Production, and Patents*. Weinheim, Germany, Wiley-VCH Verlag GmbH: 1–30.

Rehm, B. H. (2009). *Alginates: biology and applications*. Berlin, Springer.

<http://www.ntnu.no/bioteknologi/biopolymerchemistry>

<http://www.ntnu.no/bioteknologi/publikasjoner>

Kap. 8: Forskning i og for alginatindustrien

8.1 Alginat oppdages av Stanford – Industrien og industriforskningen starter

12. januar 1881 kan regnes både som alginatets og alginatindustriens fødselsdag. Da fikk den engelske kjemikeren Edward Charles Cortis Stanford Britisk patent nr. 142. I patentet beskriver han prosessen for å ekstrahere et stoff han kalte "algie acid" (algin) fra tang og tare.

I 1883 omtaler Stanford den første kommersielle anvendelsen av alginat: Til å isolere en dampkjele for å hindre varmetap ble det brukt en "karbon-ement" av 97 % "treull" fra brunalger og 3 % algin, en teknikk som var nokså ny på denne tiden. "Trekullet" fra brunalger var et biprodukt fra en jodfabrikk som Stanford etablerte i Skottland i 1863.

Natriumalginat ble sannsynligvis produsert første gang i 1882, av North British Chemical Co Ltd som Stanford ledet til sin død i 1899. Råmaterialet var sannsynligvis en blanding av grisetang, fingertare skåret ved lavvann og stortare i hovedsak høstet på land som drivtare. Materialet ble oppbløtt i vann, ekstrahert med natriumkarbonat og felt med en mineralsyre. Produktet inneholdt langt over 3 % nitrogen, noe som antyder at dette kommersielle ur-alginatet må ha inneholdt et mangfold av andre, uønskete stoffer fra algematerialet.

Stanford tok også patent på alginatets evne til å danne hinner/tygge filmer, men det tok mange år før denne egenskapen ble kommersielt utnyttet. I 1884 startet Stanford The Carbon Cement Co Ltd, som både produserte alginater og andre materialer, bl.a. til isolering av dampkjeler. Firmaet eksisterte til 1932. Et forsøk av herrene Davis og Jones med å etablere British Algin Co i 1885 endte med at Stanford overtok det og dannet Algin Co Ltd i 1888, som igjen ble nedlagt i 1890, uten å ha produsert noe som helst. Stanford hadde altså begrenset suksess med selve alginatproduksjonen.

Neste alginatprodusent på de britiske øyer var British Algin Co Ltd i år 1900, og hovedformålet var å støpe kullbriketter av kullstøv og grovt ekstrahert alginat. Det ble hevdet at dette brenselet var så godt som røykfritt. Produksjonen varte nok bare et år eller to, og i 1908 ble firmaets eiendeler solgt, bl.a. til karragenanprodusenten Blandola Ltd. De utvidet til å produsere industrielt alginat, noe de fortsatte med til i hvert fall 1970-tallet. Hovedanvendelsen var nå alginat til "textile finishing"; som fortykningsmiddel i fargestoffer til tekstilindustrien, for eksempel sammen med anilinsvart for paraplystoffer og dressfôr.

Samtidig kom det til industri både i Norge (se nedenfor) og Frankrike. Vi skal følge utviklingen litt til i Storbritannia, da den kan sies å ha lagt grunnlaget for alginatproduksjonens langvarige industrielle suksess med Kelco Co i San Diego.

I 1923 etablerte Fred Curtis Thornley firmaet Thornley Binders Ltd, for å produsere natriumalginat, kullbriketter (kullstøv bundet med alginat) og som emulsjonsdanner og stabilisator i bek til å reparere oljegrusete/asfalterte veier. Produksjonen synes å ha gått greit i 2–3 år. Allerede i 1925 ble alginatet tillagt kommersielle egenskaper også som brannhemmende ferniss/limvann for seilduken som dekket datidens flyvinger og tilsvarende overflatebehandling av tekstiler og papir, samt i sukkertøy og til farmasøytika.

I løpet av disse få årene var hr. Thornley bl.a. på studietur på den amerikanske vestkysten og fikk se de enorme, lett tilgjengelige mengdene av kalifornisk kjempetare. I 1925 startet han FC Thornley Ltd, som kontrollerte alle Thornleys patenter, bl.a. en fra 1927 som hevdet å kunne fremstille rent alginat, fritt for de urenheterne som hadde plaget produktet hittil. Da produksjonen i Thornley Binders opphørte i 1927 var Thornley selv flyttet til San Diego, hvor han samme år etablerte Thornley and Co. Formålet med det nye selskapet var produksjon av alginat, bl.a. til bruk i produksjonen av hermetikk som tilsats til loddemiddelet som forsegle

hermetikkboksene, for å kontrollere loddemiddelets flytegenskaper. Thornleys selskap skiftet ham til Kelp Products Corporation og ble deretter solgt til Kelco Co. FC Thornley forsvant nå ut av alginathistorien. Kelco ble i 1929 det første firma som lyktes i å fremstille kommersielt rent nok alginat, dvs. at det kunne løses i sin helhet i vann uten å etterlate uløselige rester. Om dette hang sammen med Thornleys patent i 1927 er uklart.

Kelco etablerte alginat som hjelpemiddel i en rekke moderne industriprosesser og blomstrer. Et eksempel var til overflatebehandling av papir, bl.a. som fettbarriere i hamburgerpapir. Kelco ble i 1972 solgt til Merck, videre til Monsanto i 1995, til International Speciality Products i 1999 og nedlagt våren 2006 da firmaet vurderte produksjonskostnadene som for høye samtidig med at de ble forespeilet nye offentlige miljøkrav til reduserte utslipp fra sin produksjon. Alginatproduksjonen ble samlokalisert ved firmaets eksisterende anlegg i Girvan i Skottland, som i 2008 ble solgt til FMC Corporation. FMC eier også alginatfabrikken i Norge. Nå høstes noe av tarefeltene utenfor Sør-California som fôr til oppdrett av muslingen abalone.

I Storbritannia skulle suksessen komme med etableringen av selskapet Cefoil i 1934. De fremstilte tynn alginatfilm og var også kommet langt i å utvikle tråd, eller kunstsilke av alginat, men kom ikke lenger enn til eksperimentell drift. Krigen ga imidlertid gjennombruddet. Det britiske Forsyningsdepartementet reiste da fire fabrikker i Skottland som ble drevet av Cefoil for å fremstille kamuflasjenett av alginatfibre til erstatning for tidligere importert jute. Dette arbeidet førte til at det ble utviklet forbedrede metoder og tatt ut mange nye patenter, men produktene overlevde ikke skiftet tilbake til normal økonomi fra krigsøkonomien. Cefoil skiftet i 1945 navn til Alginat Industries, og ble en av de tre store produsentene på verdensmarkedet etter krigen, sammen med Protan i Norge og Kelco i USA.

8.2 Den første norske alginatproduksjonen

I 1896 tok kjemiingeniør Axel Krefting ut Norsk patent 5028 på fremstilling av ”tang-syre” (alginat), etter sigende uten da å kjenne Stanfords arbeider. Med denne metoden startet han i 1897 en liten forsøksfabrikk i Kristiania for å arbeide videre med tangsyrenes anvendelse. Virksomheten ble i 1900 overtatt av et fransk selskap og flyttet til Bretagne, der det er god tilgang på tang og tare. De produserte et grovt alginat som ble kalt "Norgine" fra tarebladene. Stilken ble ennå ikke benyttet.

I fabrikken ble det fremstilt appretur- og limstoffer. Dessuten ble brunalgenes jodinnhold utvunnet. Appreturmiddel – en tilsetning for å gjøre tekstiler faste og fyldige, myke og smidige – som ble solgt til tekstilfabrikker var et grovt alginat som inneholdt mange urenheter. En del problemer meldte seg raskt. Det var for eksempel mangel på ferskvann på stedet, og ferskvann trengs i store mengder i produksjonen. Driften ble etter alt å dømme ulønnsom, og etter en del år ble fabrikken nedlagt. Allikevel var det ikke slutt på Norgine. I 1904 hadde det franske selskapet overlatt retten til å produsere Norgine for Østerrike og Ungarn til et selskap i Böhmen, som bygget en fabrikk i byen Aussig rett nord for Praha. Her, dypt inne i Europa, ble det i en årrekke fremstilt Norgine, i stor grad av norsk råstoff. Produktet ble eksportert til mange land, også til Norge. Men problemet med bare 80 % løselighet av produktet vedvarte.

Tross sitt fulltids virke på administrative felter glemte Krefting ikke taren. Omkring 1912 begynte han å interessere seg for stortarestilken, som hittil var holdt utenfor produksjonen. Han oppdaget at stilken inneholdt mer alginat enn bladene, og at den lett lot seg bleke, slik at den ble helt hvit. Etter mange forsøk hadde han funnet en ny og enkel metode for å fremstille et meget lyst klebestoff av den. Den samme metode kunne også brukes på bladene, og ga Krefting håp om ny norsk industri.

Den 5. desember 1913 var han med på å stifte Norsk Tangaktieselskab. Det nye selskapet opprettet en liten forsøksfabrikk i Ruseløkkbasaren i Kristiania, under ledelse av Krefting.

Våren 1916 meddelte Krefting sine nye initiativ og ideer i et foredrag i Polyteknisk Forening. Her gjentok han hovedsakelig Norgine-produktets fortreffelighet, og understreket at for å skape lønnsomhet måtte en søke å utnytte så mye som mulig av tareråmaterialet, som ekstraksjon av jod samtidig med produksjon av alginat.

Blant tilhørerne i Polyteknisk Forening fikk Krefting stor støtte. Professor i botanikk ved Universitetet (i Oslo) Johan Nordal Wille var til stede. Han fastslo at det fra Finnmark til Svinesund fantes uuttømmelige mengder av tang og tare og «. . . vilde uttale haabet om at dette vigtige nationaløkonomiske spørmaal – sjøtangens anvendelse – maatte bli optat og realisert i den nærmeste fremtid».

Bare fem år senere sa kjemiprofessor Thv. Lindeman ved Norges Tekniske Høyskole at «. . . Spørsmålet at utnytte de uhyre store masser av tare og tang, som aarlig skylles ind paa vor utstrakte kyst, hører sikkert til et av de større nationaløkonomiske problemer som endnu søger sin løsning.»

Den første norske vitenskapsmannen som kom med et slikt kraftpatriotisk utsagn til støtte for tang- og tareindustri var sannsynligvis konservator Mikael H. Foslie i en artikkel i 1887: “. . . Enhver kjender ”tang” og ”tare” og ved, hvilke store masser der opkastes paa stranden især under vinterstormene. Det kan vel uden overdrivelse siges, at dette er kapitaler, der lægges for vore fødder uden at blive paaagtet, ialdfald ikke i den utstrækning som de burde.”

Ennå i dag forekommer slike utsagn på den offentlige arena; fra avisinnlegg til dypsindige utredninger – et stadig tilbakevendende begeistret utrop tilegnet norskekysten ved fjære sjø.

I sitt innlegg i 1916 kunne ikke Krefting dy seg for å minne om et tilsvarende foredrag han hadde holdt 13 år tidligere: “. . . Der er desværre faa kemikere som har befattet sig med sjøtangens industrielle anvendelse utenfor tangaskeindustrien. Og for min egen del har jeg netop i det nævnte tidsrum hat altfor meget andet at gjøre til at faa synderlig tid tilovers til praktisk at beskæftige mig noget særlig med det foreliggende spørmaal, for hvilket jeg i en lang aarrække har interessert mig.”

Gløden for å utnytte tang og tare industrielt var altså stor i Norge. Norskekysten er rik på råstoff, men gründeriveren støtte stadig på tekniske og konjunkturmessige problemer. Høsten 1916 ble selskapet Sjøtang A/S grunnlagt. Det ble bygget en relativt stor alginatfabrikk på Oгна (Sør-Jæren). Dårlig økonomi gjorde at Sjøtang A/S ble slått konkurs i 1921. Panthaverne overtok anlegget på Oгна og leide det ut til et nytt selskap, A/S Tangin, som i perioden 1922–1928 fremstilte Norgine i pastaform for Titan Co i Fredrikstad, som brukte det i fremstillingen av et fargestoff. Da denne produksjonen flyttet til Tyskland i 1929, ble det foreløpig slutt på driften på Oгна.

Med Kelcos suksess tidlig på 1930-tallet hadde interessen for slike fortykningsmidler fra brunalger vokst fram i USA, og etter henvendelser derfra fikk Oгна Fabrikker (som var konstituert på ny et halvt år i forveien) i februar 1939 et lån på 20 000 kroner av Tiltaksfondet til (ny) prøvedrift. I september 1939 begynte produksjonen av alginat i pastaform. Ved siden av det vanlige natriumalginat ble det også fremstilt ammoniumalginat til bruk for papirindustrien og kobberalginat som var tenkt brukt som tilsetningsstoff i sprøytevæsker for hagebruk.

Målet var å produsere 100 prosent oppløselig alginat, men fremstillingsmetoden og maskinene var ikke gode nok, og produktet ble fremdeles ikke mer enn 80 prosent oppløselig.

Kelco må åpenbart ha vaktet sine industriprosesser godt. Det er usikkerhet både om det var informasjonen i Thornleys patent fra 1927 som førte til Kelcos suksess med å fremstille rent nok natriumalginat, og hvor rent dette alginatet egentlig var ved det angivelige gjennombruddet i 1929. For Ognafabrikker var det definitivt slutt i 1941.

Axel Krefting – en norsk alginatpionér

Født i Trondhjem 25.2.1859. Faren var major Otto Krefting, en kjent arkeolog. Allerede som skolegutt måtte Axel hjelpe faren med arkeologiske undersøkelser i Trondhjem og omegn. Som ungdom orienterte han seg mot ingeniørfag, og tok eksamen fra både kjemilinjens (1878) og bygningslinjens (1879) ved daværende Trondhjems tekniske Lærestanstalt (TtL). Året etter tok han eksamen fra maskinlinjen ved Hannovers tekniske høyskole (1880). Året etter tok han fem år senere. I mellomtiden hadde han vært tegner ved Trondhjems domkirkes restaurasjon, veiasistent i Søndre Trondhjems amt, assistent ved Kristiania tekniske skoles laboratorium og vikar som amanuensis ved universitetets kjemiske laboratorium. Det ble kjemien som fenget hans profesjonelle interesse. Etter oppholdet i Kristiania var han fram til 1891 lærer i kjemi ved sin gamle skole TtL, da han ble lærer i kjemi ved "Aas høiere landbruksskole" (i dag: Universitetet for miljø- og biovitenskap). På Ås kom han i kontakt med professor Johan Nordal Wille, som blant annet drev forskning på brunalger som fingertare, stortare og sukkertare. Wille hadde lagt merke til at celleveggene hos tareartene hadde likhetstrekk med fortykningsmidlet tragantgummi, og mente man kunne omdanne dem til det. Dette nevnte han for Krefting, som straks ble interessert og ville arbeide med saken. Wille skaffet tare i Drøbak, og snart var Krefting i gang. Han utarbeidet en metode for fremstillingen av dette produkt han kalte "tangsyre", og tok i 1896 ut patent på dets framstilling. For denne prosessen fikk han gullmedalje ved Stockholmsutstillingen i 1897.

