



N I F E S  
NASJONALT INSTITUTT  
FOR ERNÆRINGS- OG  
SJØMATFORSKNING

Rapport

2014

# ALGER: MAT – FORSKNING – FORMIDLING: Mineraler og tungmetaller i alger fra Lindesnes

Arne Duinker

Nasjonalt institutt for ernærings- og  
sjømatforskning (NIFES)

17.06.2014



## **1. SAMMENDRAG**

I dette prosjektet ble det samlet inn prøver av grønnalgen havsalat, brunalgene fingertare og sukkertare og rødalgen søl fra Lindesnes fyr til ulike tider gjennom sesongen fra mars til november. Prøvene ble analysert for sporelementene jod, selen, jern og sink samt tungmetallene kadmium, bly, kvikksølv samt totalt arsen og uorganisk arsen. Ikke alle elementene viste et klart sesongmønster, men noe overraskende viste resultatene en nedgang i konsentrasjoner av kadmium og til dels bly i alle artene. Sporelementene viste liten endring gjennom sesongen.

De analyserte algene er gode kilder til selen, sink og jern på linje med annen sjømat. Brunalgene fingertare og sukkertare er svært gode kilder til jod. Disse inneholder så mye jod at bare noen gram av disse inneholder mer jod enn det som er anbefalt som maksimalt daglig inntak. Tilgjengeligheten av jod fra tare er imidlertid lav, og selv i Japan er det ikke kjent å være et problem med for høyt inntak av jod fra tare. I Norge har de fleste for lite jod i kostholdet, og noe tare i kostholdet vil trolig bidra positivt.

Havsalat og søl hadde lave verdier av tungmetaller. Fingertare hadde høye verdier av kadmium i de tidligste prøvene fra mars og april, og sukkertare hadde verdier av kadmium opp mot grenseverdien som gjelder i Frankrike. Norge har ikke etablert regelverk for innhold av fremmedstoffer i alger ennå. Uorganisk arsen hadde uproblematisk verdier i alle prøvene bortsett fra juniprøven av fingertare.

## **INNHold**

<b>1. Sammendrag</b> .....	<b>2</b>
<b>2. Forord</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Innledning</b> .....	<b>3</b>
<b>4. Materiale og metode</b> .....	<b>3</b>
<b>5. Resultater</b> .....	<b>5</b>
Sesongvariasjon i tungmetaller og sporelementer .....	5
Essensielle mineraler .....	6
Tungmetaller.....	9
<b>6. Oppsummering</b> .....	<b>11</b>

## **2. FORORD**

Algeprøvene ble samlet inn av Siri Mathisen ved Lindesnes Fyrmuseum.

Analyser av essensielle mineraler og tungmetaller ble utført ved NIFES, der Tonja Lill Eidsvik har vært teknisk ansvarlig for prosjektet, jod har blitt analysert av Tonja Lill Eidsvik og Vivian Mui, uorganisk arsen av Siri Bargård og de resterende metallene av Vivian Mui.

Jens Jørgen Sloth ved Danmarks DTU Fødevareinstituttet har medvirket til planlegging og vurdering av resultater fra prosjektet.

Prosjektet ble finansiert av VRI Agder.

## **3. INNLEDNING**

Tang og tare og de andre algene i havet blir ofte betegnet som havets grønnsaker, og i det ligger det at de er planter og at næringsinnholdet best kan sammenliknes med de grønnsakene fra landjorden som vi er vant til. Algene har høyere innhold av mineraler enn noen annen gruppe av matvarer. Vitamininnholdet er på høyde med frukt og grønnsaker, og mange arter har høyt proteininnhold og mye fiber.

I Norge er imidlertid alger lite brukt. De siste årene har det blitt en økning i interessen for nye typer lokale råvarer med spennende smaker, og her er algene et godt eksempel. Lindesnes fyrmuseum oppdaget for et par år siden en frodig hage med havets grønnsaker like foran fyret, og denne fyrehagen under vann har blitt en viktig del av både formidling og serveringen ved fyrmuseet. Det var derfor et ønske å vite mer om hva disse algene inneholder av helsefremmende sporelementer, og samtidig om de er trygge å spise i forhold til tungmetaller. Siden innholdet av mineraler i alger fra norske farvann er lite kjent ble dette prosjektet initiert med støtte fra VRI Agder. Alger ble samlet inn fra fyrehagen til ulike tider gjennom sesongen og analysert for essensielle mineraler og tungmetaller ved NIFES.

