

Blåmusslor - En inte helt ofarlig delikatess



Avdelningen för toxikologi
Handledare: Björn Hellman
Grupp: 9
Magnus Anderson
Jon Haraldsson
Per Öhrngren
A5 HT -01

SUMMARY

This literature study was made to reveal the secret behind diseases caused by intake of blue mussels.

Cyanobacteria is a category of animals/plants which is classified somewhere between prokaryotes and algae mostly because they look like bacteria but have chlorophyll and are autotrophy. The Cyanobacteria subtypes named *Dinophysis acuta*, *Dinophysis acuminata*, *Dinophysis sacculus* and *Gonyulax cantella* are able to produce toxins, which are the origin of blue mussel diseases. Blue mussels accumulate poison from cyanobacteria and when algae is blooming intake of blue mussels may be dangerous.

The two major diseases caused by blue mussels is paralytic shellfish poisoning (PSP) and diarrheic shellfish poisoning (DSP). PSP rises from the toxin saxitoxin and symptoms are hypotension, myocardial dysfunction and at its edge cardiac arrest. Approximately 1-10 % of the cases are deadly. DSP is more common and less dangerous, the affected get symptoms that are nasty but not deadly such as illness, diarrhoea and vomiting. The toxins that lead to DSP have their origin in okada acid or are for example dinophysistoxin and pectenotoxin. The okada acids derived are the most common and also the ones that man should be worried about because of its tumour stimulating ability.

Swedish national food administration has some basic demands on blue mussels sold in restaurants in Sweden, and the reported cases in Sweden are very few.

Innehållsförteckning:

<u>SUMMARY</u>	1
<u>INLEDNING</u>	4
<u>MUSSLOR (AV LATINETS <i>MUSCULUS</i>) - GENERELL INFORMATION</u>	4
<u>BLÅMUSSLA (<i>MYTILUS EDULIS</i>)</u>	5
<u>CYANOBAKTERIER</u>	5
<u>PARALYTISK SKALDJURSFÖRGIFTNING (PSP)</u>	6
<u>DIARRÉISK SKALDJURSFÖRGIFTNING (DSP)</u>	8
<u>DISKUSSION</u>	10
<u>KÄLLFÖRTECKNING</u>	12
<u>BILAGA 1 – LAGAR OCH FÖRORDNINGAR</u>	14
<u>BILAGA 2 – RECEPT</u>	15
<u>BILAGA 3 - VINLISTA</u>	16

INLEDNING

Glada i hågen efter att fått sin stimulerande uppgift om vilken de skulle skiva sitt block fyra arbete beslöt de tre farmacistuderande sig för att fira. Vägen gick först förbi Saluhallen där två kilon färska blåmusslor inhandlades. Efter ett snabbt stopp hos den gröna skylten och ett vid ICA Väst hade de alla ingredienser för en lyckad kväll. De tre unga virila gentlemanen tillika farmacie studerande tillagade musslorna under mycket glam och støj (*Se bilaga 2 - Recept*) allt medan Rieslingen låg på kylning (*se bilaga 3 - Vinlista*). Kvällen förlöpte ypperligt och havsdelikatesserna avnjöts fram till emot småtimmarna då de skulle bryta upp.

Den ytterligt potente Jon Haraldsson började känna sig stel i musklerna men trodde först att det berodde på att ha suttit still länge. Det blev dock inte bättre utan kvidande kröp han hem till Mari.

Ungefär samtidigt kände den tvåfagra ysterkalven Per Öhrngren en viss oro i bukregionerna. Hans tillstånd förvärrades snabbt och hans färd hem blev mycket svår. Ehuru han under denna resa inte mindre än fyra gånger nödgades att i brådska kliva av cykeln och uppsöka ett buskage, då en oerhörd flatulism och meteorism ständigt gjorde sig påmind.

För den tredje livsnjutaren Magnus Anderson var natten till en början betydligt bättre. Det var inte förrän vid uppvaknandet morgonen efter som han i bestörthet konstaterade att hans kropp mycket motvilligt lydde hans hjärna. Han tyckte sig också kunna konstatera att huvudet krympt samtidigt som dess innehåll dubblat sin volym.

Förfärade av sina besvär rusade de trenne pojkarna genas till det anrika biblioteket vid Uppsala universitets biomedicinska centrum för att utröna orsaken till deras symtom.