Selv om Krefting i mange år kom til å arbeide med tangsyre og tilhørende industrireisning, fikk han sin hovedkarriere i administrasjon, redaksjonell virksomhet og organisasjonsarbeid. Han startet som bestyrer av Kristiania patentkontor 1893 og var samtidig sekretær ved "Den norske fællesforening for haandverk og industri" og redaktør av foreningens tidsskrift. I 1899 var han med å etablere Norsk arbeidsgiverforening, og ble kontorsjef og redaktør der i årene 1907–1917, og senere dets konsulent for arbeidspørsmål og lovgivning. Med disse vervene fulgte medlemskap i lovkommissjoner og andre tillitsverv. I årene 1904–1908 var han formann for Polyteknisk Forening, og ble i 1912 æresmedlem i foreningen, bl.a. for sitt arbeid med å utvikle Teknisk Ukeblad. Kjemien fikk også sitt av hans administrative kapasitet, som en av stifterne for Den Polytekniske Forenings Faggruppe for Chemikere i 1893, som fra 1920 ble Norsk Kjemisk Selskap (NKS), og hvor Krefting var formann i 1921–22.

Omtalen i Teknisk Ukeblad ved hans 60-årsdag inneholder et par karakteriseringer av denne Norges første alginatforsker, og kan i ettertid tas som et muntert hint om tiden som skulle komme med Norsk institutt for tang- og tareforskning 30 år senere i Trondheim: "*Han er en urkraft av en staut og seig trønder som ikke let gir sig.*" og "*Han forstaar sig paa den ting: med en glad latter at jage sørgmodigheten og tverdriveriet paa flugt.*"

8.3 Første norske tang- og tareforskning med offentlig støtte: Gulbrand Lunde og Hermetikkindustriens Laboratorium

Norges eksport av tareaske til fremstilling av jod sank på begynnelsen av 1930-tallet dramatisk, fra 2906 tonn i 1933 til 207 tonn i 1934. Det var funn av jod i petroleumsleiene i Japan og Russland som tvang ned prisen på jod på verdensmarkedet, fra 30–40 kr/kg til 8–10 kr/kg. Dette var et hardt slag for kystbefolkningen, og Handelsdepartementet utvirket at Statens Råstoffond fra 1935 finansierte et forskningsprosjekt for direktør Gulbrand Lunde ved Hermetikkindustriens Laboratorium (HL) i Stavanger. Prosjektet skulle undersøke

mulighetene for annen utnyttelse av Norges tang og tare. Fra dette prosjektet publiserte Lunde og medarbeidere i perioden 1936–1941 en rekke artikler over de store algenes kjemi og potensielle anvendelse, før Lunde forulykket i oktober 1942.

Fra 1934 til 1941 fikk Lunde og HL til sammen ca. 80 000 kroner til tang- og tareforskning. (Forskningen til Lunde er også omtalt i kap. 4).

Gulbrand Lunde hadde i sin tidligere forskning særlig interessert seg for jod og struma før han ble ansatt som direktør for HL. Dette arbeidet hadde også blitt videreført, bl.a. hadde Laboratoriet i 1932 gått inn i et samarbeid med Rogaland fylkeslandbruksskole for å gjennomføre foringsforsøk med tang. I tillegg hadde Laboratoriet også gjort noen undersøkelser av effekten av tang brukt som gjødsel ved kornproduksjon.

Under Lunde fikk alginsyren stor oppmerksomhet ved HL. Etter reiser til England, Tyskland og Frankrike fastslo laboratoriets medarbeidere i 1937 at fremstilling av alginat hadde foregått i mange år, men at det hadde vært et relativt grovt produkt, som i det vesentlige var blitt brukt til appreturmidler. Først de senere år var det fremstilt mer raffinerte kvaliteter til bruk i blant annet næringsmidler. Her krevdes det at produktene skulle være fargeløse, lukt- og smakfrie, og dessuten kjemisk rene og oppløselige.

Medarbeiderne merket seg at alginat kunne brukes som et fortykningsmiddel i næringsmidler, i USA ble det brukt i iskrem. Det ble også blandet inn i fargepastaen som ble brukt til trykk av mønsteret på bomullstøyer. Alginat ble videre brukt til klaringsmiddel ved fremstilling av øl. Papir og kartong ble gjort motstandsdyktig mot vann og fett ved overflatebehandling med alginat. Såpe, kosmetikk og farmasøytiske produkter var andre aktuelle områder. Man sto ved begynnelsen til noe helt nytt, mente Gulbrand Lunde. Dersom man greide å fremstille et rent og fargeløst alginat til en pris vesentlig under den nåværende markedspris, ville et meget stort marked åpne seg, slo han fast. Som tidligere nevnt hadde amerikanske forretingsmenn allerede forespurt seg om kontakt med norske alginatprodusenter.

Et av de tekniske hovedproblemene var å framstille ren alginsyre. Produksjonsmetodene på 1920-tallet ga ikke høyere renhet enn ca. 80 prosent, dvs. at 20 % av alginatet ikke lot seg lett løse i vann. Dette skapte store problemer for anvendelsen. Så lenge alginsyren inneholdt uønskete algerester som ikke var vannløselige begrenset det anvendelsesmulighetene. Et av alginatets konkurransefortrinn er nettopp som fortykningsmiddel som kan løses i både kaldt og varmt vann. Etter som kravene til renhet økte fra næringsmiddelindustrien ble problemet stadig mer følbart.

Gulbrand Lunde mente at Norgine var et lite raffinert produkt og at man ikke burde sette i gang ny prøvedrift før Hermetikklaboratoriets undersøkelser over samtlige nyttige stoffer var avsluttet. Men så langt kom man ikke før krigen.

Lunde og medarbeiderne uteksperimenterte metoder for utvinning av alginsyre og mannitol. Men laboratoriet hadde ikke nødvendig utstyr for å prøve metodene i større skala, og det ble derfor innledet et samarbeid med fa. Nyegaard & Co, med økonomisk støtte fra Handelsdepartementet til kjøp av enkelte apparater. Forsøkene ble utført mot slutten av året i 1940, og var delvis vellykket. Riktignok var det visse problemer med å fremstille kjemisk ren alginsyre, noe som ble satt i sammenheng med at separatorsentrifugen til Nyegaard & Co ikke funksjonerte tilfredsstillende. Men utvinningen av mannitol gikk utmerket.

Nyegaard & Co ble allikevel ikke interessert i å sette i gang produksjon, men en ny interessent meldte seg, Lilleborg Fabrikker. I 1941 inngikk Lilleborg en avtale med Handelsdepartementet: Alle Hermetikklaboratoriets kunnskaper og metoder ble stilt til disposisjon for Lilleborg, mot at departementet fikk to prosent av alginat- og mannitolsalget i femten år.

Hermetikklaboratoriets forskning på området ble nå avsluttet, og fortsatte ved Lilleborg Fabrikker, Stavanger som også overtok en av ingeniørene fra laboratoriet, Emil Øy. Det var meningen at produksjonen ved Lilleborg skulle danne utgangspunkt for eksport når krigen var slutt. I mellomtiden var hensikten å bruke alginat som erstatningsstoff i produksjon av såpe og tilsvarende varer. Fabrikken i Stavanger hadde ledig kapasitet ettersom mye av dens tradisjonelle produksjon var stanset på grunn av råvaremangel, og man var derfor interessert i å begynne med noe nytt. Når det gjaldt anskaffelse av maskiner og hjelpestoffer til den nye produksjonen ville Industrikontoret i Handelsdepartementet gi den hjelp det kunne. Det synes altså som det var Lilleborg som hadde det beste utgangspunkt for alginatproduksjon under krigen.

At konkurrenter fikk statlig drahjelp må vel i dag betegnes å ha vært konkurransevridende. Dette kan ha vært et bidrag til Protan-eier Kierulfs senere skepsis overfor NITT. Videre må en merke seg at Lunde, som var en av Norges fremstående kjemikere, nå var blitt minister i Quislings regjering. For patrioten, offiseren og den aktive motstandsmannen Kierulf må det ha vært et ekstra irriterende moment.

Lilleborg stoppet sin produksjon få år etter krigen, da de aldri fikk skikk på renheten av alginatet. Ved siden av de tekniske problemene mente Lilleborgs ledelse at det sannsynligvis ikke var plass til to alginatbedrifter i Norge. Heller ikke var produksjonen så nødvendig for fabrikken ettersom den igjen fikk tilførsler av de råvarer den var blitt avskåret fra under krigen som kopra og linfrø, til produksjon av margarinråstoff og malerolje.

Til tross for at Øy hadde med seg metoder som var utviklet med statlig støtte ved Hermetikkindustriens laboratorium, gjorde Lilleborg den samme erfaring som andre: Det var ikke lett å utvikle en tilfredsstillende alginatprosess. Overgangen fra gode prosesser i laboratorieskala til effektiv industriell produksjon var stor.

Alginatvirksomheten hos Lilleborg var bare en liten og mindre viktig del innenfor et stort konsern og kunne derfor lett avvikles. Hos Protan var alginat selve eksistensgrunnlaget. Alginatentusiastene hos Lilleborg, laboratoriesjefen Emil Øy, hadde en relativt perifer posisjon. Hos Protan var entusiastene Haakon Kierulf, den ubestridte sjef og eier.

Protans andre fortrinn var at bedriften hadde satset store summer under krigen på forskning og utvikling av en praktisk metode og hadde lyktes. Det ga bedriften en avgjørende fordel fremfor andre som forsøkte seg på området.

8.4 Alginatforskningen ved Protan, nå FMC Biopolymer (Norge)

Dagens eneste norske alginatprodusent, FMC Biopolymer (Norge), startet i 1939 med noe helt annet og med helt annet navn. Den gang het det A/S Nyttechemi, var lokalisert i Moss og skulle lage redningsvester etter en ny metode for impregnere lerret med gummilatex. Da krigen kom ville ikke eieren, Haakon Kierulf, som også var marineoffiser, tjene penger på sjøfolks ulykker. Kierulf var en meget driftig gründer, som preget fabrikken med kontinuerlige utviklingsprosjekter. Han fant fram til andre produkter basert på impregnering, som arbeidsklær, regntøy, sykehuslerret, paraplystoff m.m. Men tilgangen på gummilatex i en verden i krig ble ganske snart et problem.

Inn i firmaet kom nå ingeniør Johannes Eugen Hansen. Han var blitt teknisk konsulent for selskapet, som nå het A/S Spesialimpregnering. Hansen var kjemiingeniør fra NTH (1925), og hadde lenge arbeidet med produksjon av drivremmer for industri. Herfra hadde han sannsynligvis sin erfaring med framstilling av latex, og visste at alginat ble brukt i framstillingen for å konsentrere latexmelken, og for å oppnå spesielle egenskaper. Dermed mente han det vel også være mulig å tilsette denne type tareekstrakt for å drøye latexen de

brukte til impregneringen.

Det store problemet før krigen hadde vært å fremstille et fullt vannopløselig alginat. Under krigen ble dette problemet mindre påtrengende, for det viste seg at et grovt og urensset alginat kunne brukes til en rekke surrogatprodukter. Det kom etter hvert grønnsåpeerstatning og såpeprodukter, impregneringsmiddel og fortykningsmiddel til marmelade.

Alginat fikk ikke noen stor betydning som tilsetningsstoff i latex, men behovet for surrogatprodukter bare økte oppfinnsomheten. I 1942 produserte Spesialimpregnering 350 tonn erstatningssåpe og 75 tonn alginatbasert "fyllmasse" til andre såpefabrikker. I 1942 ble tarevirksomheten skilt ut i nytt firma, **A/S Protan**. Navnet ble dannet av forstavelsene – i omvendt rekkefølge – av "tangprodukter".

Parallelt med Protans anstrengelser ledet altså kjemiingeniør Emil Øy forskningsarbeidet ved Lilleborg fabrikker. Øy hadde selv deltatt i HLs arbeid under Lunde før krigen, og skrev i 1943: "Vi regner med å måtte utbygge vår fabrikk til et millionanlegg etter krigen for å være konkurransedyktige overfor utlandet". Hva kunne så Protan stille opp med, mot Lilleborgs kompetanse fra Hermetikklaboratoriet og i tillegg støtte fra myndighetene? Grunnprinsippene i alginattekstrasjonen var kjent: Den bygde på arbeidet til E.C.C. Stanford fra århundret før, og på forbedringer fra franskmannen Le Gloahec fra 1930-tallet. Denne kunnskapen hadde begge laboratoriene, og nå ble det ikke så mye et forskningsrace, men å utvikle den praktisk kjemiske prosess teknologien i industriell skala.

Kierulf var nå fyr og flamme over alginat. Kierulf så ut over krigen. Alginat var et relativt nytt produkt som fant stadig nye anvendelser, og det ble framstilt av et råstoff som Norge hadde enorme mengder av. Dette stemte utmerket med troen på egne krefter som vokste seg sterke i Norge gjennom hele krigen. Nøkkelen til suksess var å finne en metode for å framstille rent alginat. Kierulf sørget for at firmaet bygget opp et forskningslaboratorium allerede fra 1943. Det ble ledet av nevnte kjemiingeniør Hansen, som skrev i et notat i januar 1943: "...Vi går nu inn for en mer intens forskning, spesielt med framstilling av rent natriumalginat for øye, [...] liksom vi nu også har påbegynt innredning av et spesielt forskningslaboratorium." Derved la firmaet selv grunnlaget for alginat som et utpreget kunnskapsdrevet produkt. Ingeniørene kastet seg uforferdet ut i praktiske forsøk. Hovedoppgaven var altså å framstille rent alginat. Hvorfor verken HL i samarbeid med Nyegaard & Co eller Lilleborg fabrikker klarte dette, er ennå ikke studert i detalj. Som antydning over kan det være at Lilleborg stolte på mer avansert apparatur, som var vrient å vedlikeholde under krigen, mens den kjemitekniske improvisasjonsevnen og stå-på-viljen hos Protan med den erfarne kjemiteknikeren Hansen, inspirert og støttet av Kierulf i spissen var større.

