

Tungmetallsituasjonen i norske skjell

Arne Duinker og Kåre Julshamn

Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES),
Postboks 176 Sentrum, 5804 Bergen

Dette er slik vi gjerne vil markedsføre norske skjell som skal ut på eksportmarkedene. Og norske skjell kan virkelig være rene og attraktive og fri for algegifter samt ha et lavt innhold av uønskede stoffer som for eksempel tungmetaller. Men dette forutsetter at vi er svært bevisste med hensyn til utvelgelse av lokaliteter og kontroll av de skjellene som går ut på markedene.

Skjell er i utgangspunktet sunn og god mat. Skjellene har en spesiell evne til å ta opp livsnødvendige mineraler og sporelementer fra sjøvannet. Denne samme evnen gjør imidlertid at skjellene lett tar opp uønskete metaller eller såkalte "tungmetaller". Dette krever dermed kontroll med områder for dyrking og høsting av skjell samt kunnskap hos både forvaltning og aktører i skjellnæringen.

Uønskete metaller eller såkalte "tungmetaller" kan forekomme i matvarer i så høye konsentrasjoner at de er skadelige for konsumenten. For skjell er dette svært viktig å ta hensyn til, mer enn for andre arter av sjømat, da skjell tar opp metaller svært effektivt fra omgivelsene. Fisk vil hovedsakelig ta opp eventuelle tungmetaller gjennom føret de spiser, og føret til oppdrettsfisk er produsert under kontrollerte forhold og uavhengig av den lokaliteten fisken oppdrettes på. Skjell derimot er stasjonære organismer som lever av å filtrere partikler fra sjøvann som passerer. I tillegg til næringspartikler, inneholder vannet til tider også uønskete stoffer som blir tatt opp i skjellene, deriblant tungmetaller. Både livsnødvendige og uønskede metaller finnes naturlig i sjøvannet. Dessverre finnes det også eksempler på at visse typer industri har sluppet ut store mengder tungmetaller. Metallene har så blitt spredt med vannmassene og påvirket organismer i alle ledd i næringskjeden. På begynnelsen av 80 tallet var blåskjell fanget ute ved Valevåg i Sunnhordland forurensset av kadmium fra industrien i Odda- 150 km fra utslippsstedet. Skjell synes således å ha en høy affinitet til metaller fra vannmassene, og skjell viser seg derfor å avspeile spesielt godt metalliske stoffer som er i sjøen. Dette gjelder spesielt tungmetallene kadmium og bly. Mens innholdet i sjøvannet kan være lavt og variere mye over tid, vil innholdet i skjellene beskrive den gjennomsnittlige konsentrasjonen av stoffene i sjøen over lengre tid. Dette har ført til at en art som blåskjell har vært brukt som indikatororganisme for å beskrive innholdet av tungmetallene kadmium og bly i sjøen. På den andre siden er skjell mat, og den samme egenskapen som gjør dem egnet som indikatororganismer gjør at skjell fra forurensede områder ikke er egnet som mat.

Når det snakkes om visse tungmetaller som uønskete metaller, så er det fordi det ikke er funnet noen behov for disse som deltagere i enzymer og proteiner hos varmblodige dyr og mennesker. Giftighet er imidlertid et spørsmål om mengde stoff inntatt, og det betyr at alle metaller kan være giftige bare inntaket er høyt nok. Dette gjelder også for de livsnødvendige metallene som sink og kobber. Matvaretrygghet er relatert til helsemyndighetenes øvre grenseverdier som er satt for å beskytte konsumenten. Norge følger de øvre grenseverdier som er satt av EU. Toksikologer setter øvre grenseverdier for forskjellige stoffer i matvarer ut fra giftvirkninger på organismer i toksikologiske studier. FN-organet CODEX Alimentarius sitt ekspertorgan JECFA (Joint Expert Committee on Additives and Contaminants) er én av flere grupperinger med ansvar for å vurdere skadelige stoffer i mat. Det er to forskjellige strategier når det gjelder å sette øvre grenseverdier for stoffer i matvarer som er akseptabelt for konsumentene. EU setter øvre grenseverdier for forskjellige



Skjell er sunn og trygg mat så lenge de høstes fra rene farvann som ikke er påvirket av forurensing, og slike områder er en ressurs som vi her i Norge har spesielt mye av. Ettersom skjell er følsomme for forurensing kan rent vann bli et viktig middel i markedsføring av norske skjell, spesielt om man sammenlikner med enkelte dyrkingsområder sør i Europa.