De tre antog att gårdagskvällens måltid var orsak till deras besvär. De beslöt att undersöka blåmusslan lite närmare och de kunde efter vissa efterforskningar konstatera följande:

Musslor (av latinets *musculus*) - generell information

Musslor är en klass av blötdjur med cirka 1 500 nu levande arter. Typiskt för dem är att de har två skyddande skal som förbinds via ett ryggkantsligament. Namnet *musculus* kommer sig av den för musslans rörelse viktiga kilformiga bildning som kan förkortas då musklerna drar ihop sig och förlängas då den vattenfylls. Denna muskel används vid förflyttning och det är även denna som musslorna använder för att producera de fibrer vilka de med hjälp av fäster

sig vid hårda underlag. Matsmältningsapparaten är enkelt uppbyggd och runt hela musslans mantel, ett hudveck på insidan av skalet, finns kalkproducerande körtlar som ger skalet dess hårdhet. Musslor är ofta skildkönade och har pariga könskörtlar. Spermier och ägg släpps ut i vattnet där befruktning sker [1].

Blåmussla (*Mytilus edulis*)

Blåmusslan är en av arterna i musselfamiljen *Mytilidae*. Blåmusslan lever från Norra Atlanten och upp till ungefär Gävlekusten. Blåmusslan lever på sten- och grusbotten och utnyttjar då de fibrer som nämndes ovan, så kallade byssustrådar. Arten är skildkönad och befruktningen sker i maj och juni. Första delen av livet tillbringar musslan i larvform, veligerlarv, då den livnär sig på plankton. Därefter driver blåmusslan till en passande plats och så att säga rotar sig. Tjugo år gamla kan dessa tre till sex centimeter långa varelsor bli.

Blåmusslor odlas i stor skala då den anses som en delikatess i Europa. Problemet är att blåmusslan ackumulerar gifter som kommer från kväve- och fosforhaltiga cyanobakterier. Under tider med riklig förekomst av dessa bakterier kan blåmusslorna vara giftiga [2].

Cyanobakterier

Cyanobakterier är en kategori från djur-/växtriket som förbryllat vetenskapen, inte minst vad gäller deras klassificering. En del anser att cyanobakterierna verkligen är bakterier och benämner dem prokaryota organismer, andra menar

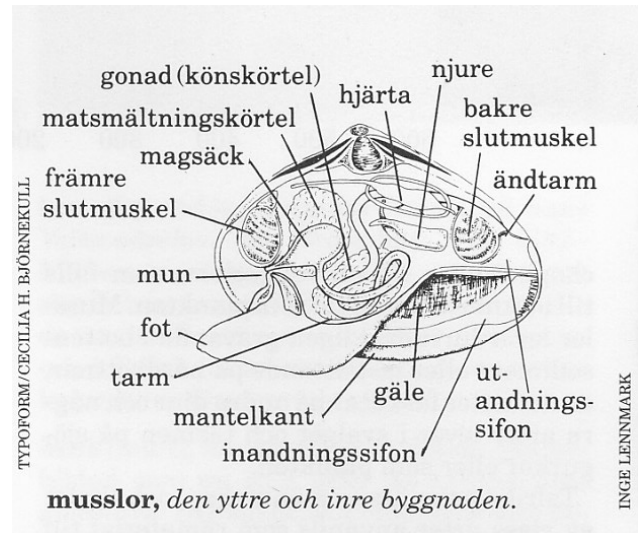


Fig. 1: En anatomisk skiss av en mussla

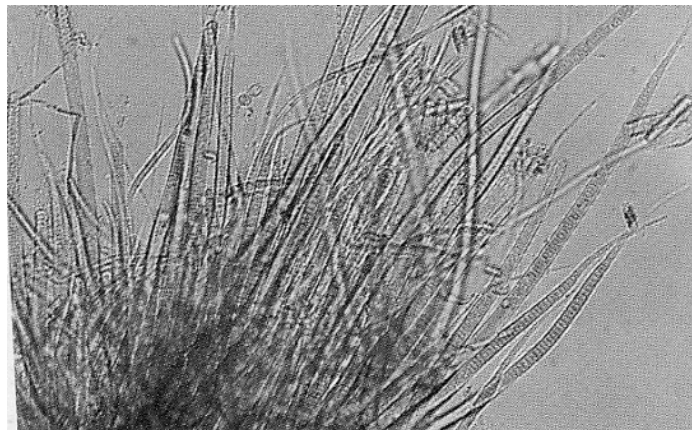


Fig. 2: Cyanobakterier

att det rör sig om alger. Det som skiljer dem från ”vanliga” bakterier är att de har klorofyll samt att de är autotrofa. Dessutom är arterna ur denna kategori större och har en skiktad cellvägg med ett slemmigt yttre lager. Det korrekta är nog att skilja cyanobakterierna från övriga grupperingar av bakterier [3].