Kjemiingeniør Hansen var godt orientert om den internasjonale forskningen, og hadde et helt arkiv over den. Hansens inntreden var ikke bare medvirkende til at alginat dukket opp i firmaets og ikke minst Kierulfs horisont. Hansen synes også ha brakt med seg praktisk kjemiteknisk ekspertise, som framfor den rene kjemiske innsikt var det som til sist løste problemet med å framstille rent nok alginat.

Til alginatframstillingen ble det brukt fingertare. Alginatet de fremstilte inneholdt cellulosefibre og andre urenheter som ikke lot seg løse i vann. Derfor måtte produktet renses omhyggelig. Utfordringen var å få til denne rensingen, og det ble forsøkt en rekke metoder. Prinsippet var å fortynne alginatopløsningen med vann for så å rense denne væsken omhyggelig. Den ble kjørt gjennom en superjektorkam som var en form for separator. Ved siden av at avfallsstoffer ble sentrifugert vekk tilførte superjektoren luft, og når væsken deretter kom i klaretanker, tok luftbobler med seg urenheter til topps. Deretter ble væsken ytterligere rensset i store filtre.

Så fulgte fellingen der alginatet ble skilt ut og omdannet til alginsyre. Alginatløsningen ble tilsatt mineralsyre, og den vannløselige alginsyren ble felt ut. Alginsyren forelå nå i en grøtaktig form som ytterligere ble avvannet ved sentrifugering og pressing. Til slutt fulgte omsetningen med tilsats av soda og sprit der alginsyren ble omdannet til alginat for å kunne bli vannløselig og dermed praktisk anvendbar. Ved å bruke andre kjemikalier kunne man få ammoniumalginat, kaliumalginat osv. Det var altså en rekke prosesser som skulle gjennomføres og mange steder kunne det gå galt.

Det var kanskje ikke overraskende at nettopp laboratoriet ved Protan, en høstkveld i 1943, fikk fram meget ren alginsyre. Etter ytterligere noen måneders praktisk arbeid kunne fabrikklaboratoriet ved Protan meddele at de hadde kommet fram til "...et tørt natriumalginat som er fritt for kalsium og som i oppløsning er helt klart." De hadde klart overgangen fra den teoretiske kunnskapen til laboratorieskala. Etter flere års arbeid etablerte de en driftssikker prosess og mestret denne utfordringen som hadde knekt nær alle tidligere alginatprodusenter.

De løste etter hvert også problemet med å få alginatet rent hvitt, ved bleking med klordioksid. Et annet problem var at taren og/eller alginatet råtnet underveis i prosessen fra høsting til ferdig produkt. Dette ble løst ved å tilsette formaldehyd. Tilsatsen hadde den positive sideeffekten at den dannet kryssbindinger med tarens store innhold av uønskede polyfenoler. Denne konserveringsmetoden ble på 1990-tallet forlatt til fordel for syrekonservering, da små, men sterkt uønskede rester av formaldehydtilsatsen kunne bli med over i det ferdige produktet.

Utviklingsarbeidet – for dette var U'en i FoU (Forskning og Utvikling) – ble finansiert av det overskuddet Protan fikk ved salg av alginat som tilsats i krigsøkonomiens surrogatprodukter. I 1948 fortalte Kierulf at såpeproduksjonen under krigen hadde vært meget lønnsom, men at han – i tråd med opphøret av produksjonen av redningsvester – ikke ønsket å tjene penger på krigen. På den annen side ønsket han heller ikke å betale fortjenesten i skatter. Kierulf hadde samtidig en nær overraskende sterk tro på vitenskapen. Satsingen av store deler av overskuddet på forsknings- og utviklingsarbeid slo dermed to fluer i en smekk. Når alginat ble noe mer enn et surrogat, var det altså fordi Kierulf i stedet for bare å løse kortsiktige mangelproblemer, satte ressurser inn i forskning og utvikling og lyktes i å komme fram til et produkt som ikke bare kunne brukes til å erstatte andre, men hadde egne, iboende muligheter.

Laboratoriet som ble bygget opp under krigen, var en av hjørnesteinene i bedriften. Her ble fremstillingsmetodene forbedret, produktene kontrollert og ikke minst, nye anvendelsesmuligheter for alginat utforsket.

I 1950 arbeidet fem kjemikere, fire laboranter og en tanntekniker på laboratoriet.

Firmaet har skiftet navn og eiere flere ganger siden: Protan, Protan & Fagertun, Protan Biopolymer, fra 1993 Pronova Biopolymer AS, og fra 1999 eid av FMC Corporation under navnet FMC Biopolymer (Norge).

Annen norsk alginatproduksjon

Vi har fulgt Kreftings flere industrieventyr og om fa. Specialimpregnering som etter få år gjorde suksess som alginatprodusenten Protan da de i april 1941 fikk tillatelse til å gå igang med såpeproduksjon basert på alginat.

Mot slutten av samme år startet Lilleborg, og senere flere andre, drevet av krigsøkonomiens nasjonale behov. Lilleborg ville produsere både alginat, karragenan og mannitol, og hadde meget omfattende planer for anvendelsen. Men det eneste sikre er at de produserte tannpasta med alginat. Firma P. A. Hofset i Bergen laget grønnsåpeerstatninger og vaskemiddel av alginat og fremstilte dessuten mannitol. A/S Atlantic i Ålesund laget impregneringsmiddel og

såpeprodukter med alginat, og A/S Tangforedling i Stavanger fremstilte alginat vesentlig for industrielt bruk. Algea Produkter A/S i Kristiansund produserte alginat for såpe- og marmeladeindustrien, og også Jahres Kjemiske Fabrikker i Sandefjord hadde en kortvarig produksjon av alginater.

Hva skjedde så med alginatproduksjonen hos Lilleborg fabrikker? De var jo den bedriften som bortsett fra Protan var kommet lengst. I årene umiddelbart etter krigen produserte Lilleborg alginat i pulverform. Prosessen var imidlertid ikke tilfredsstillende. I 1947 var årsproduksjonen 30 tonn alginsyre, men det meste ble brukt til prøver og laboratorieforsøk. Planen var å produsere 100 til 150 tonn for salg når prosessen og dermed kvaliteten ble bedre, men det lyktes ikke, og sommeren 1949 nedla Lilleborg hele alginatvirksomheten. Ved siden av de tekniske problemene var alginat en liten del innenfor et stort konsern, og kunne derfor lett avikles.

De fleste av de små norske alginatprodusentene la ned produksjonen i årene etter krigen. Det var ikke lenger økonomisk marked for et lavkvalitets alginat for surrogatprodukter.

I 1969 kjøpte Protan opp den siste konkurrenten, Smit & Zoon i Bergen.

8.5 NITT og industriforskningen på alginat

Den første tiden – Protan trekker seg ut av NITTs styre

Etter krigen kom det fra flere hold oppfordring til myndighetene om å etablere en organisert, offentlig støttet tang- og tareforskning. Den driftige, unge adm.dir. Robert Major ved det nylig etablerte Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd (NTNF) tok utfordringen. I et framsynt notat av 13/6–49 tok han et samlende grep som ble linjen for mange tiår: ”...*Da tang- og tareforskning synes å falle mellom landbruk og fiskeri, kjemi og industri, skulle det vel være naturlig for at man fra første stund kan se denne forskning som en enhet at forskningen på dette område tas opp av Forskningsrådet.*” Dette var en uavsluttet nasjonal oppgave, og tiden var nå moden til å fortsette. I juni 1949 anmodet NTNFs Arbeidsutvalg ”...*et utvalg bestående av professorene Sørensen, Braarud og Printz samt disponert Kierulf å fremlegge et forslag om utbygning av tang- og tareforskning.*” Utvalget for tang- og tareforskningen holdt bare ett møte, og Braarud kunne 29. august sende utvalgets forslag til adm.dir. Major i NTNF slik at det forelå som planlagt til møtet i NTNFs arbeidsutvalg 12. september, som forberedte saken for rådet. Den korte tiden til å utforme forslaget skyldtes at tankene ikke var nye, og at det nettopp var etablert et tilsvarende institutt i Skottland.

NTNFs råd nølte heller ikke, og vedtok på sitt møte 24. oktober 1949 å etablere Norsk institutt for tang- og tareforskning (NITT).

På slutten av 1950-tallet begynte NITT å få sving på sin alginatforskning, og da Sørensen tok over som styreformann sommeren 1959 var dette et meget lovende forskningsfelt for instituttet. Norge hadde på den tid anslagsvis 10 % av verdensproduksjonen av alginat, med Protan som den helt dominerende norske produsenten. Men NITT hadde lite kontakt med Protan. Denne situasjonen har sin egen historie.

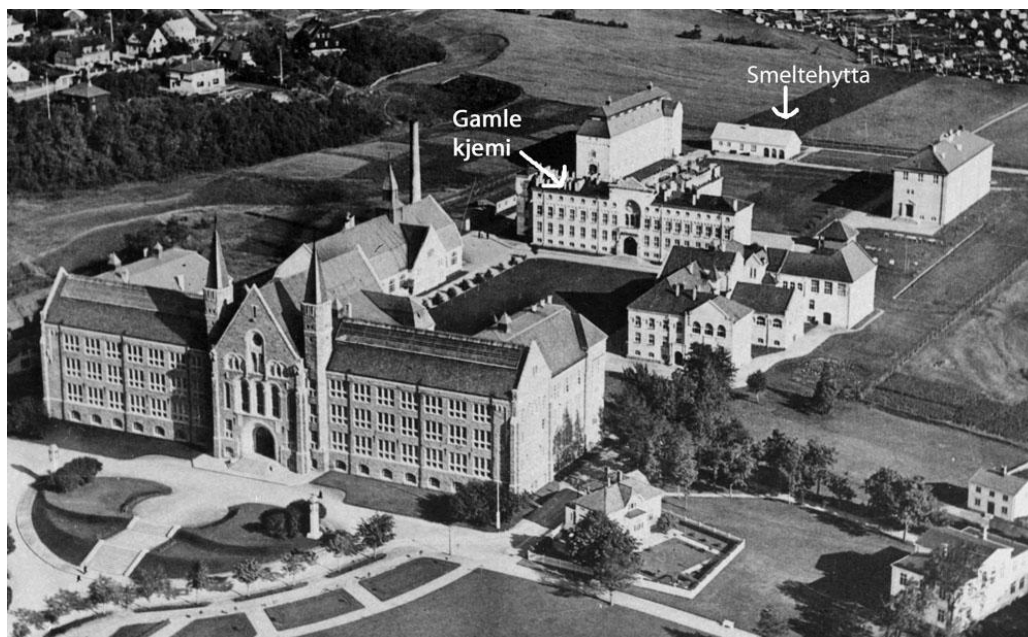


Fig. 8.1. Norges Tekniske Høgskole, Gløshaugen ca. 1933. NTNFs Norsk inst. for tang- og tareforskning holdt til i prof. Nils Andreas Sørensens laboratorier i "Gamle Kjemi" i årene 1950–1954, i "Smeltehytta" 1954–1958, i "Metallurgshedet" 1958–1962 og i Mellomblokk IV i kjemiblokkrekka siden 1962. I 1973 ble instituttet med alle ansatte overført til Universitetet i Trondheim, nå under navnet Institutt for marin biokjemi. I 1982 ble instituttet innlemmet i NTH, fusjonert med NTHs Inst. for teknisk biokjemi til Inst. for bioteknologi i 1986, og er nå et institutt ved NTNU. (Foto: Schrøderarkivet, Trøndelag Folkemuseum, FTTF.SCH.K.003709.01.)

Haakon Kierulf, disponent for og eier av alginatprodusenten Protan, var et av NITTs styremedlemmer fra starten. I kommentar til referatet fra styremøtet 29.–30. mai 1951 beklaget han seg over at NITT ikke tok hensyn til industriens ønsker, og at planleggingen av NITTs arbeid var for dårlig. Kierulf var over flere brevsider detaljert opptatt av forslaget til plassering av områdene satt opp ut fra et nasjonalt kartleggingssiktemål, men som Kierulf syntes å ville ha innrettet på Protans umiddelbare råstoffbehov. Han var også kritisk til for dårlig gjennomtenkte arbeidsplaner, for korte styremøter og derved for liten tid til å drøfte arbeidsplanene, og avsluttet med følgende salve: ". . . Som et resultat herav, tar Instituttets arbeide mer og mer karakter av dilettanteri og av å flyte ut i rene vitenskapelige undersøkelser." Et noe uventet utsagn fra en som selv hadde demonstrert stor interesse for forskning, i hvert fall i egen bedrift. Utsagnet kan også forklares ut fra hans temperament.

En slik beskrivelse forbauset NITTs styre, ledet av professor Trygve Braarud ved Universitetet i Oslo, og med professor i organisk kjemi ved NTH Nils Andreas Sørensen som våpenbror. Det ble Sørensen som svarte bare tre dager etterpå, åpenbart mektig irritert. Han mener at instituttet har tatt de nødvendige faglige hensyn i plasseringen av undersøkelsesstasjonene, og antar at ". . . industriens representanter ikke på noen måte mener at instituttets kjemiske avdeling skal ha karakteren av supplement til dens driftslaboratorier."

Til kritikken av styrets arbeidsform er Sørensen enig i at møtene hittil har vært for korte, og svarer saklig men innett at ". . . [da] jeg på grunn av mine embedsplikter og min ødelagte helbred hverken kan eller vil ligge på ustanselige Osloreiser tar jeg på meg ansvaret for dette og anbefaler industrien å finne frem en brukbar kandidat med tilstrekkelig tid til overs som kan erstatte meg som styremedlem. . . ."

At Sørensen eksplisitt stilte sin plass til rådighet, var vel et så sterkt uttrykk for irritasjonen over Kierulfs opptreden som vel mulig. Sørensens direkte tale må ha blitt for mye for Kierulf,

som også var kjent for sitt til tider nær koleriske gemytt, og 21. juni 1951 trakk han seg umiddelbart fra styret, og nektet samtidig andre ansatte ved Protan å påta seg styreverv ved NITT. Dermed opphørte for mange år fremover kontakten mellom NITT og den helt dominerende alginatprodusenten i Norge.

Det hører med til historien at Lilleborgs adm.dir. Aage Lund ble det nye medlem av styret for NITT etter Kierulf.

