

# Kontrollprogrammet för tvåskaliga blötdjur

Årsrapport 2014-2019



---

Denna titel kan laddas ner från: [Livsmedelsverkets sida för att beställa eller ladda ner material](#).

Livsmedelsverket har inte tagit ställning till innehållet i rapporten, författarna svarar själva för rapportens innehåll och slutsatser.

© Livsmedelsverket, 2020.

Författare:

Malin Persson, Bengt Karlson, Aida Žuberovic Muratovic, Magnus Simonsson, Petra Bergkvist och Elin Renborg

Rekommenderad citering:

Persson, M., Karlson, B., Žuberovic Muratovic, A., Simonsson, M., Bergkvist, P., Renborg, E. 2020.

L 2020 nr 24: Kontrollprogrammet för tvåskaliga blötdjur, Årsrapport 2014-2019. Livsmedelsverkets rapportserie.

Livsmedelsverket, Uppsala.

L 2020 nr 24

ISSN 1104-7089

Omslag: Livsmedelsverket

# Förord

Livsmedelsverket ger ut den här rapporten som en sammanfattning av de senaste sex årens övervakningsprogram för marina biotoxiner och bakterier i tvåskaliga blötdjur, i praktiken musslor och ostron. Rapporten beskriver resultaten från övervakningen och hur den har utförts gällande provtagningar, analyser samt öppningar och stängningar av produktionsområden. Rapporten presenterar vilken effekt förekomst av marina biotoxiner och bakterier har haft på produktionen av tvåskaliga blötdjur i Sverige.

Rapporten vänder sig främst till producenter av tvåskaliga blötdjur i Sverige men även till allmänheten, producentorganisationer och forskare på området.

Rapporten är skriven av Statsinspektör Malin Persson, med bidrag från statsinspektörerna Elin Renborg och Petra Bergkvist, Director of the European Union Reference Laboratory for Foodborne Viruses Magnus Simonsson och kemist Aida Zuberovic Muratovic samtliga vid Livsmedelsverket samt Bengt Karlson, SMHI, forskare vid enheten för oceanografisk forskning.



# Innehåll

Förord.....	3
Förkortningar.....	7
Ordlista.....	8
Sammanfattning.....	9
Summary .....	10
The monitoring program for bivalve molluscs 2014-2019.....	10
Bakgrund .....	11
Växtplankton kan bilda algtoxiner.....	11
Toxiner som ingår i kontrollprogrammet.....	14
Bakterier och virus.....	15
Myndigheters kontroll och övervakning .....	16
Lagstiftning .....	18
Musselproduktionen i Sverige.....	19
Metoder för skörd av musslor och ostron.....	20
Blåmusslor.....	20
Ostron.....	21
Hjärtmussla.....	22
Sjöpung.....	22
Kontroll av tvåskaliga blötdjur.....	23
Omfattning .....	23
Klassificering av produktionsområden.....	25
Provtagning, analys och uppföljning .....	27
Provtagning .....	27
Analys .....	28
Uppföljning av analysresultat.....	30
Nationellt referenslaboratorium.....	32
Resultat marina biotoxiner 2014-2019 .....	33
DST - Diarrétoxiner .....	33
PTX - Pectenotoxiner .....	37
PST - Paralyserande toxiner.....	37
AST - Amnesitoxiner .....	39
AZA - Azaspiracider.....	40
YTX – Yessotoxiner .....	41
Resultat Bakterier och virus 2014-2019 .....	43

<i>Escherichia coli</i> .....	43
Virus.....	45
Diskussion.....	47
DST.....	47
PST .....	49
AST.....	49
AZA .....	50
<i>E. coli</i> och norovirus .....	50
Rekommendation om kokning av musslor.....	51
Möjlig framtida utveckling av kontrollprogrammet.....	51
Referenser .....	53

# Förkortningar

**AZA** Azaspiracid, lipofila biotoxiner som produceras av växtplankton från släktena *Azadinium* och *Amphidoma*

**ASP** Amnesic Shellfish Poisoning, syndromet som är resultatet av förgiftning av AST. Amnesi är en medicinsk term som innebär en sjuklig oförmåga att komma ihåg eller att skapa minnen.

**AST** Amnesic Shellfish Toxin, ej lipofila biotoxiner (domorinsyra) som produceras av växtplankton från släktet *Pseudo-nitzschia*. AST är ett gift som påverkar centrala nervsystemet, bl.a. hjärnan. Amnesi är en medicinsk term som innebär en sjuklig oförmåga att komma ihåg eller att skapa minnen.

**DSP** Diarrhetic Shellfish Poisoning, syndromet som orsakas av förgiftning av DST

**DST** Diarrhetic Shellfish Toxins, lipofila biotoxiner, bl.a. okadasyra, som produceras av växtplankton från släktet *Dinophysis*

**E. coli**, *Escherichia coli*, en bakterie som bl.a. finns i människors tarmar.

**PSP** Paralytic Shellfish Poisoning, syndromet som orsakas av förgiftning av PST

**PST** Paralytic Shellfish Toxins, ej lipofila biotoxiner (saxitoxiner) som produceras bl.a. av växtplankton från släktet *Alexandrium*

**PTX** pectenotoxiner, lipofila biotoxiner som produceras av växtplankton från släktet *Dinophysis spp*

**YTX**, Yessotoxiner, lipofila biotoxiner som produceras av växtplankton från släktena *Protoceratium*, *Lingulodinium* och *Gonyaulax*.

# Ordlista

**Breddning** - planerat eller oplanerat utsläpp av orenat eller delvis orenat avloppsvatten som rinner ut i havet.

**Copepod** - även kallat hoppkräfta, är i detta sammanhang ett litet planktoniskt kräftdjur som äter växtplankton

**Dinoflagellater** - en grupp encelliga organismer som bl.a. utgör en del av växtplankton

**Genogrupp** - norovirus, som ger vinterkräksjuka är uppdelade i olika genogrupper. Genogrupp I och II infekterar människor och förekomsten av dessa två genogrupper kan kontrolleras i tvåskaliga blötdjur.

**Gränsvärde** - den maximala tillåtna halten av toxin (-er) eller mängd av mikroorganismer som får finnas i tvåskaliga blötdjur som är avsedda som livsmedel enligt EUs regler.

**Invasiv art** - en art som spridits till områden utanför sitt ursprungliga utbredningsområde, som kan föröka sig och som kan skada ekosystemet som de kommit till. Den kan då vara ett hot mot den biologiska mångfalden.

**Kiselalger** - en grupp encelliga organismer som bl.a. utgör en del av växtplankton

**Leveransanläggning** - anläggning, avsedd för mottagning, konditionering, tvättning och förpackning av levande musslor avsedda att användas som livsmedel.

**Marina biotoxiner** - gifter som bildas av organismer i havet.

**Produktionsområde** - område i hav från vilket levande musslor får skördas i syfte att bli livsmedel. Området är utsett av Livsmedelsverket.

**Reningsanläggning** - anläggning med tank, försörd med rent havsvatten, där levande musslor placeras under den tid som krävs för att reducera bakteriell kontaminering så att musslorna blir tjänliga som livsmedel.

**Screening** - i detta sammanhang en kemisk analys för att hitta specifika ämnen i ett prov innan haltbestämning av dessa ämnen utförs.