tungmetaller i mat, også i skjell, som er basert på mg/kg spiselig vare. Denne strategien tar ikke hensyn til viktigheten av matvaren i kostholdet. Den andre strategien brukes av CODEX sin ekspertkomité på toksikologi og baserer seg på det høyeste daglige/ukentlige inntaket av stoffet som ikke gir skadelig effekt på menneske selv ved dette inntaket gjennom hele livet. Det har fått betegnelsen akseptabelt ukentlig inntak (AWI) som for kadmium er satt til 5 µg per kg kroppsvekt per uke. For en person på 60 kg blir det akseptable ukentlige inntaket for kadmium på 0,3 mg .

For å lære mer om variasjonen av innholdet av uønskede metaller i den spiselige delen av skjell fanget langs norskekysten ble det valgt følgende skjellarter: blåskjell (*Mytilus edulis*), kamskjell (*Pecten maximus*), østers (*Ostrea edulis*) og Oskjell (*Modiolus modiolus*). Skjellene i denne undersøkelsen ble hentet fra områder som ble antatt å være upåvirket av forurensing.

Kilder og virkninger

I denne artikkelen har vi valgt å fokusere på tungmetallene arsen, bly, kadmium og kvikksølv. Dette er de metallene som CODEX, EU og enkelte lands helsemyndigheter og toksikologer har satt fokus på. Som nevnt finnes tungmetaller naturlig i sjøvann i mindre mengder, og skjell akkumulerer disse metallene i forskjellig grad. Det som skaper problemer er derimot når ulike former av forurensing slippes ut i resipienter og kommer i kontakt med skjell som høstes for konsum. Skjellene har evnen til å anrike metaller fra vannet svært effektivt med det resultat at metallinnholdet kan bli svært høyt. Kjente kilder til punktutslipp av tungmetaller er industri som smelteverk, glassindustri, kjemisk industri og gruvedrift, men også spesialavfall fra husholdninger inneholder en rekke tungmetaller. I tillegg kommer andre kilder som gir spredt og jevn tilførsel av tungmetaller til miljøet. Heldigvis er mange av disse etterhvert redusert. Eksempler er arsen som tidligere ble brukt som pesticid og tilsetning i husdyrfôr, tetraetylbly i bensin, samt kadmium fra handelsgjødsel og luftforurensning. Mest kjent for epidemiske forurensinger er kvikksølv, og det har skjedd flere utbrudd av kvikksølvforgiftning på forskjellige kontinenter i det forrige århundre. Det mest kjente utbruddet var det som skjedde i Minamata i Japan på midten av 1950 tallet og hvor en hel landsby ble mer eller mindre rammet av kvikksølvforgiftning. Verst rammet ble barn som ble født av mødre som hadde spist metylkvikksølv fra kvikksølvforgiftet fisk.

I Norge er det utslippene til Sørfjorden i Hardanger som har gitt oss mest erfaring med tungmetallforurensing i skjell. Tilstanden i Hardangerfjorden har blitt fulgt opp av NIFES fra utslippene ble kjent på 70-tallet og frem til i dag. Spesielt kadmium, men også bly, har forurenset hele Hardangerfjorden helt ut til Valevåg i mange ti år. Kadmium finnes i sjøvann bundet til klorkomplekser. Kadmiumforurensing fra industri vil således føres derfor med vannmassene over store avstander, i motsetning til bly som har en mer begrenset spredning. Tilstanden har imidlertid bedret seg gradvis de siste 10 årene, og i deler av fjorden er verdier av tungmetaller i ville blåskjell kommet ned mot normale nivåer. Som resultat av et grundig prøvetakingsprogram er deler av Hardangerfjorden nå "friskmeldt" for blåskjell dyrking.