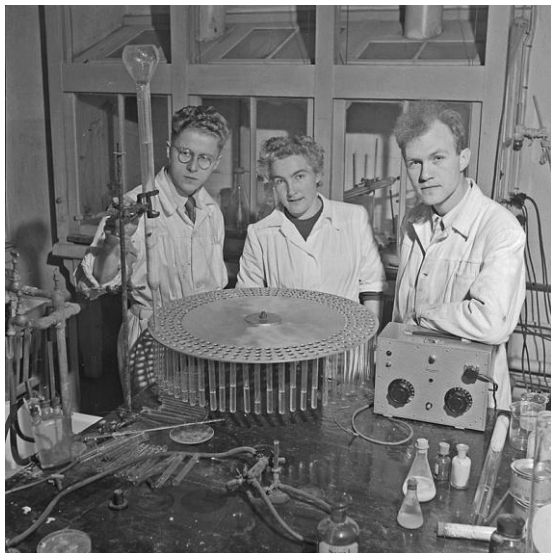


Fig. 8.2 a)–b). a) Ansatte ved NTNFs Norsk institutt for tang- og tareforskning, kjemisk avdeling. a) F.v. Forsker NN, laboratorietekniker Solveig Svendsen Hestmann, siv.ing. Arne Haug, november 1953, bak en nyinnkjøpt (?) fraksjonskollektor for å samle opp fraksjoner av separerte polysakkarider. b) Siv.ing. Bjørn A. Larsen, nov. 1962 ved cellen i et elektroforeseapparat for studier av ladete polysakkarider, som askofyllan i grisetang. (Foto: Schrøderarkivet, Trøndelag Folkemuseum. a) FTF.SCH.V.032051.02 og b) FTF.SCH.K2.011605.05)

Protans mulige konkurrent

Etter Kierulfs død i 1959 var det en viss tilnærming mellom Protan og NITT, men de klarte ennå ikke å etablere en varig tillitsfull tone. Protan så NITTs arbeid bl.a. med å utvikle og patentere nye prosesser for alginatproduksjon som en trussel mot sin virksomhet. Prosessene skulle kunne utnytte fersk stortare, som Protan verken drev innhøsting av eller hadde noen produksjonsprosess for. Protan meddeler NTNf sine bekymringer i et langt klagebrev første gang senhøsten året etter, i 1962. Der klager de blant annet over en artikkel i Aftenposten som gjengir et intervju med NITTs instituttstyrer Arne Haug. Haug tillegges i artikkelen uttalelser om nyvinninger som bruk av fersk stortare til alginatproduksjon, noe som ikke overraskende må ha gitt Protan akutt hikke. Kjernen i deres bekymring synes å være at NITTs metoder kan utkonkurrere deres egen produksjon, om NITTs nye prosesser skulle bli tilgjengelige omkostningsfritt for mulige konkurrenter. Etter Protans mening tåler ikke alginatmarkedet noen ekstra norsk produsent. Til slutt klager de også over at NITT tar opp de juridiske sidene ved rettighetene til tang og tare, noe de ser på som utidig retting av oppmerksomhet mot et forhold som ikke er noe problem for dem. De avslutter sine mishagsytringer med det noe hult klingende ”. . . vi håper at de motsetningsforhold som eksisterer kan løses og at Instituttet og Alginatindustrien kan innlede et fruktbringende samarbeide. Vi ser også gjerne at de spørsmål vi har reist blir besvart.”



Fig. 8.3 a)–b). Styret ved NITT, i fellesmøtet med instituttets forskere 5. januar 1959 i "Metallurgshedet", NTH.

a) F.v. sittende: Styremedlem disponent Haakon Torgersen, Algea Produkter, Kristiansund; styreformann prof. Trygve Braarud, UiO; marinbotaniker cand.real. Birger Grenager; siv.ing. Arne Jensen. Stående f.v.: Siv.ing. Sverre Myklestad; gjesteforsker/vikar Olle Karlstrøm; marinbotaniker dr.philos. Egil Baardseth; siv.ing. Arne Haug.

b) F.v.: siv.ing. Arne Jensen; styremedlem, prof. Nils Andreas Sørensen, NTH; styremedlem adm.dir. Lilleborg fabrikker dr.philos. Aage Lund; styremedlem prof. Johs. Høie, NLH; marinbotaniker dr.philos. Henrik Printz.

(Foto: Schrøderarkivet, Trøndelag Folkemuseum, FTTF.SCH.V.055984.05 og .03.)

Protans bekymring kan ikke sies å være direkte urimelig, selv om ytringsformen kanskje ble noe utagerende. Som de påpekte i klagen hadde de brukt store midler over lang tid til oppbyggingen av sin fabrikk med tilhørende relativt avanserte kjemitekniske kompetanse. De fryktet nok at hvis et annet firma mestret i et og samme grepet en rasjonell høsting av stortare og ekstraksjon av alginat fra denne i fersk tilstand, kunne deres dager som profitabel alginatprodusent være talte. De burde kanskje funnet en annen form for sine klager, men når en kjemper for sin eksistens kan følelsene lett ta overhånd og forstyrre den nøkterne refleksjon. Protans manglende kontakt over lang tid med både NITT og NTNF-systemet skapte vel heller ikke den rette grobunnen for en veloverveid og tålmodig dialog.

Sørensen fikk raskt kopi fra NTNF av Protans brev, og svarte fylldig 14 dager senere til adm.dir. Major i NTNF. Sørensen omtaler først fa. Ingv. Smørholm & Sønner på Nordmøre som på eget initiativ har eksperimentert med maskinell høsting av stortare. Sørensen erkjenner at Protan gjennom mange år har gjort forsøk med denne enorme ressursen for sin alginatproduksjon, uten å ha lykkes. Protan har så langt måttet basere sin alginatproduksjon på fingertare, som bare vokser i brenningssonen og må høstes ved arbeidskrevende håndskjæring.

Videre opplyste Sørensen at Smørholm, med finansiell støtte fra Distriktenes Utbyggingsfond, plasserte et oppdrag hos NITT for å vurdere utnyttelsen av stortare, noe NITT gjennomførte uten videre betenkeligheter. Sørensen anførte at utnyttelsen av fingertare hadde nådd et metningspunkt og at videre alginatproduksjon burde utnytte andre arter, og nevnte i tillegg til stortare også en mulig bedre utnyttelse av forekomstene av grisetang. Han påpekte at selv om all alginatproduksjon i Norge var basert på stortare, ville det belaste bare en forsvinnende liten del av forekomstene. Sørensen konkluderte derfor dette resonnementet med at ". . . i en sådan situasjon har NITT's styre enstemmig vært av den oppfatning at kjemisk avdeling av all kraft skulle søke å finne enkle metoder for industriell fremstilling av brukbare alginater også fra stortare."

Det hadde da også NITT lykkes med, noe som nok bare forsterket Protans bekymring. Og bekymringen ble vel ikke mindre ved at NITT hadde planer om å bygge – for offentlige

midler – ”. . . et pilot plant anlegg for alginsyreproduksjon fra fersk stortare, [...] for at NTNF i samråd med Industridepartementet–NITT kan ha den fulle råderett til metoden.” Sørensen viste her en eksplisitt aktiv holdning til industrireisning: ”. . . At NTNF’s institutter skal avholde seg fra å bedrive en forskning som kan tenkes å gi eldre produksjonsprosesser konkurranse står for meg – og jeg antar uten videre for resten av styret for NITT – som en uhyrlighet.” Selv om verdens alginatproduksjon det siste tiåret er tredoblet, påpeker Sørensen at Protan bare har doblet sin produksjon. Her er det altså potensial for større norsk deltakelse på verdensmarkedet. Når Protan synes mest opptatt av å bevare status quo, påpeker Sørensen at det er viktig å få frem beskyttede norske prosesser før den samme innsikten og teknologien blir funnet av internasjonale konkurrenter, og anvendt direkte mot norsk industri.

Protans harme over instituttbestyrer Haugs angivelige løsmunnethet i pressen tillegger Sørensen pressens arbeidsform, som synes å være slik da som nå?: ”. . . Ing. Haug forsøkte på vanlig måte å få avisen til evt. å skrive noe som var riktig, på slutten av intervjuet finner man spor av Haugs opplysninger, resten er typisk for pressens ignorans overfor korrigerende opplysninger.”

Hvorfor Protan kritiserer innsatsen for å få klarhet i retten til tang og tare, stiller Sørensen seg helt uforståelig til, og konkluderer den lange redegjørelsen til NTNF med følgende: ”. . . Jeg beklager å måtte meddele at jeg på bakgrunn av Protans brev av 9. ds. anser et samarbeide på styreplan i NITT mellom Protan og undertegnede for utelukket. Som jeg tidligere flere ganger har fremholdt for adm. direktør Robert Major, anser jeg det utvilsomt at et åpent og skvært samarbeide med Protan ville være av meget stor nytte for NITT, og jeg er på instituttets vegne utbeskjeden nok til å tro at Protan tillike burde ha adskillig nytte av NITT’s forskningsresultater. Etter det grunnsyn som preger Protans brev av 9. ds. anser jeg et fruktbringende samarbeide for umulig.”

I NITTs styremøte to måneder senere tas saken til etterretning, og styret anmodet formann Sørensen ”. . . om å ta personlig kontakt med A/S Protan med henblikk på å få motsetningene utjevnet, evt. på lengre sikt å få i stand et brukbart samarbeide.”

I NTNFs hovedkvarter følger adm.dir. Major nøye med, da saken er av stor prinsipiell betydning. Slik industrikritikk – selv hvor usaklig den kan synes – kan fange politisk interesse og reise kritiske spørsmål om NTNFs opptreden. Han formaner instituttet om å være forsiktige og ikke gjøre noe uoverveid. Haug svarte på denne henvendelsen allerede tre dager senere, og opplyste at i anledning personlig kontakt med Protans direktør Morten Hansen hadde Sørensen presisert sterkt ”. . . at han ønsket at dette skulle foregå på så uformell måte som mulig, nærmest i form av en privat samtale.” Dette synes å ha fungert, da Protan ikke lenge etter sender NITT et takkebrev etter et besøk i Trondheim. Protans direktør Hansen takker Sørensen og Haug så meget for ”. . . den vennlige måte dere mottok ingeniør Kristensen og undertegnede på ved vårt besøk på Instituttet i går. Det var meget interessant for oss å få en utredning om de arbeider som Instituttet holder på med, og vi vil gjerne få takke for all den tid dere begge tok for å gi oss en orientering.” Kristensen er tidligere student av Sørensen ved NTH på slutten av 1940-tallet og tok bl.a. ute en patent på framstilling av mannitol fra sukkertare sammen med Sørensen i 1951.

Når firmaet Ingv. Smørholm & Sønner i Vevang på Nordmøre noen få måneder senere søker om tillatelse til å benytte NITTs patenterte prosesser til en produksjon av 100 tonn alginat/år, kan en forstå Protans uro over sin posisjon i alginatmarkedet. Smørholm hadde arbeidet med planer om egen alginatproduksjon helt siden 1960, noe Protan høyst sannsynlig kjente til. Smørholm var en potensiell konkurrent Protan helst vil slippe. Det siste året hadde Smørholm også inngått en intensjonsavtale med næringsmiddelfirmaet Collett i Oslo om prøveproduksjon av alginat fra stortare.

Bare noen få måneder senere, i oktober 1963, gjentar Protan sine bekymringer og protesterer mot NITTs fortsatte kjemitekniske forsøk med alginatekstraksjon fra fersk stortare. På tilfeldigvis samme dato sender NITT ved styreformann Sørensen et brev til Bryn & Aarflot Patentkontor med komplettering av tidligere oversendt patentkrav vedrørende ”*Fremgangsmåte ved ekstraksjon av alginater*”. Dette var vel heller ikke egnet til å berolige Protan.

Sørensen og flere av NITTs forskere må nå bruke mye tid og energi på denne saken. Under NTHs Industridagene i Trondheim høsten 1963 møter Sørensen både NTNFs adm.dir. Major og industridirektør Slåtto, som Protan også har kontaktet med sine klager. Sørensen benytter sjansen til å påvise det han mente var bevisste uriktigheter i Protans klagebrev, og skriver videre i et brev til NITT-styrets medlemmer om dette møtet: ”. . . *Jeg meddelte Major og Slåtto at jeg bare hadde valgt disse linjer for å gi et eksempel på den helt uetterrettelige og positivt uriktige referering A/S Protan benytter seg av, og tilføyet at etter min mening bør henvendelser på det plan forbli ubesvart.*”

Det kan kanskje for Styret synes hardt at jeg foreslår at en så omfattende, så ensidig negativ og på en serie punkter uholdbare kritikk som naturligvis av NITT's ansatte betraktes som bortimot opprørende ikke skal punkt for punkt tilbakevises: Min oppfatning er at vi har viktigere ting å bruke tiden til, dernest at om vi noensinde skal komme frem til et fornuftig samarbeide med Protan så kan vi ikke begynne med å imøtegå en sådan salve kverulanser.”

Sørensen foreslår derfor for styret at NTNf inntar en tøff tone i svaret på Protans gjentatte klager over NITTs atferd: ”*Da P.M. fra A/S Protan av 15. oktober 1963 på flere og viktige punkter inneholder grovt uetterrettelig saksframstilling og positivt uriktig referering, finner NITT at P.M. ikke fortjener å besvares. Da det i henhold til Norsk Lov består plikt til å varsle at båndopptaker blir nyttet ved telefonkonferanser og møter, finner NITT å måtte si ifra at instituttet ved fremtidige møter med A/S Protan på bakgrunn av det forefalne ser seg nødt til å anvende båndopptak.”*

Styremedlem og Lilleborgdirektør Aage Lund er enig i innholdet, men bemerker at han ”. . . *som sedvanlig er uenig i din krasse uttryksmåte. Svaviter in modo. Fortiter in re.*“

Lund foreslår å gi svaret en noe mildere form: ”. . . *En kritikk av den art som inneholdes i Protans memorandum av 15.10.1963 er Norsk Institutt for Tang- og Tareforskning ikke de rette til å imøtegå. Som Instituttet ser det, er der såvidt store forskjeller mellom Protan og Instituttet's oppfatninger, delvis på grunn av misforståelser og uriktige referater, men også basert på forskjellig grunnsyn angående forskningen, at det synes formålsløst for NITT å uttale seg om memorandumet.”*

Dette forslaget får styrets tilslutning, hvor Sørensen viser at også han har sans for det diplomatiske: ”. . . *Styret er således enig i alle realiteter og flertallet ikler dette direktør Lunds smukke form.*”

Men Protan er ikke fornøyd med NTNFs håndtering av saken, og tre måneder senere er de igjen på offensiven, og skriver til NTNf at de nå vil ”. . . *ta saken opp på en helt annen måte.*” De henvender seg til Industridepartementet, til Norges Industriforbund og Norges Eksportråd, og til NTNf via en juridisk rådgiver. Videre ber Protans direktør Morten Hansen om en samtale med statsråd Trasti, men statsråden overlater saken til sin departementsråd.