**Sifon** - rörlig öppning hos vissa vattenlevande djur som musslor, framgälade snäckor och sjöpungr. En sifon används för att ta in vatten som sedan filtreras över musslornas och ostronens gälar. Förutom födopartiklar tar gälarna även upp syre. Det filtrerade vattnet förs sedan ut ur en annan sifon.

**Syndrom** - en samling symptom

**Tvåskaliga blötdjur** - marina djur som omsluts av två skal och har lamellförgrenade gälar samt livnär sig genom filtrering av vatten, till exempel ostron, hjärtmussla och blåmussla.

**Toxiner / toxicitet** - ett synonym till gifter / giftighet, begreppet används oftast i vetenskapliga beskrivningar.

**Växtplankton** - encelliga organismer som utför fotosyntes i den fria vattenmassan

**Återutläggningsområde** - område i hav som har klart markerade gränser, angivna med bojar, stolpar eller annan fast anordning, och som används uteslutande för naturlig rening av levande musslor.



# Sammanfattning

Musslor och ostron får sin föda genom att filtrera havsvatten som bland annat innehåller olika typer av små växtplankton. Växtplankton utgör basföda för musslor och ostron, men vissa växtplankton producerar toxiner (gifter) som kan utgöra hälsofara vid konsumtion. När musslor och ostron filtrerar havsvatten kan även sjukdomsframkallande (patogena) bakterier och virus ansamlas och utgöra en hälsofara.

Sedan år 2001 ansvarar Livsmedelsverket för ett övervakningsprogram som syftar till att musslor och ostron som skördas och säljs i Sverige ska vara tjänliga som föda. Övervakningsprogrammet innebär huvudsakligen kontroll av mikrobiell kontamination (bakterier och virus) och förekomst av marina biotoxiner i musslor och ostron. I programmet ingår även övervakning av förekomst av biotoxinproducerande växtplankton i produktionsområden där musslor och ostron skördas.

I Sverige skördas ostron, blåmusslor och hjärtmusslor för att bli livsmedel. Den helt övervägande delen av produktionen under de senaste åren har varit odlad blåmussla. Upptag av ostron i Sverige har dock ökat väsentligt de senaste åren.

Musselkontrollen omfattar en rad olika moment. För att kunna utse ett havsområde till produktionsområde, dvs. ett område där det är tillåtet att skörda musslor och ostron, krävs inledningsvis en sanitär undersökning och en klassificering som beskriver risken för bakterie- och viruskontamination. Fortsatt skörd i ett utsett produktionsområde kräver regelbunden provtagning som visar att toxiner eller bakterier inte överskrider lagstiftningens gränsvärden. I de fall då gränsvärdena överskrids stängs produktionsområden för skörd.

Under 2014–2019 omfattade Livsmedelsverkets årliga kontroll av produktionsområdena i genomsnitt 575 prov på lipofila toxiner (DST, PTX, YTX och AZA), 575 prov på AST (screening, se ordlista), 450 på PST, 100 prov för artbestämning och räkning av växtplankton och 300 för analys av bakterier.

Antalet överskridanden av gränsvärden per år varierar och DST är det vanligast förekommande toxinet. Gränsvärdet för DST har överskridits 64 gånger under 2014–2019: medelvärdet är cirka 10 överskridanden/år. Gränsvärdet för PST har överskridits 10 gånger totalt under 2014–2019. AZA och AST har bara påträffats i mängder över gränsvärdet i musslor och ostron 3 gånger vardera. Gränsvärden för YTX och PTX har inte överskridits någon gång under dessa år.

Sammanlagt togs 2 331 prov för *E. coli* analys i både A- och B-klassade produktionsområden under 2014–2019. Av dessa prov överskred 67 gränsvärdet för A-klass. Gränsvärden för norovirusanalys ingår inte i lagstiftningen och prover tas därför inte med samma regelbundenhet som övriga prover i musselkontrollen. Analyser utförs dock när det inkommer misstanke om att någon blivit sjuk och viruskontaminerade ostron eller musslor misstänks vara orsaken.

De överskridanden av toxingränsvärden som noterats jämförs med algsammansättningen i områdena för samma tidpunkt. Olika toxiner och olika tillfällen varierar i fråga om hur väl överskridanden kan förklaras av närvaron av potentiellt toxiska växtplankton. Även källorna till höga bakteriehalter undersöks efter ett överskridande. För att musselkontrollen ska bli ännu mer effektiv behövs bättre möjligheter till att förutse höga halter av toxiner och bakterier i musslor och ostron.

# Summary

## The monitoring program for bivalve molluscs 2014-2019

Mussels and oysters get their nutrients by filtering seawater, which contains various types of small phytoplankton. Phytoplankton are the staple food for mussels and oysters. However, some phytoplankton produce toxins, which can then pose a health hazard when consumed. When mussels and oysters filter seawater, pathogenic bacteria and viruses can also accumulate and become a health hazard.

Since 2001, the National Food Agency has been responsible for a monitoring programme that aims to ensure that mussels and oysters harvested and sold in Sweden are a suitable food. The monitoring programme mainly includes controlling for microbial contamination (bacteria and viruses) and the presence of marine biotoxins in mussels and oysters. The programme also includes monitoring the presence of biotoxin-producing phytoplankton in production areas in which mussels and oysters are harvested.

In Sweden, oysters, blue mussels and cockles are harvested as a food. Most production in recent years has been farmed mussels. However, the harvesting of oysters in Sweden has increased significantly.

The National Food Agency is also responsible for designating production areas and relaying areas in which mussels and oysters are allowed to be harvested. In order to designate a production area, a sanitary survey and classification that describes the risks of bacterial and viral contamination is initially required. Harvesting in a designated production area requires regular sampling which shows that toxins or bacteria do not exceed the limit values of the regulation. In cases in which the limit values have been exceeded, the production areas will be closed for harvesting.

From 2014 to 2019, the National Food Agency's control of production areas included an average of 575 samples of lipophilic toxins (DST, PTX, YTX and AZA), 575 samples of AST (screening, see glossary), 450 samples of PST, 100 samples for species determination and phytoplankton counting and 300 samples for analysis of bacteria per year.

The number of samples that exceed the limit values per year varies and DST is the most common toxin. From 2014 to 2019, the limit value for DST was exceeded 64 times and the average is around 10 exceedances per year. From 2014 to 2019, the limit value for PST was exceeded a total of 10 times. AZA and AST have only been found to be above the limit value for mussels and oysters three times each. The limit values for YTX and PTX have never been exceeded during this period.

From 2014 to 2019, a total of 2331 samples were taken for *E. coli* analysis in both A and B classified production areas. Of these samples, 67 exceeded the limit value for A class. The limit values for norovirus analysis are not included in the legislation, thus, samples are not taken regularly. However, samples are taken when someone has become ill and virus-contaminated oysters or mussels are suspected to be the cause.

The exceedances of toxin limit values are compared with the algal composition in the specific areas. The extent to which high toxin values can be explained by the presence of potentially toxic phytoplankton varies between different toxins and different occasions. If the limit value for *E. coli* is exceeded the sources to the high bacterial content are also investigated. If the monitoring programme is to become even more effective, better tools are needed to predict high levels of toxins and bacteria in mussels and oysters.

---

N.B. The title of the publication is translated from Swedish, however no full version of the publication has been produced in English.