## **4. MATERIALE OG METODE**

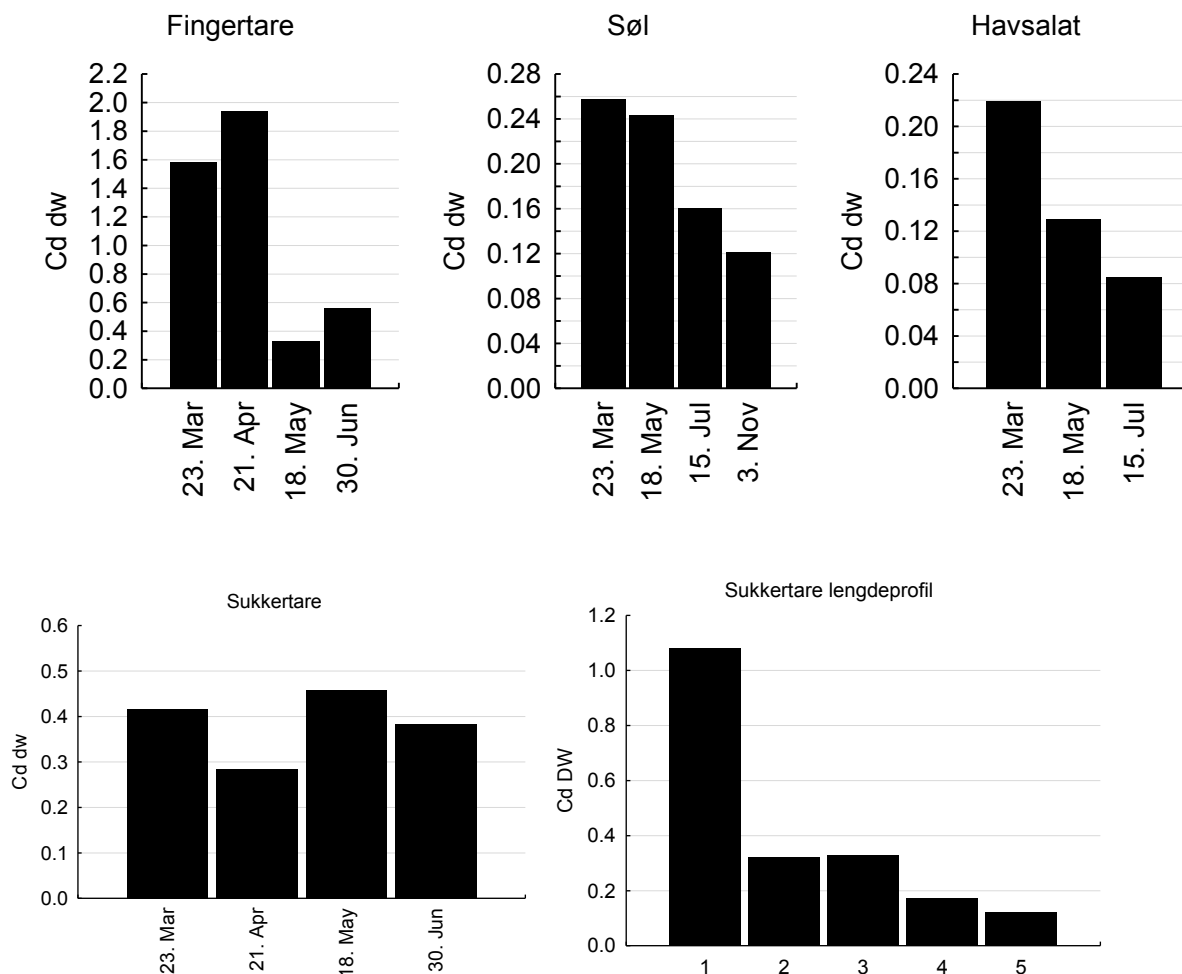
Algene ble samlet inn i bukten i forkant av Lindesnes fyr og fryst ned ved minus 20 grader før de ble sendt til NIFES for analyse.