Sørensen adresserer nå saken i mer utvetydige ordelag overfor NITTs styremedlemmer: ”. . . *Kjernen i alle Protans klager, som klart lyser gjennom all røk og alle multifrontattakk, er at Protan hevder at det ikke er plass for noen ny alginatprodusent i Norge. I overensstemmelse hermed er firmaets påstand at NITT ikke skal arbeide over alginatprosesser men over alginatanvendelser. Det er ganske klart at om Protans oppfatning var riktig måtte det ha den*

mest markante tilbakevirkning på NITT's arbeidsprogram.”

En kan her undre seg over hvilke overlegninger NTNf sentralt gjorde. Det vil føre for langt å gå inn på hvilke etablerte retningslinjer NTNf fulgte – om noen – når flere norske industrier samtidig kunne ønske å nytte patenterte prosesser fra NTNf-finansiert forskning. Det kan ikke ha vært første gang spørsmålet dukket opp, snart 20 år etter NTNfs etablering?

Det gikk nå enda et år. I styremøtet mai 1965 brakte formannen ” . . . først opp spørsmålet om når NTNf kunne tenkes å avgjøre Collett – Smørholm saken. Det var klart at arbeidsutvalget [i NTNf] fortsatt hadde vanskeligheter med å få saken avgjort.”

Firmaene Collett og Smørholm hadde etablert samarbeid om prøveproduksjon av alginat fra fersk stortare. NITTs styre hadde året før anbefalt overfor NTNf at disse firmaene i samarbeid fikk nytte NITTs patenterte prosesser. De ventet også på NTNfs avgjørelse.

Denne potensielle industrielle utnyttelsen av NITTs patenter var klart den største næringsrelaterte enkeltbegivenhet for NITT i løpet av dets virketid. Produksjonen av tangmel var og ble, all innsats ved NITT til tross, en lavteknologisk, råvareproduserende virksomhet som aldri kunne nå opp i den verdiskapingen og valutainntekten som den høyteknologiske alginatproduksjonen med sin eksportandel på over 90 % kunne vise til. Ved etablering av en ny alginatfabrikk basert på NITTs prosesser og på maskinelt høstet stortare, en hittil ikke utnyttet stor nasjonal ressurs, kunne NITT fått se sin langvarige forskning omsatt i mulig høyt profilert samfunnsnytte. Både NITT og NTNf kunne innkassert både økonomisk og ikke minst forskningspolitisk gevinst for innsatsen over snart 15 år. Svaret fra NTNf med eventuell godkjennelse drøyde imidlertid, lenge. Hadde NTNf is i magen omsatt i nøktern vurdering av det enkelte firmas industrielle levedyktighet ut fra finansiell styrke og kompetanse, eller var det bare byråkratisk sommel?

NITTs styre var ikke mer bekymret enn at det på møtet i mai 1965 vedtok at ” . . . arbeidet med teknisk alginatfremstilling må fortsette til et mer naturlig endepunkt.” I dette styremøtet ble medlemmene også meddelt mandat og sammensetning av det utvalget som skulle behandle instituttets framtid, den neste store saken for NITT og styreleder Sørensen på 1960-tallet.

Samtidig hadde NITT vært gjennom en langvarig omstillingsprosess, som endte med at den rene tang- og tareforskningen ble forlatt, men polymerforskningen – herunder alginat – fortsatte. Som nye oppgaver ble tatt inn det biokjemiske grunnlaget for primærproduksjonen i havet, og navnet endret til Inst. for marin biokjemi. Som ledd i omstillingen ble det høsten 1967 oppnevnt et nytt styre, og nå fikk igjen Protan en representant med i styret, for første gang siden 1951.

Når Sørensen innkalte til møte for det nye NITT-styret i desember 1967 hadde de Protans henvendelse til behandling. Samme styremøte konkluderte med at fa. Smørholm ikke egnet seg til å få nytte NITTs patenter da ” . . . de alene ikke kunne ansees å være i besiddelse av den kapital og de ressurser som vanligvis ble forlangt.”

NITT og NTNf trengte nå å forholde seg til bare to produsenter om hvem som skulle få innsyn i NITTs prosesskunnskap; A/S Protan i Drammen og A. Smit & Zoon i Bergen.

Det skulle gå enda et halvår før det hele var endelig avklart, da saken også måtte behandles av NTNfs sentrale organer. I brev av 6. mai 1968 til NITT sluttet NTNfs arbeidsutvalg seg til forslaget fra NITTs styre. Samlerapporten om ekstraksjon av alginat fra fersk stortare skulle gå først til Protan, som fikk 2–3 måneder på seg til å svare om de var interessert. Det var de, og nå skulle de praktiske betingelsene drøftes. Men NITT var nå i full gang med den interne

drøftingen av omleggingen av arbeidsoppgavene. Neste styremøte ble holdt først i februar 1969.

Noen få måneder senere fikk NITT rede på at Protan var i ferd med å overta hele Smit & Zoon. Protan ble nå eneste norske alginatprodusent, og salg av rettigheter til dem ville ikke bety konkurransevridning på det norske markedet.

Protan utviklet både maskinell høsting av stortare til å bli sin viktigste råvarekilde, og bygde etter hvert hele sin alginatproduksjon på fersk stortare.

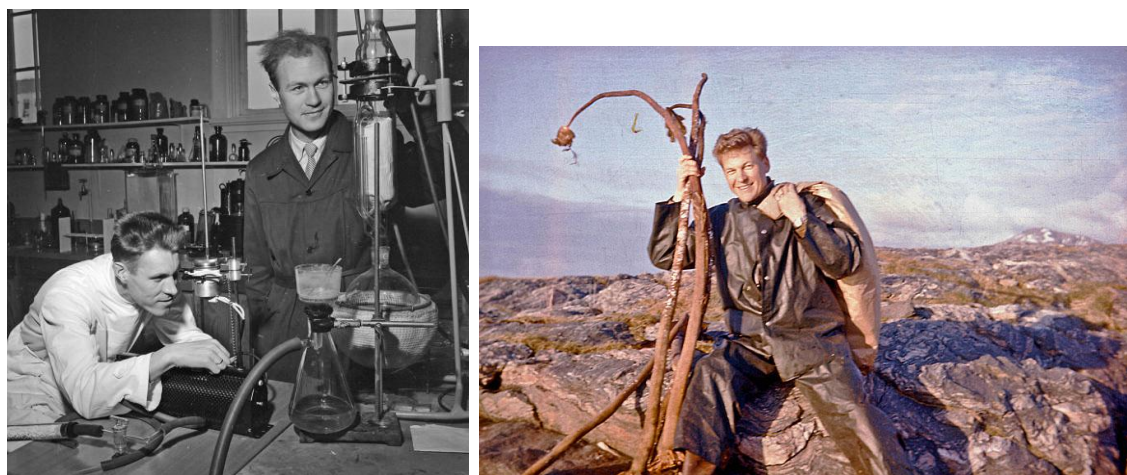


Fig. 8.4 a)–b. a) NITT nov. 1957. F.v. kjemiing. Arne Jensen og kjemiing. Arne Haug. (Foto: Schrøderarkivet, Trøndelag Folkemuseum (FTTF.SCH.V.049941.01)
b) Siv.ing. Olav Smidsrød med et innsamlet knippe stortarestilker drevet i land, sannsynligvis ettersommeren 1960 på Trøndelagskysten. (Foto: Sverre Myklestad.)

Trekk ved industrirettet alginatforskning i Trondheim

Primærstruktur, ioneaffinitet, fysikalske egenskaper som løselighet, viskositet og gelstyrke, sammenhengen mellom kjemisk primærstruktur og fysikalske egenskaper, nmr for raskere sekvensbeskrivelse og alginatets biosyntese, er noen stikkord fra de snart 60 årene som forskere i Trondheim har arbeidet med alginater. Norsk institutt for tang- og tareforskning startet i 1950 som et slags bransjeinstitutt, men samarbeidet med den norske alginatindustrien (dvs. den ene dominerende fabrikken) fant ikke noen god form før rundt 1980. I en periode over 25 år kunne instituttets 4–5 alginatforskere og utenlandske gjesteforskere altså ”uforstyrret” etablere et solid kunnskapsfundament. Kan det forstås som et paradoks at denne fruktbare alginatforskningen skjedde uten kontakt med industrien, eller var det nettopp fordi de ikke hadde den jevne industrikontakten de kunne gjennomføre et så solid grunnforskningsarbeid? Hadde det vært en mer kontinuerlig kontakt mellom utålmodige industrifolk og NITTs forskere, kan en spekulere i om forskningsoppgavene ville blitt mer kortsiktige og hatt mer praktisk utviklingspreg. Forskerne ville dermed ikke kunnet arbeide så langsiktig som enkelte av oppgavene skulle vise seg å kreve. På grunn av Kierulfs uttreden fra NITTs styre og opphør av nær all kontakt slapp NITT-forskerne nå å måtte svare på små og store spørsmål fra industrien, og fikk ro til mer langsiktig å forfølge de grunnleggende problemstillingene rundt alginatets kjemiske sammensetning og fysikalske egenskaper.

For oppfatningen av ”langsiktig” kan en se på årstallene for publisering av resultater langs de tematiske linjene oppført i tabell 7.1. Her ser en at det tok ca. 10 år å komme fram til de moderne, enkle og for industrien uhyre praktiske analyse av den komplekse alginatpolymeren med nmr-metoden. Selv med en Kierulfsk entusiasme for forsknings- og utviklingsarbeid,

ville nok en slikt tidshorisont vært en prøvelse for industrielt tålmod.

Da et godt samarbeid omsider kom i gang kunne den norske alginatindustrien støtte seg til et bunnsolid kunnskapsfundament, nettopp på en tid da bioteknologien og dens krav til molekylære forklaringsmekanismer banket på døra til alginatbransjen.

Et direkte lykketreff – annerledes kan det vel neppe uttrykkes – var at alginat viste seg som den perfekte biopolymer; passe kompleks, men ikke verre enn at grunnleggende problemer kunne løses, og med interessante og nyttige egenskaper for stadig nye og mer avanserte industrielle anvendelser.

Siktemålet med alginatforskningen var allerede fra starten å utnytte norske naturressurser bedre – en bestilling fra samfunnet fra den første etterkrigstid. Denne målrettede oppgaven preget det kjemiske arbeidet i alle de følgende årene, og førte til flere grunnforskningstriumfer. Dette utfordrer den ofte uttrykte troen på at målrettet forskning er en slags korrumpert av "fri" grunnforskning. Alginatforskerne synes å ha oppfattet den målrettede oppgaven som en retningsgivende rammebetingelse, på samme måte som en kunstnerisk oppgave innenfor en klar ramme ofte bidrar til å stimulere kreativiteten.

En av forskerne laget i 1995 [en beretning om sine erfaringer](#) med den norske alginatindustrien.

På 1980-tallet var det kommet nye krefter inn i ledelsen, både ved Protan og NITT, som nå var blitt universitetsinstitutt under navnet Inst. for marin biokjemi.

Drivkraften i det fornyete samarbeidet var forskningen på nye høyrensete spesialkvaliteter av alginater som instituttet i Trondheim var alene om i verden, både i å lage og å forstå egenskapene til. På denne tiden var bioteknologien i rask utvikling, og her kunne instituttets alginatexpertise opparbeidet gjennom mange år komme til nytte. Alginatforskerne i Trondheim har de siste 30 årene gjennomført mange og store samarbeidsprosjekter med alginatindustrien.

8.6 Litteratur og lenker

Fremstillingen bygger på

K.V.E. (1919). "Axel Krefting 60 aar." *Teknisk Ukeblad* **8**: 101–102.

Booth, E. (1977). "History of the Seaweed Industry. 1. Alginate Industry." *Chemistry & Industry* (13): 528–534.

Johannessen, F. E. (1989). *Ingen grenser. Protans historie 1939–1989*. Protan, Drammen/Lillehammer, Thorsrud as.

Aasland, T. og F. E. Johannessen (1997). *Utfordringen fra havet: om utnyttelse av norske tang- og tareressurser*. Drammen, Didakta norsk forlag.

Indergaard, M. (2009). Nils Andreas Sørensen og Norsk institutt for tang- og tareforskning. I: *"Proffen" Nils Andreas Sørensen. En minnebok*. (K. Motzfeldt, S. Liaaen Jensen and T. Anthonsen, red.). Trondheim, Fakultet for naturvitenskap og teknologi, NTNU: 133–190.

Lenken i teksten

<http://www.ntnu.no/info/nthbok/152-161smidsroed.html>

Kap. 9: Dyrking av tang og tare

9.1 Historisk

Ikke uventet stammer de første nedtegnelser om dyrking av tang og tare fra det Fjerne Østen. Allerede i Song-dynastiets tid (960–1279 A.D.) ble det langs kysten av Kina satt ut steiner i grunne farvann for å utvide vekstarealet for de ettertraktede rødalgene. Naturlig forekommende algesporer i sjøen fester seg på dette vekstgrunnlaget og fullfører normal livssyklus.

På 1600-tallet startet dyrking av arter av rødalgen fjærehinne (*Porphyra* sp.) i Japan, ved at treknipper ble satt ned i bløtbunn for å utvide vekstarealet, på samme måte som steinene i Kina.

To typer tare var allerede på 1920-tallet innført til Kina fra Korea og Japan. Vekstarealet ble også her etter hvert utvidet ved å sette ut stokker, steiner, betongblokker eller ved å sprengre klipper og skjær.

Det var først ved innføringen av den nye teknikken med å dyrke taren på reip i sjøen at produksjonen økte. De første vellykkete forsøkene fant sted i Kina i 1952. Da ble reip med påslåtte sporer knyttet sammen til forankrete flåter rett utenfor strandsonen, et areal de tidligere ikke hadde kunnet utnytte. Produksjonen ble ca. 10 tonn ferskvekt.

Denne dyrketeknikken bidro til en fenomenal vekst i produksjonen av japantare, og er ennå den helt dominerende metoden i den kinesiske tareproduksjonen. Da den ble introdusert var de fleste taredyrkerne lite imponert, og foretrakk de tradisjonelle metodene med utsetting av steiner på sjøbunnen. Dette begrenset selvsagt kystarealet de kunne dyrke på. Det var først mot midten av 1950-tallet at produksjonen på reipstrukturer virkelig tok av, og siden 1958 har den tradisjonelle metoden forsvunnet raskt og er nå helt ubetydelig. I 1958 produserte kineserne 5300 tonn på reipstrukturene, mot 1000 tonn ved høsting fra utplasserte steiner.