# Bakgrund

Musslor och ostron är god och näringsrik föda för människor. De är också en del av det marina ekosystemet och utgör föda för många djur i havet. Musslor och ostron lever huvudsakligen på plankton, framförallt växtplankton, som de fångar genom att filtrera havsvattnet. De kan även bidra till att reducera effekter av övergödning i haven (Lindahl, Hart et al. 2005). Växtplankton tar upp näringsämnen när de tillväxer. När ostron och musslor tas ur det marina ekosystemet vid skörd följer de näringsämnen som växtplankton tagit upp med. Det skonsamma fiskesättet och det faktum att musslor och ostron tar sin näring direkt ur havet utan att behöva utfodras är andra viktiga miljöfördelar. Musslor och ostron är dessutom näringsrika och magra proteinkällor, vilket gör de till ett bra val ur både närings- och miljösynpunkt. Nackdelar med musselodlingar kan också finnas. Under odlingarna faller organiskt material ned i form av avföring från musslorna, döda musslor eller andra döda organismer. Syrebrist kan uppstå när det organiska materialet bryts ned (Matisson and Lindén 1983), framförallt i områden med litet vattenutbyte. I studier har man sett att faunan förändras under musselodlingar där vattnet ovanför botten hade låg flödes hastighet (Hartstein and Rowden 2004). Andra nackdelar är att odlingarna kan störa annat fiske samt friluftsliv.

Skörd av tvåskaliga blötdjur (blåmusslor, hjärtmusslor och ostron) som livsmedel har pågått längs den svenska Bohuskusten i mer än 30 år. Blåmusslor skördas främst från odlingar där musslorna sitter fast på band som hänger vertikalt i den fria vattenmassan eller så kan de skördas från vilda bottenlevande bestånd. I Sverige har man varit restriktiv med att ge tillstånd till användning av skrapor för skörd av vilda bestånd med båt. Därför är vilda blåmusslor som skördas handplockade eller har krattats upp för hand.

I Sverige har ostron historiskt bara skördats från vilda bestånd, men sedan några år tillbaka har de första odlingarna av ostron etablerats på svenska västkusten. Skörd av hjärtmussla sker enbart från vilda bestånd genom att hjärtmusslorna krattas upp för hand.

## Växtplankton kan bilda algtoxiner

Sedan år 2001 ansvarar Livsmedelsverket för ett övervakningsprogram som syftar till att musslor och ostron som skördas och säljs i Sverige ska vara tjänliga som föda. Övervakningsprogrammet innebär huvudsakligen kontroll av mikrobiell kontamination (bakterier och virus) samt förekomst av marina biotoxiner i musslor och ostron. I programmet ingår även övervakning av förekomst av biotoxinproducerande växtplankton i produktionsområden där musslor och ostron skördas. Skadliga växtplankton, t.ex. biotoxinproducerande dinoflagellater och kiselalger observeras regelbundet i produktionsområden för tvåskaliga blötdjur längs den svenska Bohuskusten. Förekomst av bland annat diarrétoxiner (DST) och paralyserande algtoxiner (PST) är ett problem för akvakulturindustrin med stora mellanårsvariationer av biotoxininnehåll i musslor och ostron.



Figur 1. En musselodling vid Bohuskusten. På ytan syns främst flyt-tunnor. Under dessa hänger band som mussellarverna fäster på. Skörd sker oftast efter ca 2 år. Foto: Bengt Karlson.

Musslor och ostron får sin föda genom att filtrera havsvatten som innehåller näringsrikt organiskt material och plankton, som bland annat består av olika typer av små växtplankton, (även kallade alger). Växtplankton förekommer i havet året om men i vissa perioder kan deras tillväxt bli explosionsartad och det är det vi kallar algblomning. Växtplankton utgör basföda för många organismer i havet. De flesta algblomningarna är helt ofarliga, dock producerar vissa växtplankton toxiner (gifter), bland annat för att skydda sig mot att bli uppätta (Selander et al., 2006). Toxiner från växtplankton kan ansamlas i musslor och ostron. I tabell 1 finns en översikt av algtoxiner och deras effekter på människor. Toxinernas effekt på musslor och ostron är vanligtvis inte noterbar även om de ändå påverkas negativt av toxinerna bland annat genom ett försvagat immunsystem. Det har rapporterats att musslor som leker (förökar sig) är känsligare för toxiner och kan förlamas av toxinet PST. De återhämtar sig igen när leken är över och när de får tillgång till ogiftiga alger som föda (Galimany et al., 2008b).

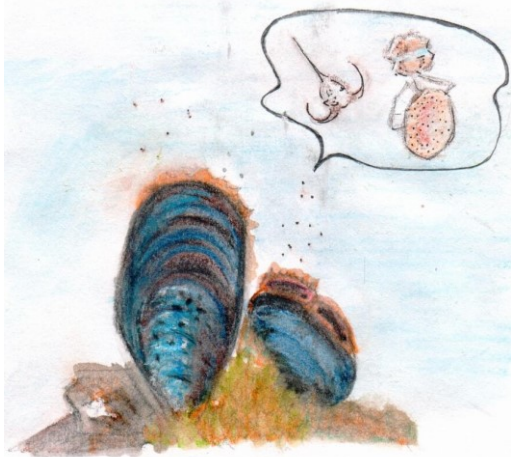
Tabell 1. En översikt av några viktiga algtoxiner, även kallade skaldjurstoxiner, som kan ansamlas i musslor och ostron. Även de släkten av växtplankton som producerar toxinerna anges.

Algtoxiner och några viktiga producenter	Namn sjukdom på svenska och engelska	Symtom
<b>PST</b> Paralytic Shellfish Toxins (saxitoxins) Paralyserande skaldjursgifter (saxitoxiner) Växtplankton från släktet <i>Alexandrium</i>	Paralyserande skaldjursförgiftning Paralytic Shellfish Poisoning (PSP)	Milda symptom: Inom 30 min: Stickningar eller en känsla av bedövning runt läpparna, som sprids gradvis till ansiktet och nacken; stickningar i fingertoppar och tår; Huvudvärk; yrsel, illamående, kräkningar, diarré Extrema symptom: Muskelförlamning; andningssvårigheter; känsla av att kvävas; Död kan inträffa inom 2-24 timmar efter att man fått i sig giftet, på grund av att andningsmuskulaturen förlamas.
<b>DST</b> Diarrhetic Shellfish Toxins (ocadaic acid and others) Diarréframkallande skaldjursförgiftning (okadasyra m.fl.) Växtplankton från släktet <i>Dinophysis</i>	Diarrhetic shellfish poisoning (DSP) Diarréframkallande skaldjursförgiftning	Milda symptom: Efter cirka 30 minuter till några timmar: yrsel, illamående, kräkningar, diarré, magont Upprepad exponering kan orsaka cancer
<b>AZA</b> Azaspiracidic Shellfish toxins Växtplankton från släktena <i>Azadinium</i> och <i>Amphidoma</i>	AZA-förgiftning	Symtomen liknar de för DSP
<b>AST</b> Amnesic Shellfish Toxins (domoic acid) Amnesiframkallande skaldjursgifter (domorinsyra) Växtplankton från släktet <i>Pseudo-nitzschia</i>	Amnesic shellfish poisoning (ASP)	Milda symptom: Efter 3-5 timmar: yrsel, illamående, kräkningar, diarré, magkramper Extrema symptom: Yrsel, hallucinationer, förvirring, förlust av korttidsminnet, kramper

Musslor och ostron kan således genom sin föda vara giftiga när man konsumerar dem. Olika arter av musslor och ostron ackumulerar toxiner i olika hög grad. Till exempel har blåmusslor som odlas på samma plats som ostron vanligen högre halter av toxiner jämfört med ostronen (Shumway et al., 1990). Det kan finnas flera orsaker till skillnaderna, såsom olika fysiologiska egenskaper. Dessa skillnader resulterar i att ostron sällan når lika höga halter av toxiner som t ex blåmusslor. Enligt gjorda studier minskar ostron filtreringen av vatten när halterna av toxinproducerande växtplankton i vattnet ökar (Barduil et al., 1993). I studier på musslor har man också sett en minskning av filtreringshastighet när de exponeras för giftiga växtplankton. Vid lägre tätheter av toxiska växtplankton sker det dock först efter flera timmar (Nielsen et al., 2020). Det finns även studier som visar att musslor, som med jämna mellanrum utsätts för toxiska växtplankton, har kunnat utveckla en viss tålighet, som gör att de kan fortsätta filtreringen (Shumway and Cucci, 1987).