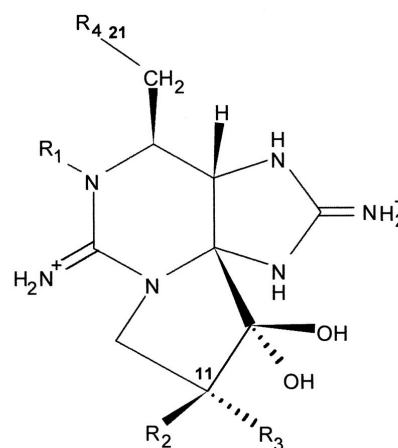
Cyanobakterier förekommer antingen i en encellig kolonibildande form eller som en- eller flercelliga trådliknande typer. Hos de trådliknande cellerna har en uppdelning av arbetet skett sinsemellan. Vissa delar sköter förökningen, vissa fixerar kväve (så kallade heterocyter) och vissa delar fäster till underlaget. Medan de encelliga reproduceras genom enkel celledelning, förökar sig de trådlika dels genom hormogon (små avknoppade trådar) och dels genom akineter (viloceller som kan utvecklas till nya trådar) [4].

Totalt finns det cirka 2000 arter av cyanobakterier. Cirka en tredjedel av dessa har förmågan att fixera kväve. Arter med denna förmåga finns bland annat i risfält och är en förutsättning för lyckade skördar [5]. Massförekomst av kvävefixerande bakterier ger algblomning vilket kan orsaka sjukdomar både direkt och indirekt. Cyanobakterier producerar toxiner som tas upp av exempelvis musslor vilket kan leda till indirekta förgiftningar av människa. De subtyper som orsakar blåmusselförgiftning är *Dinophysis acuta*, *Dinophysis acuminata*, *Dinophysis sacculus* [6] samt *Gonyulax catenella* [7].

Paralytisk skaldjursförgiftning (PSP)

Bland de första problemen som förknippats med blåmusslor är så kallad paralytic shellfish poisoning och denna risk rapporterades redan 1851. Det var dock inte förrän 1937 som man kunde konstatera vad denna förgiftning berodde på. Man kom då fram till att det fanns ett direkt samband mellan halten av cyanobakterien *Gonyulax catenella* och toxiciteten i *Mytilus californianus*; Kaliforniska blåmusslor [7]

PSP har fått sitt namn efter de symtom som en infekterad människa uppvisar. Symtomen



Toxins	R1	R2	R3	R4
Carbamate				
STX	H	H	H	CONH ₂
NEO	OH	H	H	CONH ₂
GTX 1	OH	H	OSO ₃ ⁻	CONH ₂
GTX 2	H	H	OSO ₃ ⁻	CONH ₂
GTX 3	H	OSO ₃ ⁻	H	CONH ₂
GTX 4	OH	OSO ₃ ⁻	H	CONH ₂
N-Sulfocarbamoyl				
GTX 5	H	H	H	CONHSO ₃ ⁻
C1	H	H	OSO ₃ ⁻	CONHSO ₃ ⁻
C2	OH	OSO ₃ ⁻	H	CONHSO ₃ ⁻
C3	OH	H	OSO ₃ ⁻	CONHSO ₃ ⁻
C4	OH	OSO ₃ ⁻	H	CONHSO ₃ ⁻
Decarbamoyl				
dcGTX2	H	H	OSO ₃ ⁻	H
dcGTX3	H	OSO ₃ ⁻	H	H

Fig. 3 Saxitoxins kemiska struktur

karaktiseras av yrsel, koordinationsstörningar, tilltagande muskelsvaghet och ibland andnings påverkan.

Symtomen härrör från blåmusslor som dagligen inmundigar stora mängder dinoflagellater, encelliga cyanobakterier. Dinoflagellaterna innehåller ibland stora mängder av ett särskilt toxin, saxitoxin. För att det skall vara farligt för människa krävs att blåmusslan inmundigar vatten som innehåller mer 200 protister/ml eller mer [7].

När blåmusslan äter upp dessa dinoflagellater kommer deras innehåll av toxiner att överföras till musslan som sedan för toxinerna vidare till människor. Paralytic shellfish toxin har också den förmågan att det kan ackumuleras i matsmältningsorgan [8].

Toxinet som ger upphov till PSP är ett tetrahydropurinbaserat toxin (se Fig. 1) som innehåller två permanenta guanidinfunktioner. Som synes i bilden substitueras saxitoxin framförallt på fyra olika ställen utifrån vilket man kan dela in det i olika undergrupper. Det toxin som främst associeras med paralytic shellfish poisoning är saxitoxin. Saxitoxin karakteriseras av karbamatsubstitution och verkar genom att med hög affinitet [9] blockera Na⁺-kanaler i muskel- och nervceller. Detta får till följd att Na⁺-inflödet under depolarisationen och impulsledningen hindras. Det räcker med doser om 4,5-13µg/kg kroppsvikt för att få en stark effekt på nervbanorna hos katt [7].