Tabell 9.1. FAO-statistikk for 2008 for artene som står for de fem største produksjonsvolumene. Kombu, nori og wakame er grønnsaker i Det fjerne Østen, de to nederste nyttes til ekstraksjon av industrielle fortykningsmidler som polysakkaridene karragenan og agar.

<i>Produkt (slekt/art)</i>	<i>Algeferskvekt (tonn)</i>	<i>Verdi (mill. US\$)</i>
kombu (<i>Laminaria</i> sp.)	4 750 000	2835
nori (<i>Porphyra</i> sp.)	560 000	950
wakame (<i>Undaria</i> sp.)	1 760 000	750
karragenan (<i>Eucheuma/Kappaphycus</i> sp.)	2 000 000	300
agar (<i>Gracilaria</i> sp.)	100 000 (usikker)	50

Livshistorie for den andre arten, rødalgen fjærehinne (*Porphyra* sp.), som hadde vært dyrket i flere hundre år, ble først kjent så sent som etter andre verdenskrig. Detaljene ble klarlagt av alle steder i et laboratorium i Manchester, England. (Se nærmere nedenfor.)

På 1990-tallet økte produksjonen av tang og tare fra dyrking årlig med ca. 16 %.

Siden 1950-tallet er omtrent 100 arter prøvd dyrket, og i dag dyrkes kommersielt omtrent et dusin arter. Storskala dyrking foregår i Det fjerne Østen, Indonesia, langs kystene rundt det Indiske hav, samt Chile.

9.2 En gryende marinagronomi

Dyrking av makroalger i stor skala er til nå drevet kommersielt bare i det Fjerne Østen. En begynnende kommersiell virksomhet i Vesten har ført til småskalaproduksjon – enkelte anlegg bare av kortere varighet – i Frankrike, på Isle of Man og ved Canadas øst- og vestkyst. Skillet mellom dyrking i Østen og Vesten kan relateres til kultur, historie og ikke minst prisen på manuell arbeidskraft.

Utnyttelsen av enkelte arter store alger som grønnsaker og krydder er det økonomiske grunnlaget for denne produksjonen. Dyrkingsteknikkene er fra teknisk enkle til avanserte, men de er ennå alle ganske arbeidsintensive. Planteproduksjonen er dominert av vekst på fast underlag, hovedsakelig reip og nett i grunne kystfarvann.

For dyrking i Vesten er de store tareartene mest aktuelle: Fingertare både som grønnsak og alginatråstoff, sukkertare som grønnsak og for sitt innhold av lett fermenterbare karbohydrater, butare som grønnsaker eller som råstoff til fermentering for å produsere organiske basiskjemikalier. Videre er de naturlig forekommende rødalgene krusflik og svartkluft interessante pga. sitt innhold av spesielle karragenankvaliteter. En eventuell dyrking for produksjon av høykvalitets agar vil bli langt mer krevende. Artene som i Norge egner seg kan være rødalgene agaralge og sjøris. De kan være mulige kandidater for en eventuell intensiv dyrking i sammenheng med utnyttelse av spillvarme og overskudd av næringssalter. Hovedproblemet for disse to er langsom vekst, slik at de bør genetisk foredles før de kan være interessante for kommersiell dyrking.

Utviklingsarbeidet i Vesten har hittil lagt vekt på å forenkle dyrketeknikkene og forbedre prosessene for behandling av råstoffet, framfor den mer omstendelige genetiske foredlingen av plantene.

Ved dyrking kan en lettere produsere de mest ettertraktede artene. Produksjonen kan styres bedre og produktiviteten og innholdet av ønskete forbindelser optimaliseres, akkurat som i landbruket. Det er derfor rimelig å kalle dyrking av store marine alger for marinagronomi.

Mulighetene for å skape lønnsom drift ved dyrking av store alger ligger enten i å satse på begrenset produksjon av spesialiserte høykostprodukter, eller rimelig massekultur til f.eks. organiske basiskjemikalier som organiske syrer eller biogass ved omdanning av biomassen.

Det er flere innfallsvinkler for en storskala dyrking tilpasset Vestens økonomiske system: Forbedring av dyrkings- og høstingsmetodene fra arbeidsintensive til mer kapitalintensive; forbedring av plantematerialet til å bli enda bedre egnet som råstoff for eksisterende utnyttelse; en forbedring av fermenteringsteknologien til å mer og bedre utbytte av eksisterende plantemateriale; finne måter å kunne utnytte hele plantematerialet og ikke bare enkelte komponenter (flerformålsanvendelse). Den beste løsning vil være en kombinasjon, men ennå gjenstår mye arbeid før den kan realiseres.

I Østen er dyrking av tang og tare blitt en rutinemessig operasjon tilpasset den aktuelle art og dens vekstmiljø. Faktorene som er håndtert for å få til vellykket produksjon inkluderer morfologi (plantens form), livssyklus, sjøtemperaturens variasjon gjennom vekstsesongen, lystilgangen på de ulike sjødyb, næringstilgang og vannbevegelsene.

Marinagronomi har noen trekk som skiller det fra tradisjonell planteproduksjon på land:

- Plantene tar til seg vann og næringssalter over hele plantekroppen (thallus). Plantene har ingen vesentlig differensiering i rot, stilk og blad.
- Lyset må gjøres tilgjengelig, dvs. plantene må ikke plasseres for dypt.
- Småplanter må kunne flyttes i sjøen til egnede vekstområder. Det henger sammen med tilpasning til artens livssyklus.
- Plantene må under veksten være forankret til et solid underlag. (Svært få arter har frittflytende levesett.)
- Gjødsling i åpen sjø er vanskelig. Det kan løses ved ”slow-release” gjødsel fra porøse beholdere eller ved intervall-spraying med høye konsentrasjoner av oppløste nitrat- og fosfatløsninger.

9.3 Dyrkingsmetoder

Forskjellige arter krever ulike dyrkingsteknikker. En måte å vurdere teknikkene er ut fra artenes størrelse, vokseform og hvor mye håndtering de tåler. Her skilles mellom de artene som kan formeres vegetativt (se nedenfor) og de artene som krever hensyntagen til hele sin ofte kompliserte livssyklus. Noen få arter har også egne vokseformer som vokser naturlig løstliggende når de lokale forholdene tilsier det. (Arter som kan formeres vegetativt har også en kjønnert livssyklus, men den tåler altså den vegetative ”snarveien”.) (Se fig. 1.11.)

Dyrkingsmetoder for arter med vegetativ formering

Ved vegetativ formering brytes biter av den voksne planten og settes ut som småplanter (”settepoteter”). Når plantene har vokst ut kan de høstes ved at en fjerner hele eller deler av planten, og en liten del settes ut til start av neste avling. Det krever mye håndarbeid, men sparer også mange hensyn til omsorgsfull håndtering av ulike faser i en komplisert livssyklus.

Den første storskala dyrking av denne type alger var dyrkingen av arter i rødalgeslekten *Eucheuma* for ekstraksjon av fortykningsmiddelet karragenan. Den startet på Filippinene tidlig på 1970-tallet, og er nå etablert bl.a. i Indonesia og naboland.

I grunne områder er det flere metoder å feste plantene for oppveksten. (Fig. 9.1)

Plantene festes til liner som igjen festes til påler stukket ned i langgrunne områder med mykbunn. Vanddypet må være ½–1 meter ved lavvann og ikke mer enn 2–3 meter ved høyvann. Linene danner standard firkantede arealenheter. Setteplantene veier 50–100 gram, plasseres med 25–30 cm mellomrom og høstes etter ca. 45 dager når de veier inntil 1 kg. De plantene som vokser best velges ut som setteplanter for neste avling. Slik drives et effektivt, naturlig planteforedlingsarbeid.

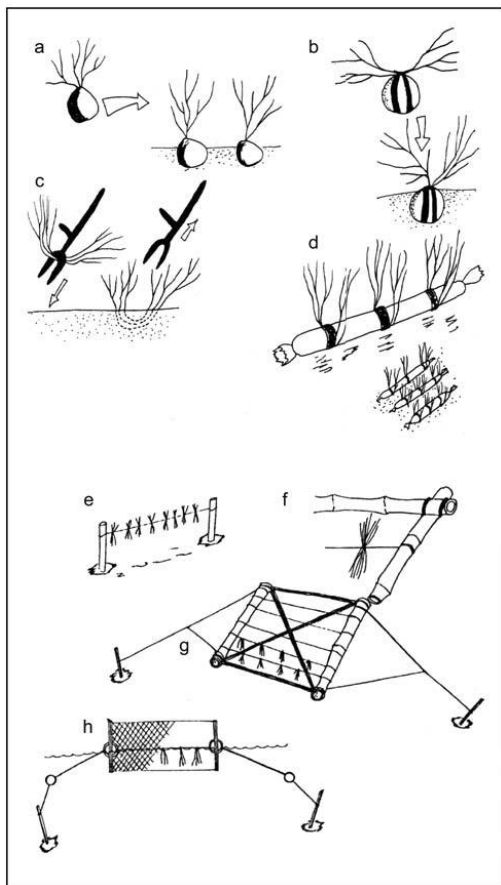


Fig. 8.1. Måter å transplanterere/forankre vegetativt voksende planter: a) steiner med fastsittende planter transplanteres til nytt voksested; b) planter festet med gummistrikk til småsteiner for å forankre dem i sandbunn; c) dyttet ned i sandbunnen med en tregaffel; d) holdes på plass på sandbunnen med sandpølser laget av plastposer; e) festet til reip som henges mellom påler; f–g) festet til reip som henger fra forankrete bambusflåter; h) festet på flytende nett forankret i bunnen.

Suspensjonskulturer, for både vegetativ og annen formering

Med suspensjonskultur menes dyrking av arter som kan vokse frittflytende.

Tanker

Dyrking i tanker plassert på land er en teknisk avansert og kapitalintensiv dyrkingsform. Den passer alle former for løstliggende eller frittflytende alger. Metoden benyttes mest til agar- og karragenanholdige rødalger, men er også benyttet for grønnalger som raskt kan ta opp store mengder næringssalter.

Størst økonomisk interesse knytter det seg til dyrkingen av enkelte rødalger i stor skala i Canada og Normandie. Eksempler er dyrkingen av rødalgen krusflik for spesielle karragenankvaliteter. Slike vegetativt voksende makroalger gir kontinuerlig vekst og produksjon. Dyrkingen skjer i suspensjonskultur i et landbasert anlegg som kan dekke flere tusen kvadratmeter. Produksjonen av rødalgen pollris har i optimalt tilpassete tanksystemer nådd 50 kg ferskvekt/m²/år.

Sjøvannet sirkuleres ved skovler, pumper, kompressluft, vannjet eller liknende, og næring tilsettes etter behov. Sirkulasjonen sørger både for at plantene holdes fordelt over hele vannmassen, noe som gir best mulig lystilgang, hindrer at de klumper seg sammen og gir dem optimal tilgang på CO₂ og næringssalter. I et slikt system hvor en har full kontroll med vannmassene kan gjødslingen lett styres. CO₂-innblandingen økes med omrøringen og regulerer vannets surhetsgrad (pH), eller CO₂ kan tilsettes enkelt ved bruk av kompressorluft med økt CO₂-innhold. Trykkluft bidrar samtidig til omrøringen. Den raske vannbevegelsen

antas å redusere beiting og begroing fra uønskete organismer. Systemet tillater optimalisering av forholdet veksthastighet/utbytte og er kanskje det dyrkingssystem som gir best produktivitet, men som samtidig har de største etablerings- og driftskostnadene. Det er bl.a. nødvendig å rengjøre tankene regelmessig.

Detaljer ved anleggene er industrihemmeligheter pga. relativt store investeringer.

Dammer

En fordel med dyrking i store utendørs dammer er de lave driftskostnadene. Dammen kan driftes uten særlig teknisk støtteapparat. Vannskiftningen kan skje ved hjelp av tidevannet. Produktiviteten blir noe lav da vannsirkulasjonen er begrenset. I Taiwan dyrkes f.eks. en art av rødalgen pollris (*Gracilaria* sp.) frittflytende i reke-/fiskedammer, altså i en type polykultur hvor avføring fra dyrene blir næringssalter til vekst av algene. Slike systemer er sårbare for utbrudd av uønskete påvekstalger.

Dyrking av arter gjennom full livssyklus

For de fleste arter må en (ennå) gjennomføre artens hele livssyklus.

Langline-systemer

Som nevnt utviklet kineserne tidlig på 1950-tallet en metode for dyrking av tare på reip. I 2008 produserte de nesten 5 millioner tonn ferskvækt, hovedsakelig av japtantare.



Fig. 9.1. Høsting av japtantare dyrket på reip. Kina, 1983. (Foto: Mentz Indergaard.)



Fig. 9.2. Høsting og transport av dyrket japantare, Kina 1983. (Foto: Mentz Indergaard.)

Produksjonen starter med utsåing av sporer som slår seg ned på reip. Dette foregår i avkjølte tanker på land. På den måten kan de dyrke plantene lenger sør enn deres naturlige grense for toleranse for høye sommertemperaturer i sjøen, og metoden resulterer i to års normal vekst på bare ett år.

De små reipene med småplanter kuttes i små biter og tvinnes inn i kordellene på de tykkere dyrkingsreipene. I næringsfattige kystfarvann utenfor Kina må plantene gjødsles. De enkle, rette flåtene har gitt best utnyttelse av nærings saltene, og gir 3,5–4 kg ferske alger pr. kg gjødseltilsetning. Kunstig gjødsling kan f.eks. foregå ved langsom utvasking fra porøse leirbeholdere fylt med faste nærings salter. Dette er nå imidlertid forlatt til fordel for sprøyting med konsentrerte nærings saltløsninger direkte på plantene i sjøen med noen dagers mellomrom. Det settes ut 500 000–900 000 planter/ha, og med et estimert tap under oppvekst på ca. 60 % blir tettheten av planter som vokser ut 150 000–300 000/ha. Den er ennå lite mekanisert, med mye manuell håndtering og flytting av plantene før endelig prosessering.

Denne dyrkingsmetoden er også prøvd i Norge. Plantene vokser godt, men utplasseringen stiller krav til lokal miljøkunnskap. Tidevannstrømmer som påvirkes av elveutløp skaper ofte turbulente strømminger som er lite gunstige for denne dyrkingsteknikken.

I Norge kan kraftig begroing av mosdyr og blåskjellyngel på vårparten skape problemer. Strukturene er dessuten utsatt for strøm-, vind-, og tidevannspåkjenninger. Når algene vokser ut blir draget i strukturene økt mange ganger. Best for denne typen dyrking er et noenlunde jevnt strømdrag på 2–3 knop. Det strekker algene, sørger for vannutskifting og holder orden i planterekkene.