---

Analysemetodene som anvendes er akkreditert i henhold til NS-EN-ISO 17025. Metaller ble analysert med ICPMS (NIFES metode nr. 197) og jod ble analysert med ICPMS etter NIFES metode nr. 198 med tilsetning av enzymet termamyl for nedbrytning av stivelse. Uorganisk arsen ble analysert med HPLC-ICPMS (NIFES metode nr. 261).

## 5. RESULTATER

### Sesongvariasjon i tungmetaller og sporelementer



Figur 1. Sesongvariasjon i innhold av kadmium fra ulike algesorter. Verdiene er gitt som mg/kg tørrvekt. Lengdeprofilen fra sukkertare ble tatt slik at prøve 1 var nærmest stilken og prøver 5 fra enden av bladet.

Innholdet av tungmetaller og mineraler fra våren og ut mot sensommer eller høst varierte en god del. Mønsteret var ikke entydig for alle de analyserte stoffene, men for eksempel kadmium viste en tydelig nedgang gjennom sesongen for fingertare, søl og havsalat (Figur 1). For sukkertare var ikke sesongbildet så tydelig, men når vi ser på nedgangen i kadmium fra stilken og utover mot tuppen av fingertarebladet fra mai så tyder dette på at også sukkertare har en nedgang i innholdet av kadmium gjennom sesongen. Nydannelse av bladene hos tare-artene skjer fra stilken, slik at tuppen er den eldste delen av disse plantene. Også bly viste en nedgang

i fingertare gjennom sesongen (Tabell 4), og nokså tilsvarende for søl med unntak av den siste prøven fra november som hadde mye påvekst, og påveksten kan ha inneholdt en god del bly og dermed forårsaket den høye verdien av bly i denne prøven. For sukkertare var det også mindre bly i de siste to prøvene enn i de to første. For arsen var det ingen tydelige endringer med sesong, mens nedgangen fra stilk til tupp i sukkertare tyder på en viss sesongvariasjon. Uorganisk arsen som er den toksiske formen for arsen viser imidlertid motsatt trend for sukkertare der juniprøven viser langt høyere verdier enn marsprøven. Uorganisk arsen ble imidlertid bare analysert i noen få prøver og må undersøkes nærmere før vi kan trekke noen konklusjon om sesongvariasjon.

For sporelementene jern, sink og selen var det ikke like klare endringer med sesong, med unntak av sink som hadde høyeste verdier i den første prøven av havsalat og sukkertare (Tabell 1).

### **Essensielle mineraler**

Innholdet av essensielle mineraler i de ulike artene av alger er gitt i Tabell 1 på våtvekt og i Tabell 2 på tørrvekt.

**Selen:** Selen er et annet mineral som virker sammen med vitaminer, og selen er en viktig antioksidant sammen med vitamin C og E, i tillegg til at det er viktig i kroppens forsvar mot blant annet kreft. Fisk er en god kilde til selen.

Spesielt søl og havsalat viste seg å være gode kilder til selen med rundt 0,1 mg/kg på tørrvekt og 0,02-0,03 på våtvekt, men her er også fisk gode kilder (torsk 0,3 mg/kg og blåskjell 2 mg/kg).

**Jern:** All sjømat er videre en god kilde til jern, som vi trenger til dannelsen av blodceller og til en rekke andre funksjoner i kroppen. Sammen med C-vitaminer fra for eksempel alger vil jern bli tatt spesielt effektivt opp i kroppen vår.

Alle artene målt til gode kilder for jern, med typisk 20-40 mg/kg på våtvekt eller ca 100-200 mg/kg på tørrvekt. Ofte de grønne antatt høyest men ikke her. Til sammenlikning har blåskjell rundt 30 mg/kg av jern.

**Sink:** Sjømat, spesielt skalldyr, inneholder også mye sink, som går inn i mange av kroppens prosesser og er blant annet viktig for leging av indre og ytre sår.

Algene hadde stor variasjon i sinkinnholdet, men typisk ligger de mellom 4 og 20 mg/kg våtvekt. Dette er høyere enn fisk men på nivå med skjell som også er en god kilde. Den avgjort beste kilden til sink er østers som kan komme over 1 000 mg/kg.