Höga doser saxitoxin leder till drastiskt sänkt blodtryck, myokardiell dysfunktion och slutligen hjärtstillestånd [10]. Man har dock på ett tidigt stadium kunnat konstatera att saxitoxin inte påverkar andra joners flöden in och ut ur cellerna [7].

PSP uppstår ofta periodiskt och vanligtvis då i samband med de algblomningar som sker på våren [12]. Detta beror naturligtvis på det som vi nämnt ovan nämligen att de bakterier som producerar saxitoxin främst finns i de alger som blommar på våren och sedan äts upp av blåmusslorna. Nivåerna ökar sedan stadigt i de vatten som är infekterade med ett maximum mellan juli och september [13]

Symtomen uppstår inom 60-90 minuter efter det att man har ätit toxinnehållande musslor. Ett ytterligare problem med dessa toxiner är att de inte påverkas alls av kokning eftersom de är naturligt värmestabila [14]

Toxinerna stannar dock inte kvar i musslorna för evigt utan sköljs ut efter cirka två veckor om musslorna får leva i helt oinfekterat vatten [7]. Detta medför att man egentligen inte kan skydda sig mot sjukdomen utan får man den så får man den.

PSP behöver normalt inte behandlas alls utan symtomen avklingar av sig själva efter 1-4 dagar. Vid svåra fall kan man dock behandla med kol eller ventrikeltömning. I 1-10% av

fallen leder dock PSP till döden [12] och dödligheten verkar öka med ålder och andra sjukdomar. En tänkbar behandlingsmetod som åtminstone avhjälper de effekter som fås på cirkulationsapparaten är dobutamin, en selektiv β_1 -antagonist [10]. En annan intressant möjlighet är behandling med zink eftersom zinkjoner kompetitivt tävlar med saxitoxin om dess bindningsplats på natriumkanaler på hjärtmuskulaturen [15]

Normalt sett utsöndras saxitoxin via glomerulär filtration och det är det enda sätt med vilket man kan göra sig av med det. Det finns alltså inte några inneboende mekanismer i kroppen som kan ta hand om och oskadliggöra saxitoxin [10]. Man har dock märkt att vissa typer av bakterier, exempelvis *E.Coli* förbrukar saxitoxin och andra cyanobakterieproducerade toxiner i sin metabolism och därigenom oskadliggöra toxinerna [8]. Men eftersom man också sett att *E.coli*-bakterierna även kan producera olika typer av toxin, verkar det otroligt att man skulle kunna använda dessa bakterier för att rensa ut toxinerna från musslorna så att de inte skulle kunna skada människor.

Diarréisk skaldjursförgiftning (DSP)

PSP är inte den enda typ av förgiftning som förknippas med blåmusslor. En annan typ av förgiftning är diarréisk skaldjursförgiftning, DSP. DSP är det man i första hand förknippar med blåmusselförgiftning då denna är betydligt vanligare än betydligt mindre farlig förgiftning jämfört med PSP.

De vanligaste symtomen som uppvisas vid DSP-förgiftning är gastrointestinala besvär som diarré, illamående och kräkningar. I mindre utsträckning kan man också se buksmärter och feber. Symtomen debuterar efter 30 minuter till 12h och symtomen kan hålla i sig ett par dygn dock har som regel förgiftningsbilden avklingat inom tre dygn [16].

Orsaken till dessa förgiftningssymtom härrör från det toxin som anrikas i blåmusslorna under blomningen av vissa algar. De alger som innehåller toxiner vilka ger upphov till DSP är huvudsakligen *Dinophysis acuminata* och *Dinophysis acuta*. Substanser med samma toxiska verkan har även påträffats i *D. norvegica* och *D. rotundata*. Alla fyra arterna förekommer i svenska vatten [6]. Vissa rön tyder på att även dinoflagellaten *Prorocentrum lima* i kombination med brunalgen *Ectocarpus sp Epiphytic* ger upphov till okadasyra-liknande aktivitet i musslor [17].

De två dominerande arterna, *D. acuminata* och *D. acuta*, innehåller olika varianter av toxinet okadasyra [18]. Det är varianter på detta toxin som huvudsakligen orsakar DSP [19]. I *D.*

acuminata finns bara okadasyra medan det i *D. acuta* även finns DTX-2 (dinophysistoxin-2) [18] vilket är en isomer till okadasyra. 7-acylderivatet av okadasyra, DTX-1 och DTX-2 samlas under namnet DTX-3 [19].