Fig. 9.3. Forsøk med vekst av fingertare på line i Trondheimsfjorden, 1980. (Foto: Mentz Indergaard.)

Nettsystem – Eksempel: Fjærehinne (*Porphyra* sp.)

Den lille rødalgen fjærehinne (*Porphyra* sp.) representerer den marine organismen i verden som har høyest fangstverdi. Førstehåndsverdien for produktet **nori** fra fjærehinne er 5–10 milliarder kr/år. Hovedtyngden av produksjonen er i Japan, men den dyrkes også i Korea og Kina.

På 1980-tallet var over 50 000 japanske fiskere involvert, med et dyrkingsareal på 650 km² hvorfra det ble produsert 360 000 tonn fv/år. Produksjonen har siden økt jevnt, jf. tabell 9.1.

Siden 1600-tallet hadde japanske fiskere satt ut bambusstokker i mudderbunnen på steder hvor denne rødalgen vokste naturlig, hentet dem etter noen dager og satt dem ut i nærheten av sin egen landsby for videre vekst til høstbare voksne planter fra de sporene som forhåpentlig hadde festet seg på stokkene. Produktet var ettertraktet blant de velstående og fiskerne/algedyrkerne kunne selge alt de produserte, noe som kunne gi en pen og ofte nødvendig ekstraintekt. Selv om de på denne måten kunne utvide dyrkingsarealet, var produksjonen fremdeles et sjansespill. Det var ikke hvert år at sporene slo seg ned på stokkene de satte ut. Utfordringen var å finne kilden til sporene som de modne plantene vokste ut fra. Det hadde japanske forskere jobbet intenst med å finne ut av siden tidlig på 1900-tallet.

I 1948 ødela tyfoner mange fiskebåter, og østersfarmene ble lagt øde av forurenset avrenning fra land. Samtidig sviktet *Porphyra*-avlingen. De tre inntektskildene til fiskerne forsvant altså samtidig, og drev mange av dem bort fra fiskerlandsbyene for å finne arbeid andre steder.

I Manchester hadde en av tidens fremstående algologer, Kathleen Drew-Baker, studert ved yrkingseksperimenter livshistorien til arter i slekten *Porphyra* nå i snart syv år. Den arten hun eksperimenterte med var den europeiske, som waliserne kokte inn til en grøtete masse ("laver"), og ikke den som japanerne tørket til blanke ark ("nori"). (Se kap. 3). Drew-Baker hadde studert og forsket ved fremstående forskningsinstitutter i Europa og USA siden 1920-tallet, selv om hun ikke var ansatt ved noe universitet. Hennes ektemann var professor i ingeniørfag ved Manchester University, og bygde dyrkingstanker til henne som hun kunne simulere tidevannet i. Etter flere års resultatløs leting etter sporenes opphav tenkte hun at kanskje sporene trengte noe fast å vokse på. Hun frigjorde sporer fra de modne plantene inn i prøveflasker hvor hun hadde plassert steriliserte skjell fra østers. Og der så hun det: Sporene fra de modne plantene ga opphav til rosa celletråder som boret seg ned i skjellene. Etter noen måneder inne i skjellene kom trådene ut igjen, og på spissene vokste det nå fram nye sporer – de sporene som ga opphavet til neste generasjon store, høstbare planter. Den rosa lille planten var kjent fra før, men da beskrevet som en egen art med det latinske navnet *Conchocelis*

rosea. (Se skjema over livshistorien i kap. 1.) Å beskrive stadier i en arts kompleks livshistorie som egne arter har ofte forekommet, og gir nå moderne algologer mye arbeid med å revidere disse feiltagelsene.

Denne oppdagelsen kunne også forklare hvorfor avlingene år om annet sviktet. Stormer kunne fra tid til annen avbryte dette stadiet i livshistorien, enten ved å feie skjellene opp på land eller dra dem ned i dypet.

Drew-Baker informerte raskt bl.a. professor Sokichi Segawa som var marinbotaniker ved universitetet i Kyushu om denne oppdagelsen. Han formidlet informasjonen videre til algeeksperten Fusao Ohta ved en lokal biologisk stasjon. I 1953 klarte Ohta å få kontroll med utsåingen. Derved ble algedyrkerne i stand til å masseprodusere råvaren for produktet nori i et mye større omfang enn tidligere, kontrollert og forutsigbart.

Uten annen intensjon enn sin vitenskapelige nysgjerrighet hadde Drew-Baker berget denne kommersielt verdifulle og kulturelt tradisjonsrike marine produksjonen i Japan. Hun døde i 1957, og i 1963 ble det reist et monument over henne ved kysten av Ariakesjøen på øya Kyushu sør i Japan. Den 14. april er det hvert år en festival til hennes ære, og da kommer nori-dyrkere fra hele Japan for å hedre hennes minne og bringe offergaver – i form av tang- og tareprodukter.

Fjærehinnen tåler godt en veksling mellom tørke og neddykking, noe mange påvekstalger ikke gjør. Denne egenskapen benyttes som en effektiv luketeknikk ved at nettene de vokser på heves opp fra sjøen og slik kan utsette de uønskete påvekstalgene for ekstra sollys og tørke. Utplantingstidspunktet er viktig da plantenes temperaturoptimum avtar etter som plantene vokser ut. Gjødsling fremmer veksten vesentlig.

Sporer av *Porphyra* overlever dypfrysing hvis de først blir tørket til 20–30 % fuktighet. Under utsåingen av sporene blir det laget 3–4 ganger så mange nett som kan dyrkes opp i første omgang. Ved frysing av nettene kan en lagre dem og oppnå mange avlinger ved å hente opp og sette ut nye nett med sporer fra fryselageret utover høsten og vinteren etter hvert som de foregående blir høstet. Dette kan også garantere mot svikt i en av utsettingene, og kan i beste fall bety utvidelse av sesongen til mars–april.

Eksperimentelt offshore-system for kalifornisk kjempetare

På 1970-tallet ble kalifornisk kjempetare på den amerikanske vestkysten valgt til dyrkingsforsøk pga. sin størrelse, veksthastighet, mekaniske høsting og store gjenvekstkapasitet. Siktemålet var først og fremst produksjon av marin plantebiomasse for metanproduksjon ved fermentering. En flytende ringstruktur med diameter 30 m ble påsatt 100 voksne planter og gjødsling gjennom tilførsel av naturlige næringssalter i tilførsel av sjøvann fra 150–300 m dyp. Vekst og nedslag av nye småplanter fra de voksende, modne plantene var god, men anlegget var for sårbart for vær og vind og havarerte under en vanlig storm.

Eksperimentelt foilsystem for tare dyrking langs norskekysten

Dyrking av tare offshore medfører påkjenninger som tilsier bruk av enkle, robuste strukturer. Konseptet "Seaweed Carrier" for en ny type struktur ble lansert i 2010. (Fig. 9.5.) Strukturen er et radikalt brudd med rådende dyrkingsmetoder for tare. Utformingen etterlikner tareplantens form. "Undervannsseilet" skal kunne følge vannbevegelsene ut fra sin forankring i ett enkelt punkt. Slik er det forventet at en skal kunne flytte dyrkingen fra kystnære områder til de store offshore-arealene hvor den ikke konkurrerer om plassen med annen virksomhet eller planteproduksjon. Store antall foiler betjent av sentral infrastruktur, f.eks. en nedlagt oljeplattform, vil kunne nå en produksjonsskala med potensial for en kosteffektiv produksjon av marin plantebiomasse til utnyttelse som bioenergi eller andre basiskjemikalier.

Konstruksjonen har få bevegelige deler, skal tåle eksponering mot åpent hav og vil kunne tillate enkel innhøsting. Fraværet av tette linjer med reip og nett vil også være nødvendig for å unngå å fange/skade stor fisk og marine pattedyr som sel og delfin.

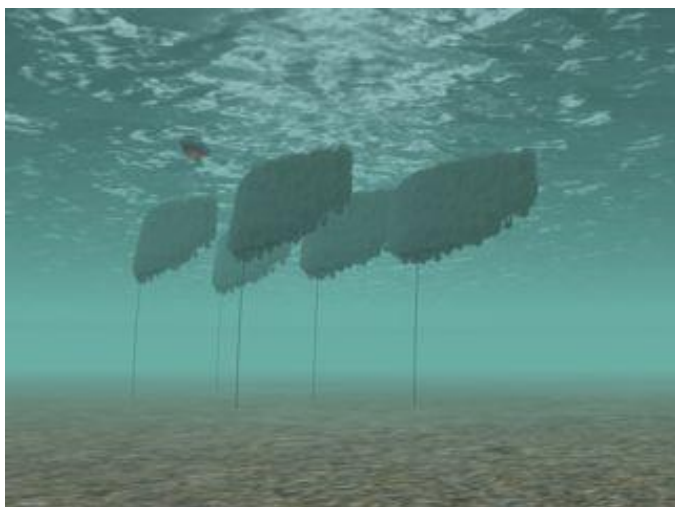


Fig. 9.4. Skisse av flere utplasserte "Seaweed Carrier". (Ill.: Seaweed Energy Solutions.)

"Sea farming" – kulturbetinget høsting

Kulturbetinget høsting er utsåing av sporer/gametofytter eller utsetting av småplanter i naturlige oppvekstområder av ønskete arter som skal vokse opp uten videre dyrkingshjelp. Det betyr altså ikke noen kunstig utvidelse av dyrkingsarealet, som de første forsøkene i Kina og Japan.

Kulturbetinget høsting er f.eks. blitt mer aktuelt for norskekysten på bakgrunn av den observerte langvarige nedbeitingen av tareskogen fra Vikna til Finnmark. Restaurering av tareskogen er prøvd med varierende resultat utenfor California med kalifornisk kjempetare. Forsøk med fjerning av kråkeboller fra sjøbunnen ga på 1970-tallet gode resultater på Canadas atlantehavskyst. Tilsvarende ble prøvd i meget liten skala på 1990-tallet langs norskekysten, med samme gode resultat. Den naturlige restaureringsevnen i en tareskog er altså god. Et restaureringsarbeid synes altså kun å kreve fjerning av beitepresset (her: kråkebollene). Kunstig utsåing av sporer eller småplanter kan da skje samtidig og eventuelt framskynde og sikre gjenveksten.

Dusjkultur

Dyrking av store alger i drivhus på land, med overrisling av sjøvann er en teknikk som er lite benyttet. Fordelene er lavt vannforbruk og god lyseksponering for plantene, samt visse praktiske fordeler ved håndteringen av algene, som uttak for veiing og annen observasjon samt at det er lettere å forhindre uønsket påvekst av andre organismer. Ulempene er kostbar og sårbar avansert teknologi.

Et dusjkultursystem med automatisk styring av vanningsintervall og automatisk registrering av lys og temperaturer ble kjørt et par sesonger på 1980-tallet ved Trondheimsfjorden ca. 10 km vest for Trondheim.

Anlegget ble brukt til å framskaffe vekstdata samt å gjennomprøve denne dyrkemethoden i laboratorieskala for å finne praktiske begrensninger og avklare hvilke driftsproblemer som kunne oppstå, spesielt for arter som naturlig vokser helt neddykket.



Fig. 9.5. Forsøksanlegg for dusjkultur av tang og tare ved Trondheimsfjorden 1984. (Foto: Mentz Indergaard.)

Hovedkonklusjonene fra dyrkingsforsøkene ble:

- Veksthastighetene oppnådd med naturlig lys, næringstilgang og temperatur var normale.
- Det synes som om artenes morfologi avgjør om de vil trives i dusjkultur.

Planter som flyttes fra fastsittende vekst og til dusjkulturbetingelser vil endre sin morfologi og forsøke å tilpasse seg sitt nye miljø. Dette er også observert i dusjkultur med planter av arten grisetang transplantert fra fastsittende populasjoner. Det ble funnet at rødalgene krusflik, svartkluft og pollris egnet seg heller dårlig for denne dyrkingsteknikken, mens sjøris og grisetang egnet seg godt.

9.4 Dyrking av store alger integrert i havbruksanlegg

Dyrking av store alger kan kombinere produksjon av biomasse med fjerning av næringssalter. Dette kan skje integrert med annen akvakultur, hvor de sprekeste visjonene er å kombinere fiskoppdrett med dyrking av skjell (f.eks. østers, blåskjell, abalone) som kan ta opp partikulært materiale (som rester av fast fôr), og med de store algene som et tredje og siste trinn til å ta opp oppløste forbindelser (næringssalter fra fiskens avføring og fra oppløst fiskefôr). Ved oppdrett av abalone (et ettertraktet marint bløtdyr/mollusk) kan de føres direkte med algematerialet selv, da de i naturen beiter på brunalger (noe også kråkebollene gjør). Dagens høsting av kalifornisk kjempetare går som tidligere nevnt i hovedsak til fôr ved oppdrett av abalone.

Fordelene med denne integrasjonen er å kunne nytte eksisterende grunnlagsinvesteringer (mannskap, lokaler, plass i sjøen) til å øke den kombinerte biologisk produksjonen for å løse et mulig miljøproblem. Fiskoppdrettens store overskudd av N- og P-forbindelser går vanligvis rett i sjøen og skaper ugreie bunnforhold og lokalt store mengder næringssalter. Næringssaltene gir i sin tur opphav til unormale planktonalgeblomstringer som synker til bunns, råtner og i prosessen fjerner alt oksygen i bunnlagene på sterkt avgrensede lokaliteter, noe som kan kvele det meste av den naturlige bunnfaunaen.

Hvis en kan få kontroll med nitrogenmengden, vil gjenværende overskudd av fosfor stort sett være uinteressant. En normal tarepopulasjon kan ta opp 10–100 g N/m²/år. Hvis vi som

gjennomsnitt regner 50 g N/m²/år, skulle et tarefelt på ca. 100 m² kunne fiksere ca. 12 g N/år, dvs. ca. 1 personekvivalent/år. Mer effektive til å fjerne næringssalter er grønnalger som havsalat og tarmgrønne, men disse algene er relativt uinteressante som industriråstoff.

Integrert med fiskoppdrett har en tilpasset mengde store alger kunnet fjerne inntil 90 % av de løste næringssaltene. Et forsøkssystem med ett tonn fisk og et algefelt på 75 m² produserte daglig 4–5 kg fisk, 20–25 kg store alger og 2 kg abalone. Et annet på 10 000 m², med fisk, muslinger og tare kunne årlig produsere 25 tonn fisk, 50 tonn muslinger og 30 tonn tare.