Toxiciteten i musslor och ostron är säsongsbetonad, vilket beror på att olika typer av toxinproducerande växtplankton förekommer under olika perioder på året. Förekomsten av

toxinproducerande växtplankton är dock endast till viss del förutsägbar. Risken för skadliga algblomningar varierar således under året men är aldrig försumbar. Man kan ofta se att en typ av toxin är vanligare än en annan under en viss årstid. Notera att toxinproducerande växtplankton oftast utgör endast en liten del av den totala mängden växtplankton.



Figur 2. Mussla som filtrerar växtplankton.

Förutom mängden toxin kan även varaktigheten för toxiner i musslor och ostron variera mycket. Vissa år har inga toxinhalter över fastställda gränsvärden kunnat uppmätas och andra år har höga halter av toxiner lagrats i musslor och ostron i flera månader, se Resultat. Ibland beror det på att metabolismen hos musslor och ostron går långsammare på vintern i kallt vatten och då kan toxiner finnas kvar länge i musslor och ostron innan de bryts ned. Det kan också bero på hur lång tid musslor och ostron utsätts för toxiska växtplankton.

Några av dessa toxiner är skadliga för människors hälsa (se tabell 1). Det går inte att avgöra om musslor och ostron innehåller toxiner genom deras lukt eller utseende. Toxinerna bryts inte heller ned vid upphettning eller nedfrysning utan är temperaturstabila.

## Toxiner som ingår i kontrollprogrammet

Diarrétoxin (DST) orsakar symptom som illamående, magsmärtor, kräkningar och diarréer (EFSA 2008a). Toxinet produceras av algsläktena *Dinophysis* och *Prorocentrum*. Halterna av DST i tvåskaliga blötdjur varierar mycket mellan arter. Jämfört med ostron är blåmussla den art som snabbast tar upp och lagrar in högst halter av DST (Lindegarh, Torgersen et al. 2009).

Liksom DST produceras Pectenotoxiner (PTX) av algsläktet *Dinophysis*. Toxinerna förekommer i små mängder och oftast tillsammans med DST. Hittills har halterna av PTX adderats till halterna av DST och totalhalten jämförts mot gränsvärdet. Det har inte kunnat fastställas att PTX-toxin har någon påverkan på människors hälsa (EFSA 2009b) och därför kommer det från och med 2020 tas bort från lagstiftningen.

Paralyserande toxiner (PST) är nervtoxiner som påverkar nervsystemet och därmed funktionen hos kroppens organ. Vid allvarlig förgiftning kan muskelförlamning och andningssvårigheter uppstå, som i värsta fall kan orsaka dödsfall (EFSA 2009a). PST produceras av algsläktet *Alexandrium* (EFSA 2009a). Det är en dinoflagellat som påträffas i låga tätheter under stora delar av året. Några av arterna i

släktet är dock inte toxinbildande och toxiciteten i de andra arterna varierar över året, beroende på olika faktorer som till exempel närvaron av växtplanktonätande djurplankton (copepoder) (Selander et al., 2006).

Amnesitoxiner (AST) förekommer mycket sällan i svenska musslor (se figur 11). AST är ett nervtoxin som påverkar kroppens inre organ och orsakar bland annat förvirring och minnesförlust. Toxinet produceras av kiselalgen *Pseudo-nitzschia* spp. (EFSA 2009c). Det är inte alla arter inom släktet som bildar toxiner.

Azaspiracider (AZA) är ett relativt nyupptäckt toxin som först påträffades i irländska musslor under 1990-talet. Symptomen är liknande de som uppträder vid en DST-förgiftning, det vill säga magsmärtor, illamående, kräkningar och diarréer (Satake, Ofuji et al. 1998). AZA produceras av algsläktena *Azadinium* (Tillmann, Elbrächter et al. 2009) och *Amphidoma* (Krock, Tillmann et al. 2012). Det finns ännu inga varningsgränser för antalet *Azadinium* spp eller *Amphidoma* spp i havsvatten så som det gör för de flesta andra toxiska växtplankton (se tabell 6).

Yessotoxiner (YTX) är en grupp toxiner som inte har kunnat bekräftas som skadligt för människors hälsa (Tubaro et al., 2010). I undersökningar på 80-talet konstaterade man att toxinet var dödligt i vissa doser när det injicerades i möss (Murata et al., 1987), däremot observerades ingen dödlighet när mössen fick toxinet med födan (Tubaro et al., 2008a). Det var inte uteslutet att toxinet kunde ha en negativ effekt på människors hälsa på längre sikt och därför finns toxinet fortfarande kvar i lagstiftningen (EFSA 2008b). Det är främst algarterna *Protoceratium reticulatum*, *Lingulodinium polyedra* samt *Gonyaulax spinifera* som producerar YTX (Paz et al., 2008).

## Bakterier och virus

När musslor och ostron filtrerar havsvatten kan även andra organismer än växtplankton ansamlas. Sjukdomsframkallande (patogena) bakterier och virus kan därmed utgöra en hälsofara. Denna fara är störst vid konsumtion av råa ostron. Faran finns också vid konsumtion av lättkokta musslor där bakterier eller virus inte har avdödats på ett effektivt sätt. Sjukdomsframkallande bakterier och virus kan ansamlas i musslor och ostron om vattnet blivit förorenat av utsläpp från reningsverk, enskilda avlopp, båttoaletter eller av kreatur. De flesta reningsverk saknar processteg för att effektivt rena bort virus och bakterier. Det är i första hand näringsämnen som tas omhand i reningsprocessen. Detta medför att utsläpp av avloppsvatten från reningsverk alltid innehåller virus och bakterier i högre eller lägre grad.

Vintertid består den största mikrobiologiska kontaminationsrisken i musslor och ostron av norovirus. Dessa virus orsakar vinterkräksjukan. Norovirus är fortfarande sjukdomsframkallande efter att avloppsvattnet passerat ett reningsverk. Virus sprids därför i havsområden när det renade avloppsvattnen släpps ut direkt i havet eller i vattendrag som når havet. I perioder när vinterkräksjukan är utbredd hos befolkningen ökar därför också risken att musslor och ostron innehåller norovirus.