**Jod:** Jod er et annet mineral som forbindes med sjømat. Jod får vi ellers gjennom melk, siden kyrne får tilsatt jod gjennom fôret. Jodmangel kan føre til mangelsykdommer, som for eksempel struma. Det er alltid en viss andel av befolkningen som får disse mangelsykdommene. Problemet er økende, etter som vi drikker stadig mindre melk. Det er spesielt stort blant innvandrere og andre befolkningsgrupper som ikke drikker melk, samt hos folk som ikke bruker sjømat. Fisk, skjell og spesielt alger er gode kilder til jod, og befolkninger som har mye alger i kostholdet har spesielt små problemer med struma.

Det er spesielt brunalgene som har et høyt innhold av jod, og både sukkertare og fingertare hadde verdier som lå fra 2 000 til over 4 000 mg/kg tørrvekt og tilsvarende fra 300 til nesten 800 mg/kg på våtvekt. Det er anbefalt en øvre grense for daglig inntak av jod på 600 mg i EU og 1 100 mg i USA. Det ser imidlertid ut til at tilgjengeligheten av jod fra tare er langt under 100 %, slik at direkte sammenlikning av mengde jod i tare og hvor mye en kan spise ikke blir riktig. For de fleste av oss er det altså for lite jod som er problemet heller enn for mye jod i kostholdet, men det anbefales det for sikkerhets skyld at kvinner som ammer og kvinner som har passert overgangsalderen ikke spiser for mye brunalger, siden disse kvinnene har ekstra følsomme skjoldbruskkjertler. Det som er spesielt for jod er at det er så liten forskjell på daglig behov på 150 og maksimalt daglig inntak på 600 mg.

I Japan er det kun kjent noen få tilfeller av sykdom forårsaket av for stort inntak av tare, og i disse tilfellene fra kosttilskudd basert på tare. Og japanerne spiser mye tare.

Flere mineraler som blant annet kalsium er kjent for å være høyt i alger men ble ikke analysert i dette prosjektet.

Tabell 1. Våtvektbaserte konsentrasjoner av jod, jern, sink og selen i milligram per kg våtvekt for de fire artene av alger. De horisontale søylene illustrerer nivåene.

Art	Dato	Jod	Jern	Sink	Selen
Fingertare	23.03.2013	540	22	12	0.004
Fingertare	21.04.2013	320	16	6	0.004
Fingertare	18.05.2013	780	24	7	0.006
Fingertare	30.06.2013	640	25	8	0.009
Havsalat	23.03.2013	25	32	50	0.011
Havsalat	18.05.2013	47	25	2	0.02
Havsalat	15.07.2013	12	23	2	0.02
Sukkertare	23.03.2013	390	19	17	0.005
Sukkertare	21.04.2013	560	24	4	0.006
Sukkertare	18.05.2013	370	24	4	0.007
Sukkertare	30.06.2013	380	41	5	0.01
Sukkertare	del 1 fra stilk	550	17	4	0.007
Sukkertare	del 2 fra stilk	600	26	6	0.009
Sukkertare	del 3 fra stilk	590	50	6	0.009
Sukkertare	del 4 fra stilk	610	27	7	0.01
Sukkertare	del 5 fra stilk	490	27	6	0.01
Søl	23.03.2013	82	29	8	0.029
Søl	18.05.2013	74	26	6	0.016
Søl	15.07.2013	12	15	5	0.013
Søl	03.11.2013	57	77	9	0.046

Tabell 2. Tørrvektbaserte konsentrasjoner av jod, jern, sink og selen i milligram per kg tørrvekt for de fire artene av alger. De horisontale søylene illustrerer nivåene.

Art	Dato	Jod	Jern	Sink	Selen
Fingertare	23.03.2013	3167	129	70	0.02
Fingertare	21.04.2013	2136	107	40	0.03
Fingertare	18.05.2013	4375	135	39	0.03
Fingertare	30.06.2013	2743	107	34	0.04
Havsalat	23.03.2013	88	113	176	0.04
Havsalat	18.05.2013	288	153	12	0.12
Havsalat	15.07.2013	60	114	10	0.10
Sukkertare	23.03.2013	3176	155	138	0.04
Sukkertare	21.04.2013	3378	145	24	0.04
Sukkertare	18.05.2013	2598	169	28	0.05
Sukkertare	30.06.2013	2103	227	28	0.06
Sukkertare	del 1 fra stilk	3960	122	29	0.05
Sukkertare	del 2 fra stilk	3499	152	35	0.05
Sukkertare	del 3 fra stilk	3784	321	38	0.06
Sukkertare	del 4 fra stilk	3571	158	41	0.06
Sukkertare	del 5 fra stilk	3097	171	38	0.06
Søl	23.03.2013	414	146	40	0.15
Søl	18.05.2013	391	137	32	0.08
Søl	15.07.2013	57	71	24	0.06
Søl	03.11.2013	168	227	26	0.14