De teknisk-økonomiske utfordringene knyttet til slike polykulturer er prosessering og markedsføring av høyst ulike produkter; høyst variabel evne til å fjerne næringssalter gjennom algenes vekstsesong; algenes sesongvariabilitet som kan gi dårlig kobling mellom fiskeproduksjonen og algeproduksjonen, og mulig kryssende interesser for felles produksjonsfasiliteter for organismer med høyst ulike miljøkrav.

9.5 Høsting av dyrkede alger

Høsting av produksjonen fra massedyrking på reip foregår manuelt, er svært arbeidskrevende og svært kostbar i en vestlig økonomi. Mekanisering av høstingen av tarekulturer blir en nødvendighet for drift av dyrkingsanlegg her i landet.

Dyrking på substrat av type nett eller reip krever andre høstingsmetoder. Dette har kommet langt for rødalgen fjærehinne (*Porphyra*) i Japan: Nettene heves, snus og algene kuttes av en ”gressklipper” fra undersiden, en prosess som allerede langt på vei er mekanisert.

Høsting av store alger som vokser frittflytende i tanksystemer/dammer utføres enklest ved å sile fra plantene, f.eks. ved enkle filtre/rister koblet til pumpe-systemene.

9.6 Potensielle problemer i den marine agronomien

Som i det ordinære landbruket er også plantevekst i det marine miljø underlagt et miljø som til tider kan være stressende.

Miljøparametre – temperatur, vannets saltinnhold, lys

Temperaturen er den kanskje den dominerende faktoren for en dyrkingslokalitet. Hvert stadium i artens livssyklus har krav til verken for lav eller for høy sjøtemperatur.

Temperaturen i sjøen er relativt konstant fra år til år for de samme lokalitetene, og svinger langt mindre gjennom døgnet og fra dag til dag enn lufttemperaturen. Den kan kartlegges i forveien med rimelig grad av sikkerhet under valg av dyrkingslokaliteter.

For dyrkingslokaliteter som påvirkes av stor tidevannsforskjell kan uttørking være et problem, eller det kan – som for dyrking av nori – utnyttes i bekjempelse av uønsket påvekst.

En noe mer variabel faktor er lyset. Mangel på lys kan føre til ”grønnrâte”. For å unngå dette kan algene på reip/nett heves i vannflaten, og eldre plantedeler om mulig skjæres bort for å gi de yngre, voksende delene bedre lystilgang. For brunalger kan de avskårne delene egne seg til alginatproduksjonen. For mye lys fører til ”hvitrâte”. Det kan skyldes en kombinasjon av litt mye lys, litt for varmt sjøvann og litt for dårlig tilgang på næringssalter. Av de faktorene som lettest kan håndteres er tilgangen på næringssalter, spesielt nitrogen og fosfor.

Videre har artene ulike krav til stabil saltholdighet, slik at fjorder med årstidsvariasjon i tilførsel av elvevann neppe er de beste lokalitetene, hvis en ikke da dyrker arter som trives også i tilnærmet brakkevann.

Beitepress

For visse arter kan beitepress være et problem. Mest nærliggende er plantespisende fisk, snegler, ikke minst kråkeboller for brunalger, albueskjell og andre.

Påvekst av uønskete arter

Påvekst er en nesten uunngåelig fenomen, og krever nøye overvåking. Påvekst kan være andre store alger (som rasktvoksende, opportunistiske grønnalger), diatomeer, skjell, hydroider og mosdyr. For dyrking av tare er kanskje de største utfordringene nedslag av blåskjellyngel (som kan bygge opp stor vekt) og mosdyr som på vårparten kan dekke tarebladet.

En mulig teknikk for å unngå/dempe problemet med påvekst er utsetting av ferdige småplanter fra tankkulturer på land og høsting etter kort, intensiv vekstsesong før påveksten rekker å bygge seg opp.

For rødalgen fjærehinne er det tre mulige grep for å bekjempe uønsket påvekst:

- Sette sporene på nettet så tett at det er lite vokseplass for eventuell påvekst.
- Tørke nettene regelmessig for å utnytte artens evne til å tåle uttørking bedre enn opportunistiske påvekstalger.
- Høste de raskeste voksende plantene jevnlig, slik at de som er kommet kortere i veksten får mer lys, altså holde hele kulturen i så rask vekstfase som mulig for å utkonkurrere påvekstalgene mht. plass, lystilgang og næringssaltopptak.

Sykdom

Det er oppdaget flere typer patogener (sopp, bakterier/virus) som angriper store alger, men få er godt kartlagt. Sulfatreduserende og hydrogensulfidproduserende bakterier er oppdaget i drivhusene for utsåing av sporer på reip i brunalgekulturene. Bekjempelse er som ved annen infeksjon: Holde strenge skiller i vanntilførselen, sterilisere vannet før utsåing og unngå at råtne blad kommer inn i systemet.

Soppangrep er også påvist. De ytrer seg bl.a. ved at bladene får underlig vridde former. Sykdommen kan bekjempes ved behandling med antibiotika.

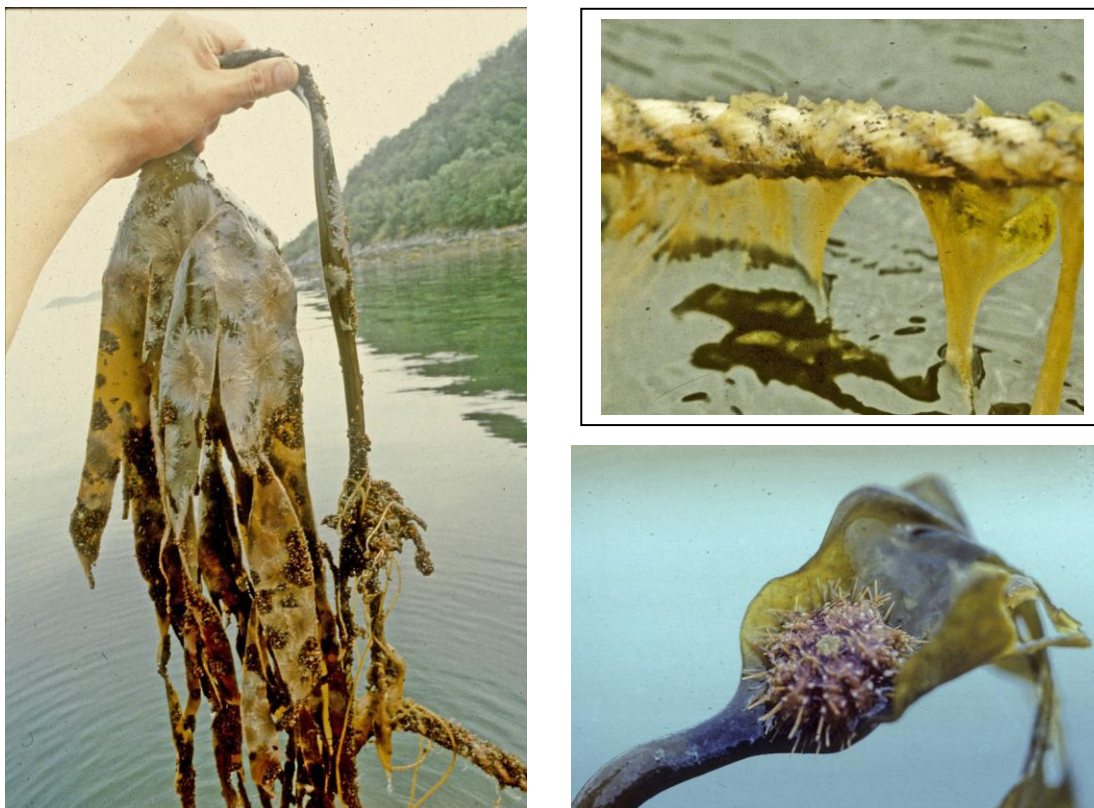


Fig. 9.6 a)–c). Påvekstproblemer som kan komme utover vårparten. Problemet er også relatert til valg av lokalitet, som her var en sterkt tidevanns- og strømuttsatt lokalitet i Trondheimsfjorden mellom utløpet av Gaula og Nidelva. a) (t.v.) Påvekst på linedyrket fingertare av både mosdyr og små blåskjell, mai/juni 1982. b) (oppe t.h.) Påvekst på dyrkingstau av både trådformete brunalger (brunsl) og blåskjellyngel, mai 1982. c) Påvekst av kråkebolle. (Foto: Mentz Indergaard.)

9.7 Genetikk og dyrking av makroalger

Planteforedling og genetisk forbedring forutsetter at man behersker dyrking for å ha kontroll med plantematerialet.

Foredlingsarbeid på store alger er utført systematisk over lang tid i Kina med brunalgen japantare. Det genetiske utvalget er gjort i livshistoriens kjønnsfase (se livshistorier i kap. 1). Med start i 1958 ble det utført intensiv foredling med seleksjon for høy biomasseproduksjon, høyt innhold av jod og økt toleranse for høyere sjøtemperaturer. Noen ekte variant som hadde arvelige egenskaper i å tåle høyere sommertemperatur ble imidlertid ikke fremstilt, selv om man prøvde seleksjon av gametofyttkulturer som hadde økt temperaturltilpasning.

Siden 1980-tallet er moderne biotekniske metoder tatt i bruk for lettere og raskere å selekere ut plantelinjer med ønskete egenskaper innenfor en art. Forskning i Canada har for eksempel skapt produksjonslinjer av karragenanproduserede rødalger med økt toleranse for høyere vanntemperaturer, økt innhold av carrageenan og økt veksthastighet.

9.8 Andre faktorer enn biologi og teknologi

Dyrking av store alger, med sine teknisk-biologiske løsninger, finner sted innenfor politiske, sosiale og økonomiske forhold som kan variere sterkt fra land til land.

Opprettelsen av de ca. 50 000 familiedrevne “marine gårdsbruk” for karragenanproduserende rødalger på Filippinene, i Sørøst-Asia, i Stillehavet og vestlige kystene til det Indiske hav er et godt eksempel.

Sosio-økonomiske og politiske mekanismer

En overvekt av de initierte etableringene har endt som fiaskoer. I tillegg til å vurdere selve dyrkerne, ofte fattige fiskere, må en ta i betraktning de omkringliggende interessegruppene. Dette er de innbyggerne i landsbyen som ikke er involvert i dyrkingen, mottakerne i form av karragenanindustrien, leverandørene av "såkorn"/småplanter, fiskerimyndighetene, lokale politikere og byråkrater, nasjonale politikere og byråkrater, frivillige hjelpeorganisasjoner (NGO), forskere og offisielle bistandsarbeidere.

At så mange dyrkingsinitiativ ikke lykkes bekymrer mottakerne, dvs. karragenanindustrien. Inntrykket som oppstår i offentligheten blir negativt, og påvirker bl.a. oppfatningen av introduksjon av forbedrete sorter til dyrkingen, oppfatning av hvordan alternative arbeidsplasser etableres, og den politiske og økonomiske støtten til slike utviklingsprosjekter. Disse negative inntrykkene kan helt overskygge de positive sidene ved den suksessen som denne dyrkingen har vært i den relativt korte tiden den har eksistert. Kjennskap til alle involverte grupper er derfor avgjørende for å etablere og vedlikeholde slik virksomhet.

Framgangsmåten for bedre resultat kan oppsummeres i fem trinn: 1) Gjennomføre en grundig forundersøkelse over miljø, demografiske forhold, logistikk, politiske faktorer, sosio-økonomiske faktorer, materialtilgang og transport; 2) Skaffe nødvendig politisk støtte; 3) Skaffe solid prosjektfinansiering for 3–4 år for å etablere en levedyktig farm; 4) Skaffe dyktig prosjektledelse; 5) Sørge for et garantert, pålitelig mottak av produktene.

9.9 Litteratur og lenker

Generelt

Tseng, C. K. and L. J. Borowitzka (2003). *Algae Culture. I: Aquaculture. Farming Aquatic Animals and Plants*. (J. S. Lucas and P. C. Southgate, eds.). London, Blackwell: 253–275.

Lüning, K. and S. J. Pang (2003). "Mass cultivation of seaweeds: current aspects and approaches." *Journal of applied phycology* **15**(2-3): 115-119.

[http://www.imr.no/data/page/8431/1.16 Dyrking og utnyttelse av marine makroalger.pdf](http://www.imr.no/data/page/8431/1.16_Dyrking_og_utnyttelse_av_marine_makroalger.pdf)

Produksjon

Hentet etter søk på <http://www.fao.org/fishery/factsheets/search/en>, funnet "fact sheet" for arten og deretter trykket på skjemasymbolet under histogram for respektive art.

Dyrking og metoder

Anon. (1991). *Handbook on commercial seaweeds: cultivation and processing*. China, Qingdao, Yellow Sea Fisheries Research Institute.

Bodvin, T., M. Indergaard, et al. (1996). "Clean technology in aquaculture – A production without waste products?" *Hydrobiologia* **327**: 83-86.

Chopin, T., A. H. Buschmann, et al. (2001). "Integrating seaweeds into marine aquaculture systems: A key toward sustainability." *Journal of Phycology* **37**(6): 975-986.

Ask, E.I (2003). Creating a sustainable commercial *Euclidean* cultivation industry: the importance and necessity of the human factor. *Proceedings of the International Seaweed Symposium* **17**: 13–18

Neori, A. (2009). Essential role of seaweed cultivation in integrated multi-trophic aquaculture farms for global expansion of mariculture: an analysis. *Proceedings of the International Seaweed Symposium* **19**: 117–120

http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Laminaria_japonica/en

http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Porphyra_spp/en

http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Eucheuma_spp/en

<http://www.msu.edu/~merrill3/Seaweeds/Gracilaria/>

<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB730E/AB730E00.htm>

<http://www.fao.org/docrep/field/003/AC263E/AC263E00.htm>

<http://www.seaweed.ie/aquaculture/index.html>

<http://www.seaweed.ie/aquaculture/NoriCultivation.html>

<http://www.bcb.uwc.ac.za/algae/StudentAssignments/natalieprins97/index.htm>

<http://www.seaplants.co.cc/2009/11/eucheuma-seaplants-in-indonesia.html>

<http://aquanic.org/species/algae.php>

<http://aquanic.org/species/algae/algaeimages.php>

http://aquanic.org/species/documents/6_Algae_3_Culturing.pdf

http://aquanic.org/species/documents/Marine_Macroalgae_Culture.pdf

<http://aquanic.org/species/documents/Seaweedcultivation.pdf>

<http://aquanic.org/species/documents/EucheumaFarming.pdf>

Dyrking og kulturbetinget høsting i Kina

<http://www.fao.org/docrep/005/Y2257E/Y2257E00.HTM>

Bilder fra algedyrking

<http://fiveprime.org/hivemind/Tags/farming,seaweed>