Sommartid finns också en ökad risk för att kustnära havsvatten blir kontaminerade av bakterier och virus som kommer från avföring från människa eller djur. Detta beror till stor del på att båttrafiken och befolkningen ökar mycket längs kusten under sommarmånaderna. Tömning av båttoaletter i havet är otillåtet men görs ändå. Tillsammans med undermåliga, läckande enskilda avlopp till fritidshus blir den fekala belastningen på kustvattnen större under sommarhalvåret än resten av året i vissa områden.

## Myndigheters kontroll och övervakning

Konsumenterna ska förvänta sig att musslor och ostron som säljs som livsmedel är säkra och inte utgör en hälsorisk. I dag består den svenska livsmedelslagstiftningen till största delen av gemensamma regler inom EU. Reglerna syftar till att omfatta hela livsmedelskedjan från jord till bord. Det innebär att de omfattar krav på kontroll av alla led från primärproduktion till de livsmedel som konsumenterna köper. Reglerna inkluderar därmed djurhälsa, foder, livsmedel, djurskydd och växtskydd.

För att få odla musslor som företagare krävs tillstånd från Länsstyrelsen i det län där musslorna ska odlas. Länsstyrelsen granskar ansökningarna och bedömer lämpligheten för en ny odling där de beaktar miljöpåverkan, utsläpp, strandrätt med mera. Länsstyrelsen ansvarar för att utfärda odlingstillstånd för musslor och ostron samt för registrering av primärproducenter.

Övervakning av kontaminanter (miljögifter) som föreskrivs i artikel 59 i förordning (EU) nr 2019/627 sker främst inom ramen för länsstyrelsens miljöövervakningsprogram. Vart femte år får Livsmedelsverket resultat från ett tiotal mätstationer till havs från länsstyrelsen i Västra Götalands län. Resultat från annan relevant övervakning av miljön, till exempel från Naturvårdsverkets och Naturhistoriska riksmuseets miljöövervakningar ingår också i den samlade övervakningen av halterna av kontaminanter i tvåskaliga blötdjur. Resultaten bedöms mot gränsvärden enligt förordning (EG) nr 1881/2006 om fastställande av gränsvärden för vissa främmande ämnen i livsmedel.

Havs- och Vattenmyndigheten (HaV) ansvarar för att utfärda fiskelicenser. Dessa krävs när registrerade primärproducenter vill fiska vilda musslor eller ostron, det vill säga när musslor eller ostron inte produceras på band, rep eller annan anordning.

Livsmedelsverket ansvarar för att besluta om läge och gränser för produktionsområden och för klassificering av produktionsområden där det är tillåtet att skörda musslor och ostron, oavsett om de är vilda eller odlade. Livsmedelsverket har också ansvaret att utföra sanitära undersökningar i områden där det finns intresse att utse och klassificera nya produktionsområden (se vidare under avsnitt Klassificering av produktionsområden).

Ändamålet med Livsmedelsverkets kontrollprogram är att under hela året kontinuerligt övervaka att halterna av toxiner och bakterier i musslor och ostron och förekomst av toxinbildande alger från produktionsområden ligger under respektive gränsvärde samt att öppna och stänga produktionsområden för skörd av musslor och ostron. Produktionsområdena är öppna för skörd när nivån av toxiner och bakterier ligger under lagstadgade gränsvärden och det finns ett intresse hos företagare att skörda musslor eller ostron.

Kontrollprogrammet styrs av EUs regler och kontrollen ska ske på liknande sätt i alla medlemsstater. Tillsammans med företagets egenkontroll utgör kontrollprogrammet av tvåskaliga blötdjur ett skydd för konsumenterna.

På [Livsmedelsverkets webbplats](#) uppdateras löpande en förteckning över öppna och stängda produktionsområden.

Länsstyrelsen för Västra Götaland driver Informationscentralen för Västerhavet. Informationscentralen har ett ansvar att samordna och sprida information till allmänheten om tillståndet i havet. Det gäller bl.a. algblomningar, säldöd, oljeutsläpp m.m. Samverkande myndigheter är bl.a. Livsmedelsverket, SMHI och HaV. Information till allmänheten sprids bl.a. via [Länsstyrelsens webbplats](#).



Livsmedelsverket utför också kontroller på så kallade leveransanläggningar där musslor förpackas och märks inför vidare försäljning. Efter att musslor levererats till detaljister, till exempel restauranger och butiker kontrolleras verksamheterna av miljöförvaltningarna i de kommuner där verksamheterna ligger.

# Lagstiftning

Det finns en mängd olika regler som ska säkerställa att mat som produceras är säker. Eftersom handel sker fritt över Europas gränser är det viktigt att risker bedöms på ungefär samma sätt inom EU. Nedan följer några av de regler som styr hur vi kontrollerar att svenska musslor är säkra att äta.

I Förordning (EG) nr 852/2004, finns grundläggande regler för hela livsmedelskedjan från primärproduktion till slutlig försäljning till konsument.

I Förordning (EG) 853/2004 finns detaljerade regler för företag som saluför levande musslor bland annat om hantering av musslor efter upptag och gränsvärden för hur höga halterna av olika algtoxiner får vara i musslor.

I Förordning (EU) nr 2019/627 anges vad myndigheterna är skyldiga att kontrollera i den offentliga kontrollen av musslor i produktionsområdena. Den innehåller regler om kontinuerlig övervakning av toxinproducerande alger i havet och av mängden bakterier och algtoxiner i musslor. Vidare finns här regler om övervakning av att kommersiellt musselfiske inte sker i fel områden och att stänga produktionsområden om halterna av till exempel bakterier överstiger gränsvärden inte skördas.

I Förordning (EG) nr 2073/2005, anges mikrobiologiska gränsvärden och vilka analysmetoder som ska användas när man analyserar till exempel *E. coli*.

Av Livsmedelsverkets föreskrifter LIVSFS 2005:20 framgår att Livsmedelsverket utser produktionsområden för musslor och även nationella regler för leveranser av små mängder musslor och ostron direkt till konsumenter och detaljhandeln.