Tungmetallene skilles gjerne langsommere ut enn de tas opp. Jevn tilførsel over lengre tid medfører dermed akkumulering i kroppen. Eksponering av høye verdier over lengre tid kan gi skader på nyrer, lever, nervesystem og hjernen. Arsen i drikkevann har vist seg å gi høy insidens av ulike kreftformer. Ofte mangler imidlertid kunnskap om lang tids eksponering for ulike tungmetaller gjennom mat, i konsentrasjoner som er forhøyede, men ikke akutt giftige. Grenseverdiene vi har tatt med her er kun anbefalte og er satt med betydelige sikkerhetsmarginer, og land med stor grad av forurensing velger ofte høyere grenseverdier. Likevel bør vi unngå lokaliteter for skjell dyrking der innholdet av tungmetaller er høyere enn normalt, så lenge det finnes nok av upåvirkete lokaliteter. Verdier som er høyere enn normalt men under grenseverdien tyder likevel på en forurensingskilde i området. Er en riktig uheldig kan utslipp fra en slik kilde øke over tid og gjøre lokaliteten ubrukelig. Verdier over normalnivå eller en såkalt aksjonsgrense bør derfor medføre råd om å ikke bruke lokaliteten til skjell dyrking.

Forskjeller mellom artene

Tabell 1 viser store variasjoner mellom artene i innhold av de ulike metallene. Muskel og gonade av kamskjell viser generelt de laveste nivåene, og spesielt innholdet av tungmetaller i kamskjellmuskel er på nivå med fiskefilet. Dette skyldes at de bløtdelene som er rensset bort inneholder mer metaller enn de spiselige delene. For blåskjell og østers spiser vi hele innmaten, og her ligger nivåene høyere. Østers inneholder høyere verdier av arsen og kadmium, men lavere verdier av bly enn blåskjell. Et annet eksempel er kobber, der østers inneholder 15 ganger mer kobber enn blåskjell. Tabellen viser at hel Oskjell har de høyeste nivåene av kadmium, kvikksølv og bly. Resultatene viser at det er store artsforskjeller for de forskjellige metallene selv når skjellene er høstet i det samme området. Dette er verdt å merke seg når områder for skjelldyrking skal vurderes. Kunnskap om forskjellige arter som høstes for konsum er derfor nødvendig.

Tabell 1 Innhold av tungmetaller i norskproduserte skjell (mg/kg spiselig vare).

Art	Arsen	Kadmium	Kvikksølv	Bly
Kamskjellmuskel	3,0	0,2	0,01	0,05
Kamskjellgonade	3,0	0,1	0,01	0,05
Blåskjell	3,5	0,2	0,02	0,3
Østers	2,0	0,6	0,02	0,05
Oskjell	3,5	1,0-2,8	0,04	2,3-4,0
Torskefilet	1-30	0,0005-0,005	0,01-0,3	0,005-0,05
EUs øvre grenseverdi	Ingen	1,0 (skjell) 0,05 (fisk)	0,5	1,5 (skjell) 0,2 (fisk)

Innhold i forhold til grenseverdier

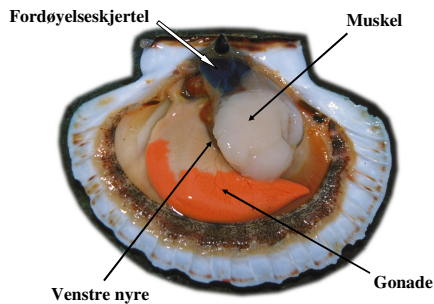
Generelt viser skjell et høyere innhold av tungmetaller enn fiskefilet, unntatt for kvikksølv (tabell 1). I de fleste tilfeller ligger verdiene likevel godt under det som er satt som øvre grenseverdier fra EU, og med unntak av Oskjell er skjell høstet fra områder uten forurensing helt trygge å spise. I kamskjell, blåskjell og østers ligger alle verdiene trygt under grenseverdiene. Selv om kadmiuminnholdet ligger langt under den øvre grenseverdien på 1,0 mg/kg, er kadmiuminnholdet i østers hele tre ganger høyere enn i blåskjell. Kadmiumanalyser i europeisk flatøsters gjort i 1983 viste imidlertid nivåer lavere enn 0,5 mg/kg våt vekt. En faktor kan være forskjellig alder på skjellene. Generelt er østersen følsom for forhøyete nivåer av tungmetaller i vannmassene, og en bør være spesielt oppmerksom på dette ved valg av lokaliteter for østers.

Tabell 2. Inntak av kadmium ved et måltid skjell (100 gram) og prosentvis andel av AWI (0,4 mg/uke/voksen person).