Man har konstaterat ett mycket starkt samband mellan mängden *D. acuta* i vattnen och halten DTX-2 i musslor [18]. Halterna toxin varierar med mängden alger och vilket av toxinen som finns i störst mängd är säsongsberoende med en övervikt för okadasyra på våren och DTX-2 på sensommaren och hösten [18]. Toxinhalten har varit så höga att musselodlingar stängts i ett flertal Europeiska länder däribland Sverige och Norge. Då man har iakttagit att okadasyra har tumörfrämjande egenskaper hos människa är det idag ett ökat intresse för denna substans och dessa egenskaper kan få till följd att gränsvärdena kommer att regleras. [20]

Även toxinen pectenotoxin (PTX) och yessotoxin (YTX) har konstaterats orsaka DSP. Dessa substanser såväl som okadasyran är lipofila polyeterar [19] och man har också konstaterat att okadasyran är en potent hämmare av proteinfosfataser [20]. Hämmning av proteinfosfataser medför att defosforylering förhindras och aktiviteten av en rad biologiska processer, bland annat glykogen metabolism och glattmuskelkontraktion, uteblir därav uppkomsten av de symptom som påvisas hos människa vid DSP-förgiftning [21].

D. acuta innehåller förutom okadasyra och DTX-2 även toxinet PTX-2 vilket liksom okadasyra och dess derivat räknas till DSP-toxinerna. Dock finns det idag inga bevis för att PTX-toxinerna (fem olika är identifierade) orsakar diarré hos människa. Observerad levertoxicitet från PTX-1 liknar den från mycotoxiner och svåra skador på tunntarmen har rapporterats efter peroral administrering av PTX till möss. Det finns idag ett ökat intresse för PTX då man har konstaterat en potent selektiv cytotoxicitet mot flera typer av humana cancerceller [22].

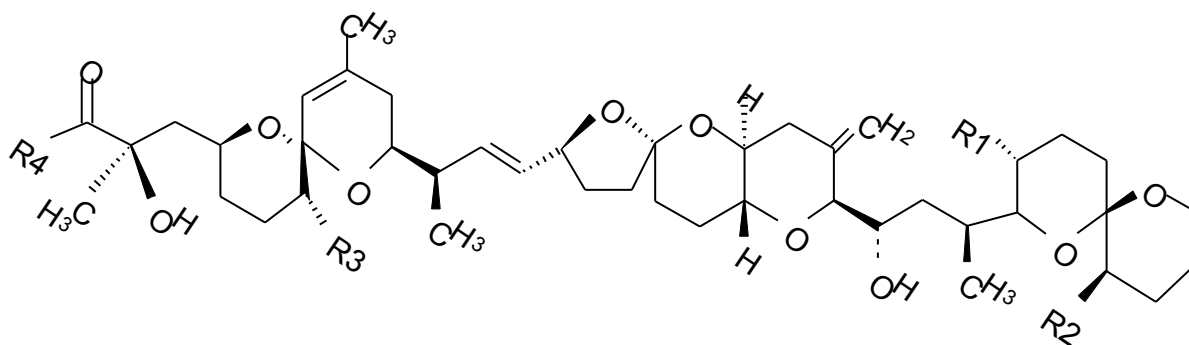


Fig. 4: Struktur av okadasyra. [23]

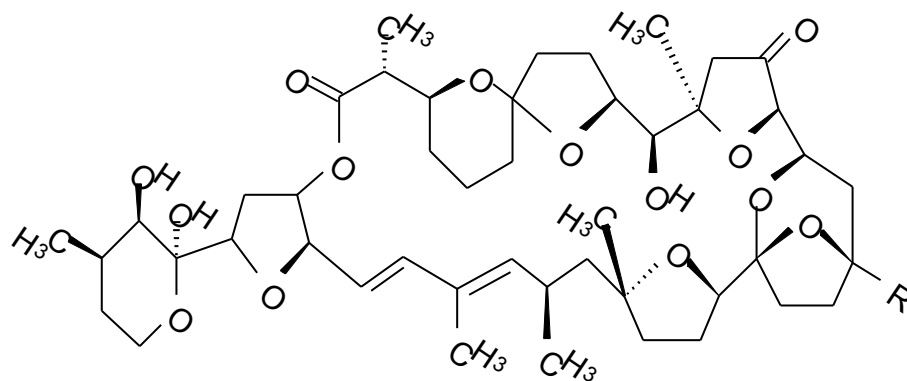
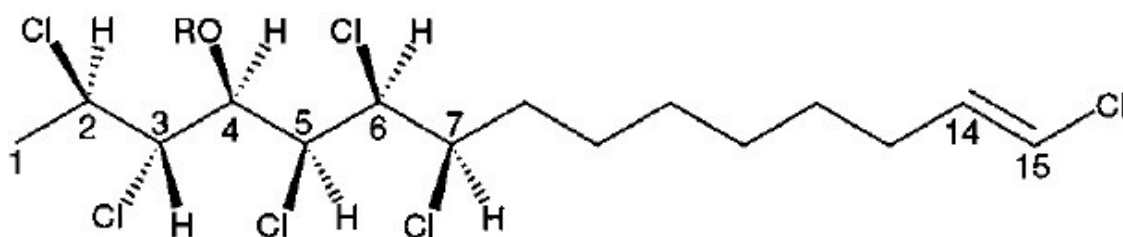