## Tungmetaller

Algene inneholder også tungmetaller som vi ikke skal få i oss for mye av, og for disse eksisterer det for mange matvarer øvre grenseverdier for hva som er tillatt. Norge har så langt ingen spesifikke grenseverdier for alger, og i Europa er det kun Frankrike som har slike grenseverdier for humant konsum i tillegg til at EU har grenseverdier for alger som supplement (Tabell 3). USA har grenseverdier for noen av tungmetallene.

Tabell 3. Ulike grenseverdier for alger på tørrvektbasis, der grenseverdiene i Frankrike og USA er for direkte humant konsum mens grenseverdiene for EU er for alger som ingredienser (fra Holdt og Kraan, 2011).

Toxic minerals	Limit (mg kg <sup>-1</sup> dry matter, ppm)		
	France	USA	EU regulation
Inorganic arsenic	<3.0	<3.0	No regulation
Lead	<5.0	<10	<3.0
Cadmium	<0.5		<3.0
Tin	<5.0		
Mercury	<0.1		<0.1
Heavy metals		<40	

**Kadmium:** For kadmium har Frankrike en grenseverdi på 0,5 mg/kg tørrvekt, noe som tilsvarer 0,1 mg/kg våtvekt. Til sammenlikning har fisk en grenseverdi på 0,05 mg/kg våtvekt og skjell 1,0 mg/kg våtvekt. Søl og havsalat har lave verdier. Fingertare er høyest, med de fleste verdiene over 0,5 og de høyeste verdiene tidligst i sesongen. For sukkertare var kun den første prøven over 0,5. Dersom opptak av kadmium er lavt på samme måte som for jod (se over) vil dette trolig ikke være et stort problem for konsumentene, men likevel er potensielt problem for omsetning, avhengig av hvordan regelverk vil bli utformet for Norge.

**Bly:** For bly har Frankrike en grenseverdi på 5,0 mg/kg tørrvekt (10 i USA), noe som tilsvarer 1 mg/kg våtvekt. Til sammenlikning har fisk en grenseverdi på 0,3 mg/kg våtvekt og skjell 1,5 mg/kg våtvekt. Her var ingen av prøvene spesielt høye i forhold til grenseverdiene. De tidligste prøvene av sukkertare hadde de høyeste med verdier over 0,5, og i tillegg var prøven av søl fra november med mye påvekst høy.

**Uorganisk arsen** er den giftige formen for arsen. Resten av arsenet i sjømat er bundet til organiske forbindelser som med nåværende kunnskap regnes som mindre helseskadelige enn uorganisk arsen. Grenseverdien både i Frankrike og USA er på 3,0 mg/kg tørrvekt for uorganisk arsen. Et utvalg av prøvene ble analysert for uorganisk arsen, og blant disse var det kun prøven av fingertare fra juni som kom over denne grensen med en verdi på 7,7 mg/kg tørrvekt, mens marsprøven lå langt lavere. **Totalt arsen** var høyere i brunalgene enn i søl og havsalat men dette er uproblematisk, da hovedparten av arsenet er bundet i organiske arsen-forbindelser.

**Kvikksølv** var svært lavt i alle prøvene.

Tabell 4. Våtvektbaserte konsentrasjoner av kadmium, kvikksølv, bly, arsen og uorganisk arsen i milligram per kg våtvekt for de fire artene av alger. De horisontale søylene illustrerer nivåene.