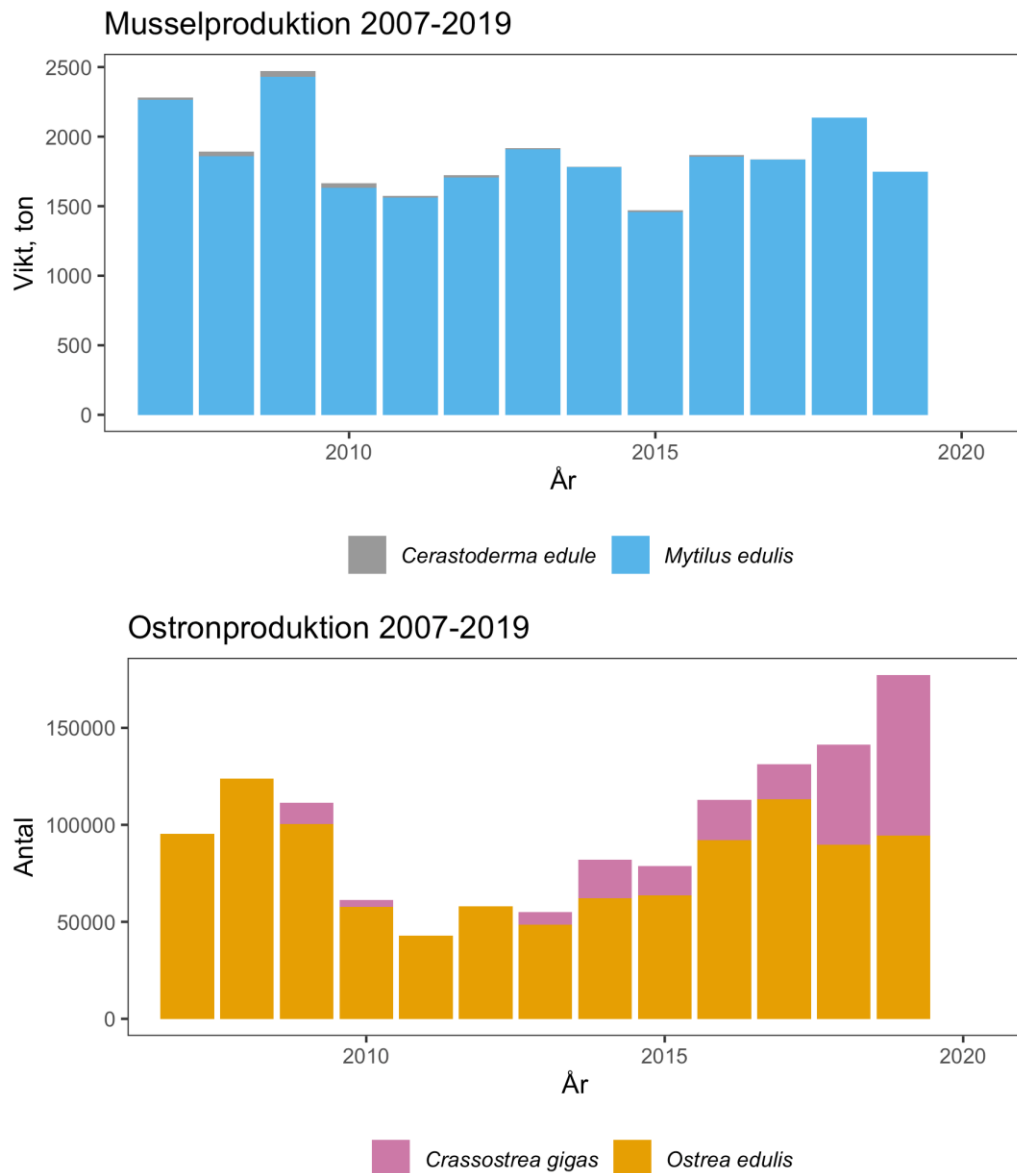
# Musselproduktionen i Sverige

Tabell 2. Svensk produktion av tvåskaliga blötdjur samt sjöpfung i Sverige år 2007 tom 2019.

År	Blåmussla ( <i>M. edulis</i> )	Hjärtmussla ( <i>C. edule</i> )	Ostron ( <i>O. edulis</i> )	Ostron ( <i>C. gigas</i> )	Sjöpfung ( <i>Ciona intestinalis</i> )
	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>Antal, styck</i>	<i>Antal, styck</i>	<i>kg</i>
2007	2263925	16100	95426	0	0
2008	1857428	35811	123942	0	0
2009	2430200	41835	100408	10990	0
2010	1629880	34996	57812	3570	0
2011	1559990	13021	42958	0	0
2012	1705837	16750	58012	0	0
2013	1907900	9658	48637	6525	0
2014	1779100	2328	62017	19990	0
2015	1459290	9658	63740	14981	0
2016	1855348	11209	92229	20743	0
2017	1834393	1675	113045	18137	0
2018	2137052	0	89653	51673	0
2019	1745625	0	94432	82841	11910

Skörd av musslor och ostron får bara utföras i särskilda produktionsområden. Ungefär 30 områden finns i dag, huvudsakligen i norra Bohuslän. På [Livsmedelverkets webbplats](#) finns kartor över varje produktionsområdes utbredning.

Innan musslorna sätts på marknaden ska de ha förpackats i en leveransanläggning som är godkänd av Livsmedelsverket.



Figur 3. Produktion av musslor och ostron 2007-2019.

## Metoder för skörd av musslor och ostron

### Blåmusslor

Den helt övervägande delen av produktionen av musslor under åren 2007-2019 var odlad blåmussla (se tabell 2). Blåmusslor odlas vanligen på långlineodlingar som består av 5 cm breda band som är upphängda längs en lång lina som hålls upp av bojar. Musslorna odlas huvudsakligen inom djupintervallet 0-10 meter. Vid musslornas fortplantning sprids stora mängder mussellarver i havsvattnet. Mussellarverna sätter sig fast på banden där de fortsätter sin utveckling. De senaste åren har även andra odlingsmetoder införts. Dessa metoder innebär att musslorna växer på vertikalt hängande rep eller nät.

Skörden av musslor utförs med en speciell skördebåt som är anpassad till odlingsmetoden. Skördevolymerna kan påverkas av många parametrar. År när ejderpopulationerna är stora kan skörden av blåmussla påverkas negativt eftersom ejdrar konsumerar stora mängder blåmussla på kort tid. Primärproducenter med ett fåtal odlingar har vissa år blivit av med hela sin årsproduktion genom att ejdrarna har konsumerat hela odlingens musslor. Ytterligare exempel på negativ påverkan på skördemängder är när toxinhalterna blir höga i musslorna. Under sådana perioder stängs de berörda områdena och primärproducenter som har sina odlingar i dessa produktionsområden får då inte skörda. Det händer att ett område kan vara stängt i flera månader, vilket påverkar skörden väsentligt. Påväxt av kalkmask på musslorna påverkar också skördevolymerna negativt. Kalkmaskens rör bildar stora och ganska vassa klumpar på musslornas skal. Rören sitter dessutom fast hårt och är svåra att få bort. Mycket påväxt ger dålig avsättning eftersom de inte är attraktiva på marknaden.



Figur 4. Blåmusslor med kalkmask. Foto: Malin Persson

## Ostron

Ostron och andra bottenlevande arter skördas oftast med kratta eller för hand av dykare. Upptagen av ostron i Sverige har ökat väsentligt de senaste åren (se tabell 2 och figur 3). Ökningen härstammar främst från produktion av odlade ostron av arten europeiskt ostron, *Ostrea edulis* och även från ett större utnyttjande av stillahavsostrom, *Crassostrea gigas*, som tidigare bara skördades i mindre mängder (se tabell 2). I Sverige odlas europeiskt ostron främst i nätkorgar som fästs vid långlinor parallellt med havsytan. Nätkorgarna flyter alldeles i ytan. Ostronodling har medfört möjlighet att skörda större volymer utan att ha påverkat den naturliga populationen med ökat skördetryck av samma magnitud.

Stillahavsostrom, *Crassostrea gigas* odlas allmänt i övriga Europa men är i Sverige en invasiv art som nu anses vara etablerad i Sverige. Stillahavsostrom introducerades för odling i södra Europa på 1960-talet och har sedan spridit sig norrut. Första rapporterade fyndet i Sverige för vildväxande *C. gigas* inkom 2007 (Artfakta, SLU Artdatabanken). Arten bildar ofta rev i strandlinjen och konkurrerar med vilda blåmusslor om plats. Vid tiden för de första fynden kallades arten Japanskt jätteostron som också var den gällande handelsbeteckningen för arten. Efterfrågan var då låg på svenskfångade *C. gigas* vilket avspeglas i produktionssiffrorna (se tabell 2 och figur 3). Under 2018 fick arten den nya handelsbeteckningen Stillahavsostrom och ungefär samtidigt ökade efterfrågan och därmed upptagen.