Art	Kadmium i 100gram skjellmat	Prosentandel av AWI
Kamskjellmuskel	0,02	5
Kamskjellgonade	0,01	2,5
Blåskjell	0,02	5
Østers	0,06	15
Oskjell	0,1-0,28	25-70
Fiskefilet	0,0003	0,1
AWI (0,4 mg/voksen person/uke)	0,4	100

I forhold til anbefalt grenseverdi for ukentlig inntak av kadmium ser vi at vi kan spise en god del skjell, med unntak av Oskjell, før grensen overstiges (tabell 2). Hvor mye skjell en trenger for å få 100 g skjellmat avhenger selvsagt av størrelse og fylningsgrad, men brukbare eksempler er rundt en halvkilo blåskjell, 2-4 kamskjell, 5-10 flatøsters og 3-4 Oskjell.

Spising av skjell bør ikke overdrives, selv om denne problemstillingen er uaktuell for de fleste av oss. Superelskeren Casanova, derimot, kan ha fått i seg vel mye tungmetaller. Han måtte sette til livs 50 østers hver kveld for å komme i form til sengens utfordringer. Østers er kjent som et afrodysium



Det er store variasjoner mellom artene i innhold av de ulike metallene. Muskel og gonade av kamskjell viser generelt de laveste nivåene, og spesielt innholdet av tungmetaller i kamskjellmuskel er på nivå med fiskefilet. Dette skyldes at de bløtdelene (bla. fordøyelseskjertel og nyre) som er rensset bort inneholder mer metaller enn de spiselige delene.

Analyser av kadmium i forskjellige vev og organer hos oskjell viser imidlertid at *nyrene* svarer for over 90 % av alt kadmium og bly som finnes i bløtdelene. Nyrene er helt svarte og lett å gjenkjenne etter at skjellene er dampet. Det anbefales derfor å fjerne disse før skjellene spises.

hovedsakelig på grunn av sitt høye innhold av sink, en annen side ved østersens evne til å ta opp mineraler. Med et slikt inntak av kadmium kan han ha nådd grensen for ukentlig inntak i løpet av 1-2 dager og sannsynligvis akkumulert kadmium over tid. I løpet av noen tiår kan han så ha kommet opp i kritiske konsentrasjoner av kadmium i kroppen som kan ha gitt blant annet nyreskader. Hva Casanova døde av er imidlertid ukjent for oss. For oss andre er og bør skjell være et næringsrikt tilskudd til et ellers godt kosthold.

Nyrene i Oskjell bør fjernes

Tabell 1 viser at Oskjell har et høyt innhold av metallene kadmium og bly.

Konsentrasjoner av metaller i Oskjell varierer betydelig, og trolig følger dette alderen på skjellene ved at eldre skjell har akkumulert mer metaller. Nivåene for disse to metallene i oskjell oversteg i de fleste tilfellene de foreslåtte øvre grenseverdiene fra EU. Innholdet av kadmium utgjorde hele tre ganger grenseverdien, mens innholdet av bly oversteg EUs øvre grenseverdi to ganger. Analyser av kadmium i forskjellige vev og organer hos Oskjell viser imidlertid at *nyrene* svarer for over 90 % av alt kadmium og bly som finnes i bløtdelene (Julshamn, 1981; Julshamn & Duinker upubliserte data). Nyrene er helt svarte og lette å gjenkjenne etter at skjellene er dampet. Vi anbefaler derfor å fjerne disse før skjellene spises. Dermed kan man fortsatt nyte den intense og spennende smaken av Oskjellene med god helse. For kamskjell har vi en tilsvarende situasjon i fordøyelseskjertelen, men her har vi allerede tradisjoner for å fjerne denne sammen med kappe og gjeller. Samlet inneholder bløtdelene hos kamskjell hele 8 mg kadmium per kg (Julshamn & Duinker upubliserte data), mens de spiselige delene som nevnt ligger på nivå med fiskefilet. Kadmium i kamskjell er konsentrert i fordøyelseskjertelen, mens nyrene i motsetning til Oskjell har relativt lave nivåer. Dette demonstrerer igjen hvor store artsforskjeller det finnes blant skjell.

Ulike kjemiske former og giftighet

Noen metaller som arsen og kvikksølv foreligger i matvarene med forskjellige kjemiske former, og disse formene kan ha høyst forskjellig toksisitet. Dette skaper problemer når grenseverdier skal fastsettes. Med fremskritt innen analyser av de forskjellige kjemiske formene er dette et felt som har fått økt oppmerksomhet den siste tiden.