Art	Dato	Kadmium	Kvikksølv	Bly	Uorganisk arsen	Arsen
Fingertare	23.03.2013	0.27	0.003	0.038	0.080	18
Fingertare	21.04.2013	0.29	0.002	0.03	0.009	16
Fingertare	18.05.2013	0.058	0.002	0.014	0.55	18
Fingertare	30.06.2013	0.13	0.002	0.018	1.8	17
Havsalat	23.03.2013	0.062	0.001	0.061		3.5
Havsalat	18.05.2013	0.021	0.001	0.038	0.019	2.2
Havsalat	15.07.2013	0.017	0.001	0.036		1.2
Sukkertare	23.03.2013	0.051	0.002	0.07	0.008	7.5
Sukkertare	21.04.2013	0.047	0.002	0.12		11
Sukkertare	18.05.2013	0.065	0.002	0.027		12
Sukkertare	30.06.2013	0.069	0.002	0.069	0.005	15
Sukkertare	del 1 fra stilk	0.15	0.002	0.016		18
Sukkertare	del 2 fra stilk	0.055	0.002	0.023		16
Sukkertare	del 3 fra stilk	0.051	0.003	0.056		17
Sukkertare	del 4 fra stilk	0.029	0.002	0.032		15
Sukkertare	del 5 fra stilk	0.019	0.002	0.041		10
Søl	23.03.2013	0.051	0.001	0.044	0.010	2.3
Søl	18.05.2013	0.046	< 0.002	0.035		2
Søl	15.07.2013	0.034	< 0.001	0.019		2.5
Søl	03.11.2013	0.041	< 0.002	0.38		3.2

Tabell 5. Tørrvektbaserte konsentrasjoner av kadmium, kvikksølv, bly, arsen og uorganisk arsen i milligram per kg tørrvekt for de fire artene av alger.

Art	Dato	Kadmium	Kvikksølv	Bly	Uorganisk arsen	Arsen
Fingertare	23.03.2013	1.58	0.02	0.22	0.5	106
Fingertare	21.04.2013	1.94	0.01	0.20	0.1	107
Fingertare	18.05.2013	0.33	0.01	0.08	3.1	101
Fingertare	30.06.2013	0.56	0.01	0.08	7.7	73
Havsalat	23.03.2013	0.22	0.00	0.22		12
Havsalat	18.05.2013	0.13	0.01	0.23	0.12	13
Havsalat	15.07.2013	0.08	0.00	0.18		6
Sukkertare	23.03.2013	0.42	0.02	0.57	0.07	61
Sukkertare	21.04.2013	0.28	0.01	0.72		66
Sukkertare	18.05.2013	0.46	0.01	0.19		84
Sukkertare	30.06.2013	0.38	0.01	0.38	0.03	83
Sukkertare	del 1 fra stilk	1.08	0.01	0.12		130
Sukkertare	del 2 fra stilk	0.32	0.01	0.13		93
Sukkertare	del 3 fra stilk	0.33	0.02	0.36		109
Sukkertare	del 4 fra stilk	0.17	0.01	0.19		88
Sukkertare	del 5 fra stilk	0.12	0.01	0.26		63
Søl	23.03.2013	0.26	0.01	0.22	0.05	12
Søl	18.05.2013	0.24	< 0.01	0.18		11
Søl	15.07.2013	0.16	< 0.005	0.09		12
Søl	03.11.2013	0.12	< 0.01	1.12		9

## 6. OPPSUMMERING

Ikke alle elementene viste et klart sesongmønster, men noe overraskende viste resultatene en nedgang i konsentrasjoner av kadmium og til dels bly i alle artene. De essensielle mineralene viste liten endring gjennom sesongen.

De analyserte algene er gode kilder til selen, sink og jern på linje med annen sjømat. Brunalgene fingertare og sukkertare er svært gode kilder til jod. Disse inneholder så mye jod at bare noen gram av disse inneholder mer jod enn det som er anbefalt som maksimalt daglig inntak. Tilgjengeligheten av jod fra tare er imidlertid lav, og selv i Japan er det ikke kjent å være et problem med for høyt inntak av jod fra tare. I Norge har de fleste for lite jod i kostholdet, og noe tare i kostholdet vil bidra positivt.

Havsalat og søl hadde lave verdier av tungmetaller. Fingertare hadde høye verdier av kadmium i de tidligste prøvene fra mars og april, og sukkertare hadde verdier av kadmium opp mot grenseverdien som gjelder i Frankrike. Uorganisk arsen hadde uproblematisk verdier i alle prøvene bortsett fra juniprøven av fingertare som bør følges opp ved en senere anledning.