Antal skördade *C. gigas* ökade 185 % från 2017 till 2018. Efterfrågan ökar hela tiden och fler restauranger verkar förstå att det är samma art som de ofta importerade franska ostronen, enligt Mathias Svensson, ostronfiskare (personligt meddelande 10 september 2020). Lotta Klemming, ostronfiskare, menar att den ökade försäljningen av *C. gigas* är direkt kopplat till företagets eget arbete med marknadsföring av arten (personligt meddelande, 14 september 2020). På grund av att *C. gigas* är en invasiv art får den inte odlas i Sverige, så all skörd av arten sker genom handplockning på vilda bestånd.

## Hjärtmussla

Hjärtmussla, *Cerastoderma edule*, är en art som lever nedgrävd i mjuka havsbottnar och bara sticker upp sina två sifoner för in- och utförsel av havsvatten. Det innebär att arten är svår att hitta. Därmed är det också svårt att kontrollera utbredning och täthet av vilda bestånd. Arten är inte reglerad med fiskekvoter men för att saluföra fiskade produkter på marknaden måste fiskaren inneha yrkesfiskelicens. Fiske på hjärtmussla har utförts av ett fåtal fiskare men då effektiviteten i fisket gick ner efter att flera kända populationer av hjärtmussla drabbats av oförklarlig massdöd upphörde fisket.

## Sjöpung

Förutom musslor och ostron har under 2019 ytterligare en filtrerande art börjat utnyttjas för produktion av livsmedel. Sjöpungen *Ciona intestinalis* tillhör djurgruppen manteldjur och inkluderas i EU:s lagstiftning för tvåskaliga blötdjur på grund av att de filtrerar havsvatten på samma sätt som musslor och ostron. Det medför att även sjöpung kan filtrera toxiska växtplankton och troligen ackumulera toxiner. I vilken utsträckning toxiner ackumuleras i sjöpungar är inte helt klarlagt. *Ciona intestinalis* består till stor del av vatten och därför är det troligast att vattenlösliga toxiner som till exempel PST kan ackumuleras.

# Kontroll av tvåskaliga blötdjur

Livsmedelsverket har sedan 2001 ansvaret för ett övervakningsprogram för att kontrollera musslornas toxin- och bakterieinnehåll. Kontrollen riktar sig mot kommersiellt skördade musslor. Musslor som säljs i butik eller serveras på restaurang får bara komma från särskilt utsedda och klassificerade produktionsområden som kontrolleras enligt EU:s förordningar.

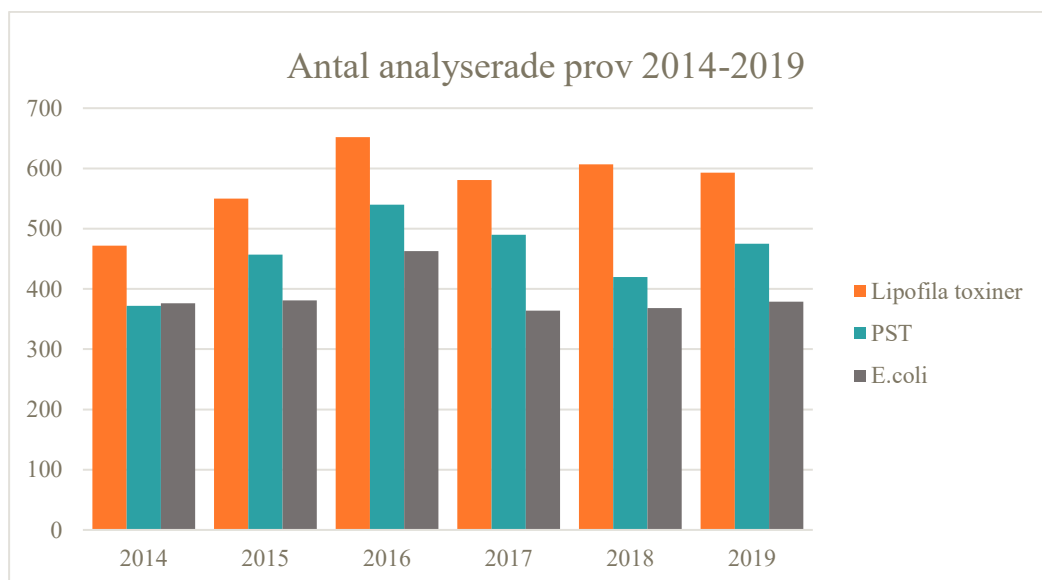
Kontrollen av tvåskaliga blötdjur regleras specifikt i en EU-förordning och det är den som är ramen för Livsmedelsverkets kontrollprogram (se mer under Lagstiftning ovan). Importerade musslor och ostron som säljs i butik eller serveras på restaurang ska också ha producerats i enlighet med EUs regler även om det gäller länder utanför gemenskapen.

## Omfattning

Musselkontrollen omfattar en rad olika moment. För att kunna utse ett havsområde till ett produktionsområde för musslor och ostron krävs inledningsvis en sanitär undersökning och en klassificering, se vidare under rubriken Klassificering av produktionsområden. För att kunna öppna ett klassificerat produktionsområde för skörd krävs kontinuerlig analys av bakterier och algtoxiner i musslor och ostron. Provtagning utförs varje vecka året runt i de produktionsområden där musslorna ska skördas. Inom kontrollen tas också kontinuerligt prov av havsvatten för analys av potentiellt toxiska växtplankton. Samtliga resultat är grund för bedömningen om ett produktionsområde kan vara öppet för skörd eller måste stängas.