Fig. 5: Struktur av PTX

Nyligen har man identifierat ett annat toxin, Korosulfolipid 1, vilket man tror även det ger upphov till DSP. Klorosulfolipid 1 har en helt annorlunda struktur än okadasyra och dess derivat. (Se Fig. 6). Detta toxin är hittills endast återhunnit i nordvästra Adriatiska havet. Toxinet återfanns i matspjälkningskörtlar hos *Mytilus galloprovinciales* [24].



- 1 R = SO₃H
- 2 R = H
- 3 R = (S)-MTPA
- 4 R = (R)-MTPA

Fig. 6: Struktur av klorosulfolipid

Diskussion

Låt oss återgå till våra tre unga herrar från inledningen. Vad var det egentligen som de hade drabbats av? Herr Haraldssons symptom berodde av allt att döma på PSP, emedan Herr Öhrngren drabbades av DSP. Herr Anderson vara svårare att ställa diagnos på men efter en

del funderande beslöt de sig för att tolka symtomen som anrikning av acetaldehyd till följd av EtOH metabolism.

Om skörd av blåmusslor sker under perioder av algblomning finns risk att blåmusslorna innehåller toxiska halter av ett eller fler toxin. Toxinerna härrör från cyanobakterier och ackumuleras blåmusslor. De besvär som man främst kan drabbas av är diarréisk blåmusselförgiftning. Denna orsakas av okadasyra och dess derivat. Man tror att även PTX kan orsaka dessa symtom. PSP är en något mer sällsynt förgiftning men desto mer allvarlig. Det finns en tredje typ av förgiftning man kan drabbas av i samband med konsumtion av blåmusslor och det är ASP vilket står för amnesisk skaldjursförgiftning. ASP härrör från domoinsyra vilken strukturellt skiljer sig markant från de toxiner som ger upphov till DSP och PSP. Då denna förgiftningstyp är mycket ovanlig valde vi att koncentrera oss på de andra två typerna av förgiftningar.

För att undvika att drabbas av dylika åkommor i samband med konsumtion av blåmusslor rekommenderas att kontrollera toxinhalten genom att ringa Fröken Mussla; 031-605290.

I Sverige har Livsmedelsverket satt upp föreskrifter beträffande mängden toxiner i de blåmusslor som saluförs i Sverige. Fallen av blåmusselförgiftning här hemma är få och mindre allvarligare än vad fallet är i exempelvis Portugal.

Är blåmusselförgiftning något som gemene man bör gå och vara orolig för och helt enkelt avhålla sig från delikatessen blåmussla? Detta är, som den ledande frågan insinuerar, inte fallet. Vill man vara säker på att undvika matförgiftning bör man i princip undvika all mat, då toxiner och bakterieinfektioner kan förekomma överallt och att det främst handlar om hur maten hanteras. Hanteringen är följaktligen inte bekymret i detta fall utan här vet vi idag vilka toxiner som är orsakande och i de flesta fall hur vi bör behandla sjukdomsförloppet. Då blåmusselförgiftning är en förekommande matförgiftning testas i dagsläget nya farmaka mot symtomen. Visst är det tråkigt att vomera, men den ringa risk som föreligger för förgiftning avsatt mot den delikata smaken hos musslorna (se receptbilaga) ger en ekvation författarna tolkar som att inmundigandet av blåmusslor bör fortsätta.