Helsemyndighetene har vært bekymret for det forholdsvis høye arseninnholdet som kan forekomme i fisk, ettersom uorganisk arsen i drikkevann har vist seg å ha negative helseeffekter selv ved lave konsentrasjoner. Nylig har man imidlertid vist at innholdet av de toksiske uorganiske arsenformene ligger stabilt lavt i fiskemuskel, selv om innholdet av totalt arsen kan variere mye og komme opp i høye verdier. Kunnskap om arsenets kjemiske former og innhold i skjell er imidlertid mangelfull. Det vi vet er at andelen uorganisk arsen er høyere enn hos fisk, samt at det er andre arsenforbindelser som dominerer. Tilsvarende problemstilling har vi for kvikksølv, men her er det den organiske formen som er den mest toksiske og som det finnes mest av i fisk. Tabell 2 viser imidlertid at kvikksølvnivået i skjell er lavere enn i fiskemuskel. De uorganiske formene for kvikksølv er bare middels toksiske, men disse kan omdannes til metylkvikksølv under anaerobe forhold når de blir tilført det marine miljø. Her er det en rekke metodiske, ernæringsmessige og toksikologiske forhold som må avklares i nær fremtid.

Fiskeridirektoratets overvåkningsprogram for skjell

Kontroll med innhold av tungmetaller i skjell til konsum er en nødvendig del av forvaltningen. I tillegg har EU direktiver for godkjenning av skjell til konsum, som krever historiske data for innhold av tungmetaller, andre giftstoffer og koliforme bakterier i skjell og vann. I Norge har det manglet slike data, og faren er derfor tilstede for handelshindringer basert på manglende dokumentasjon. I regi av Fiskeridirektoratet ble det derfor høsten 1999 satt i verk et overvåkningsprogram for skjell som skal undersøke innholdet av tungmetaller og koliforme bakterier samt PCB og dioksiner. Femti lokaliteter undersøkes hvert år for miljøgifter, bakterier og algegifter. Prøver tas over en periode på minimum ett år med en hyppighet som tilfredsstiller kravene til EU.

Bakgrunnen til krav om dokumentasjon av tungmetallinnhold er erfaringer fra at skjell i områder med forurensing kan inneholde helseskadelige mengder, slik vi her har gjort rede for. Prøver for fire år er til nå analysert. For de fleste lokalitetene ligger innholdet av tungmetaller innenfor det som er normalt for upåvirkete områder. Dessverre ser vi også noen områder med høye verdier av tungmetaller der det i dag drives skjell dyrking. På den annen side demonstrerer dette viktigheten av overvåkningsprogrammet.



Østers er kjent som et afrodisium hovedsakelig på grunn av sitt høye innhold av sink, en annen side ved østersens evne til å ta opp mineraler. Med Casanovas påståtte inntak av 50 østers hver dag, kan han ha akkumulert så mye kadmium over tid at han i løpet av noen tiår kan ha kommet opp i kritiske konsentrasjoner i kroppen, som kan ha gitt blant annet nyreskader

Norske skjell kan være svært så rene...

Skjell er sunn og trygg mat så lenge de høstes fra rene farvann som ikke er påvirket av forurensing, og slike områder er en ressurs som vi her i Norge har spesielt mye av. Ettersom skjell er følsomme for forurensing kan rent vann bli et viktig middel i markedsføring av norske skjell, spesielt om man sammenlikner med enkelte dyrkingsområder sør i Europa. Men dette forutsetter grundig oppfølging med undersøkelser av skjell fra de ulike dyrkingsområdene. Bildet av de rene norske fjordene kan lett komme til skade dersom en stikkprøve av et parti eksporterte skjell skulle vise høye verdier av for eksempel tungmetaller. Østers er spesielt følsom for påvirkning av tungmetall forurensing, og en bør derfor stille spesielt høye krav til lokaliteter for østersdyrking. For Oskjell er det viktig av man innarbeider fjerning av fordøyelseskjertelen i både markedsapparat og hos konsumentene (*se figur*). En beskrivelse av fremgangsmåten for rensing av Oskjell er blant annet gitt i boken "Med skjell på gaffelen" (Mortensen m.fl.).

Referanser

Julshamn, K. 1981. Studies on major and minor elements in molluscs in Western Norway. Fisk.Dir.Skr., Ser. Ernæring, vol. 1 (5) s 215-234.
Mortensen, S. Med skjell på gaffelen. Kom forlag

Artikkelen er tidligere trykket i Norsk Fiskeoppdrett nr. 1, 2004