Källförteckning

- 1) Kari Marklund (ed.). Nationalencyklopedin Bra Böckers förlag, Höganäs 1994. Band 13 s. 529-530 uppslagsord musslor.
- 2) Kari Marklund (ed.). Nationalencyklopedin Bra Böckers förlag, Höganäs 1990. Band 3 s. 86 uppslagsord blåmussla.
- 3) Raven P., Evert R., Eichhorn S. Biology of plants sixth edition W.H. Freeman and Company 1999 s. 450-52.
- 4) Cambell N., Reece J., Mitchell L. Biology fifth edition Adisson-Wesley 1999
- 5) Kari Marklund (ed.). Nationalencyklopedin Bra Böckers förlag, Höganäs 1990. Band 3 s. 82 uppslagsord blågrönalger.
- 6) Per Olsson Ph.D. Toxicon AB., personlig kommunikation
- 7) Amdur, Doull, Klaassen; Toxicology fourth edition, Pergamon Press; 1991; 768
- 8) Smith E., Grant F., Ferguson C., et. al, Biotransformations of Paralytic Shellfish Toxins by bacteria isolated from bivalve molluscs, Applied and environmental microbiology, Maj 2001 Vol 67, No 5, 2345-2353,
- 9) Favre I., Moczydowski E., Schild L., Specificity for block by saxitoxin and divalent cations at a residue which determines sensitivity of sodium channel subtypes to guanidinium toxins, J Gen Physiol; 1995 augusti; 106(2):203-29
- 10) Andrinolo D., Michea L., Lagos N., Toxic effects, pharmacokinetics and clearance of saxitoxin, a component of paralytic shellfish poison in cat, Toxicon, 1999, mars; 37(3):447-64
- 11) WHO working group, TA: Aquatic (marine and freshwater) biotoxins, Environmental Health Criteria, 1984: VI:37, 95
- 12) de Carvalho M., Jacinto J., Ramos N., et al., Paralytic shellfish poisoning: clinical and electrophysiological observations, J Neurol(1998)245: 551-554
- 13) Cheun B., Takagi S., Hayashi T., et al; Detemination of Na channel blockers in paralytic shellfish toxins and pufferfish with a tissue biosensor, J Nat Toxins 1998 Jun;7(2):109-20
- 14) Lawrence JF, Mather M, Watson-Wright W, Effect on cooking on the concentration of oxins associated with paralytic shellfish poison in lobster hepatopancreas, Toxicon, 32(1), 1997, 57-64
- 15) Schild L, Moczydowski E., Competitive binding interaction between zinc ion and saxitoxin in cardiac sodium ion channels: Evidence for a sulfhydryl group in the zinc ion-saxitoxin binding site. Biophys Journal. 1991, 59 (3), 523-537.
- 16) Bengt Carlvik. Giftinformationscentralen, personlig kommunikation
- 17) Morton, S.L., Leighfield, T.A., et al., Evidence of diarrheic shellfish poisoning along the coast of Maine, Journal of Shellfish Research, 1999, 18, Issue 2, 681-686.
- 18) Vale, Paulo, Sampayo, M.A. de M., Dinophysistoxin-2: a rare diarrhoeic toxin associated with *Dinophysis acuta*, Toxicon 38 (2000) 1599-1606.
- 19) James, Kevin J., Bishop, Alan G. et al., Efficient isolation of the rare diarrhoeic shellfish toxin, dinophysistoxin-2, from marine phytoplankton, Toxicon 37 (1999) 343-357.
- 20) Carmody, Eoin P., James, Kevin J., et al., Dinophysistoxin-2: The predominant diarrhoeic shellfish toxin in Ireland., Toxicon, 1996, vol. 3 no 3 pp 351-359.
- 21) Jason, T., Maynes, Kathy S., et al., Crystal structure of the tumorpromoter okadaic acid bound to protein phosphatase-1, Journal of Biological Chemistry, 2001 276: 44078-44082
- 22) James, Kevin J., Bishop, Alan G., et al., Liquid chromatographic methods for the isolation and identification of new pectenotoxin-2 analogues from marine phytoplankton and shellfish,. Journal of Chromatography A 844 (1999) 53-65

- 23) Vale Paulo, Sampayo, Maria Antônia M., Esters of okadaic acid and dinophysistoxin-2 in Portuguese bivalves related to human poisonings., *Toxicon* 37 (1999) 1109-1121.
- 24) Ciminiello, Patrizia, Fattorusso Ernesto, et al., Structural Elucidation of a New Cytotoxin Isolated from Mussels of the Adriatic Sea, *Journal of Organic Chemistry*, 2001, 66, 578-582.

Bilaga 1 – Lagar och förordningar

Vad beträffar lagar och förordningar

För att detektera mängderna saxitoxin i mat använder man sig av HPLC och de av livsmedelsverket fastställda gränsvärdena är:

Föreskrifter om grundläggande krav för saluhållande av levande tvåskaliga blötdjur avsedda för konsumtion

Levande tvåskaliga blötdjur avsedda för konsumtion skall uppfylla följandekrav;

1. Blötdjuren skall vara synbarligen färska och livskraftiga med skal fria från smuts samt reagera normalt på slag och innehålla vätska i normal mängd.
2. Antalet bakterier skall vara mindre än 300 fekala koliforma bakterier eller mindre än 230 E-coli per 100 g kött och intravalvulär vätska vid femrörs MPN-test vid spädning 1/3 eller annat mikrobiologiskt test med samma känslighet.
3. Salmonella skall inte kunna påvisas i 25 gram blötdjurskött.
4. Vid avsaknad av rutinmetoder för virustestning och upprättande av virologiska standarder skall kontroll ske genom bestämning av antalet fekala bakterier.
5. Totala halten PSP (paralytiskt skaldjursgift) i blötdjurens ätbara del (hela kroppen eller varje ätbar del separat) får inte överstiga 80 mikrogram per 100 gram blötdjurskött enligt den officiella biologiska testmetoden. Vid behov skall metoden kompletteras med en kemisk metod för bestämning av saxitoxin. Om resultaten ifrågasätts skall den officiella biologiska metoden vara referensmetod.
6. Resultaten från gängse officiella biologiska testmetoder avseende halten DSP (diarréframkallande skaldjursgift) får inte vara positiv i ätbara delar av blötdjuren (hela kroppen eller varje ätbar del separat).
7. Halten amnesic shellfish poisoning (ASP) i blötdjurens ätbara delar (hela kroppen eller varje ätbar del separat) får inte överstiga 20 mikrogram domorinsyra per gram kött mätt med analysmetoden HPLC.
8. Kommissionen fastställer testmetoder för kontroll av kemiska kriterier och tillämpliga gränsvärden.
9. Halterna av toxiska eller främmande ämnen - naturligt uppträdande i eller tillsatta i miljön får inte överskrida de värden som anges i direktiv 79/923/ EEG på så sätt att det beräknade dagliga intaget överskrider tillåtet gränsvärde eller försämrar blötdjurens smak.

Bilaga 2 – Recept

Musselsoppa med saffran (4 portioner)

Musselkoket:

2 kg musslor (2 nätpåsar)
2 gula lökar eller 2 schalottenlökar
2 vitlöksklyftor
6-8 kvistar persilja
2 kvistar timjan eller 1 tsk torkade blad
3 dl vitt torrt vin

Soppan:

2 msk smör
1 krm saffran
musselspadet
salt efter smak
litet cayennepeppar
🕒 40 minuter

Skrapa musslorna under rinnande vatten och dra bort den lilla tofsen. Musslor som inte stänger sig när man knackar dem i diskbänken ska kastas.

Hacka lök, vitlök och persilja. Värm lite olja i en stor gryta och låt hacket fräsa några minuter under omrörning tillsammans med lite timjan. Häll på vinet. När det kokar lägger man i musslorna och lägger på locket. Musslorna är klara när skalén öppnar sig.

Plocka upp musslorna. (Obs! Kasta de som inte öppnat sig under kokningen.) Spara eventuellt några med skal till garnering. Ta köttet ur resten av musslorna. Häll upp kokspadet i en skål.

Fräs upp lite smör och saffran i en kastrull (överdosera ej med saffran). Häll på musselspadet och grädden. Är det lite musselspad kan man lägga lite fiskbuljong. Koka ihop på låg värme i ca 10 min. Smaka av med salt och cayennepeppar. Den som vill finfördelar soppan med mixer – detta gör den också vackert skummig. Lägg i de urplockade musslorna och låt allt bli varmt. Servera med några hela musslor i varje tallrik och bjud fräsigt baguette eller smörstekta brödtärningar till.

Pestogratinerade musslor (4 port som förrätt)

20-24 kokta musslor enligt receptet ovan

Basilikapesto:

2 krukor basilika
2 vitlöksklyftor
1 dl pinjenötter (eller 10 valnötskärnor)
1 dl färskriven parmesanost eller annan lagrad hårdost
2 dl olivolja
2 msk smör
salt och peppar
🕒 15 min

Sätt ugnen på 250°C.

Stöt vitlök, nötter och basilika till mos i en mortel eller använd matberedare med knivblad. Blanda i riven ost, olivolja och en klick smör. Smaka av med salt och lite peppar. Naturligtvis kan man också använda pesto på burk, men hemgjord brukar vara godare.

Dela musslorna. Lägg halvan med musselkött i en ugnform och klicka en knapp tesked pesto i varje. Gratinera i cirka 5 minuter. Eventuell överbliven pesto är gott att äta till pasta.

Bilaga 3 - Vinlista

Santagostino Epoca, Italien, 1999
Drostdy-Hof, Chardonnay, Sydafrika, 1985
Chablis Premier Cru Vaillons, Frankrike 1996
Jacob's Creec Dry Riesling, Australien, 1992

Om man är lite mer belgisk i sinnet dricker man ju gärna öl till sina musslor, då föreslår vi:
Hoegaarden, ljust öl
Leffe blonde (dock inte radieuse)
Floreffe double
Jupiler eller Stella fungerar alltid.