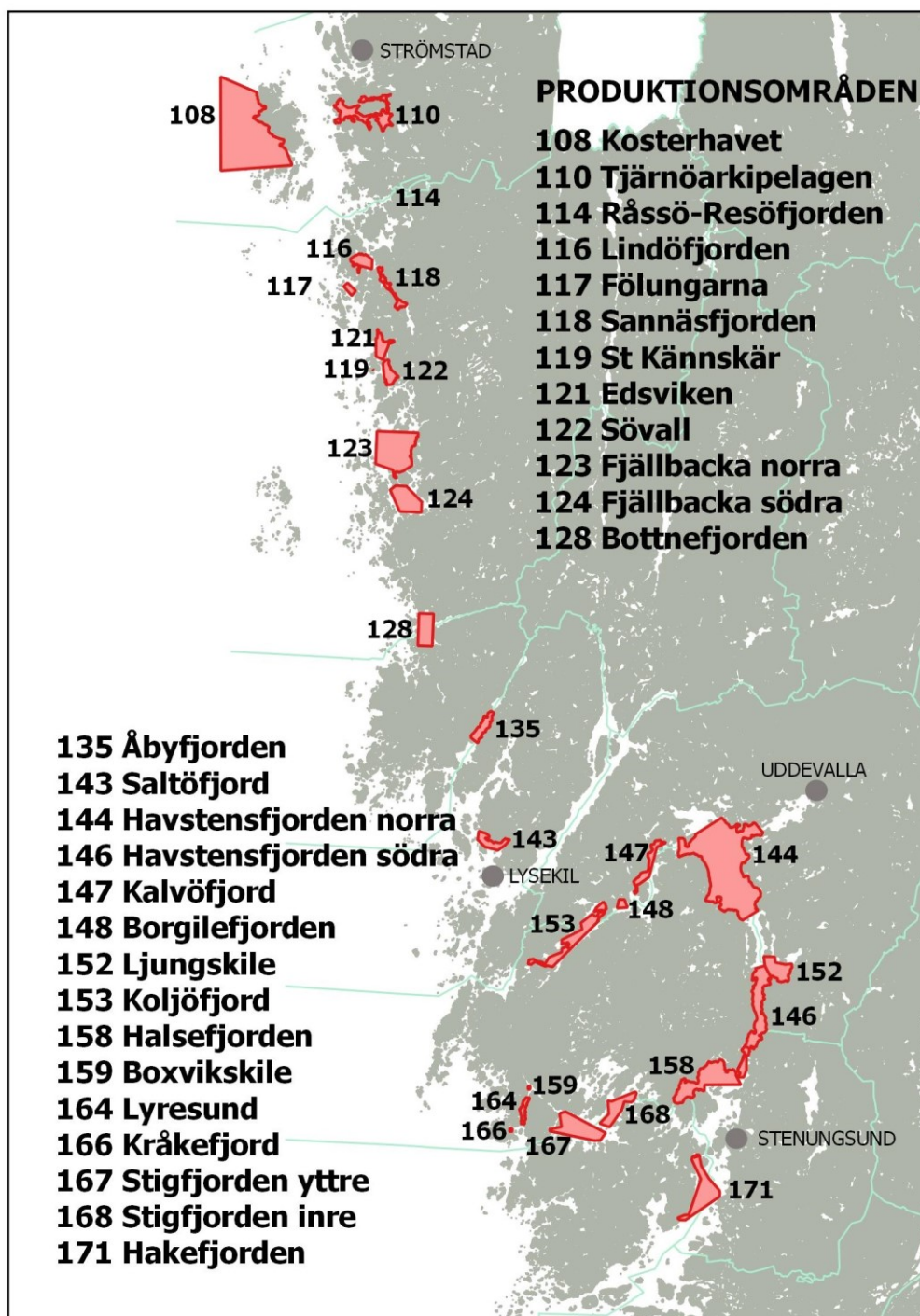
De viktigaste grupperna av toxiner, bakterier samt toxinproducerande växtplankton som ingår i kontrollen beskrivs i tabell 1. Förutom de toxinerna som beskrivs i tabell 1 analyseras även musslor och ostrons innehåll av PTX (pectenotoxiner) och YTX (yessotoxiner). PTX och YTX är grupper av toxiner som inte har kunnat bekräftas som skadligt för människors hälsa (EFSA, 2009b, Tubaro et al., 2010).

Under 2014-2019 omfattade Livsmedelsverkets kontroll av produktionsområdena i genomsnitt 575 prov på lipofila toxiner (DST, PTX, YTX och AZA), 575 prov på AST (screening, se ordlista), 450 på PST, 100 prov för artbestämning och räkning av växtplankton och 300 för analys av bakterier per år.



Figur 5. Diagram över antal analyserade prov inom musselkontrollen under åren 2014-2019. Proverna är tagna på blåmussla (*Mytilus edulis*), hjärtmussla (*Cerastoderma edule*), europeiskt ostron (*Ostrea edulis*) samt stillahavsostron (*Crassostrea gigas*). Screening av AST ingår i analysen av lipofila toxiner.





Figur 6. Karta med tabell över klassificerade och icke klassificerade produktionsområden. Röd färg visar områdenas läge och gränser.

## Klassificering av produktionsområden

Enligt Förordning (EU) nr 2019/627 ska musslor och ostron i produktionsområdena analyseras med avseende på halter av *E. coli* som indikation på om produktionsområdet blivit förorenat med till exempel avloppsvatten som även skulle kunna innehålla virus eller andra sjukdomsframkallande

bakterier. Rapporter om personer som blivit sjuka av norovirus efter att ha ätit musslor och ostron är vanligt förekommande i Europa. Gränsvärden för virus i musslor har ännu inte införts i lagstiftningen men EU-kommissionen arbetar för att på sikt kunna införa det.

Alla produktionsområden för musslor och ostron ska ha genomgått en sanitär undersökning och fått en klassificering som beskriver riskerna för kontamination av bakterier och virus. Innan ett område får sin första klassificering utförs den sanitära undersökningen som är en studie av omgivningarna runt det blivande produktionsområdet. Undersökningen ska bland annat beakta antal boende i området och vilka avloppslösningar de har. Man studerar också djurhållning, industrier, båthamnar och utsläppspunkter från reningsverk. Resultatet av undersökningen blir en teoretisk bedömning av riskerna för kontamination av bakterier och virus och även vilka delar av området som verkar mest utsatta för de riskerna. Tillsammans med resultat från långa provtagningsserier tas beslut om klassificering och en provtagningsplan fastställs. Det är viktigt att proven är tagna på de punkter man identifierat i den sanitära undersökning som man anser innebär störst risk för kontamination. Beroende på resultaten får områdena A, B eller C-klass, där A innebär lägst risk för kontamination. Klassificeringen av produktionsområdena innebär att ett område på lång sikt ska klara kraven för A eller B för att få den klassificeringen. När provtagning sker enligt provtagningsplanen kan eventuell kontamination upptäckas och kontaminerade musslor och ostron stoppas från att komma ut på marknaden. Som stöd för den sanitära undersökningen används en teknisk guide framtagen av EU Working Group on the Microbiological Monitoring of Bivalve Mollusc Harvesting Areas, 2010.

Tabell 3. Gränsvärden för *E. coli*-innehåll i musslor och ostron per klassificering. Enheten är antal *E. coli* per 100g musselkött. För klass A gäller att i 80 % av proverna får gränsvärdet inte överskridas. I de övriga 20% får halterna inte överskrida 700 *E. coli*/100g kött. För klass B gäller att 90 % av proverna inte får överskrida gränsvärdet. Övriga 10% får inte överskrida gränsvärdet för klass C.

Klassificering	A	B	C
Gränsvärden <i>E. coli</i> /100 g kött	230	4600	46000

Efter att den sanitära undersökningen utförts och området har fått läge, gränser och klassificering kan produktionsområdet öppnas för skörd. Övervakningen av *E. coli* sker fortsatt löpande enligt den provtagningsplan som tagits fram i samband med den sanitära undersökningen för ett produktionsområde, oavsett om området är öppet eller stängt för skörd. Varje år görs en revidering av klassificeringen för att kontrollera att området fortfarande uppfyller kraven för sin klass. Man bedömer då resultat från de tre senaste årens provtagning. Produktionsområdena klassificeras per art. Detta betyder att ett och samma produktionsområde kan ha olika klassificering för blåmusslor, hjärtmusslor och ostron.

*E. coli*-bakterien är relativt lätt att analysera men överlever väsentligt kortare tid än virus. Om ett prov inte innehåller *E. coli* kan det ändå vara kontaminerat av virus. Det är därför viktigt att ha långa provtagningsserier som grund för bedömningen. Många prov ger bättre möjlighet att se indikationer på kontamination. Att studera ett enstaka år kan göra att man drar fel slutsatser på grund av att året kanske var ovanligt torrt eller ovanligt regnigt. För att övervakningen av *E. coli* ska fungera som en effektiv indikation på riskerna för kontamination av bakterier och virus i musslorna måste provtagning av musslor utföras jämnt utspritt över åren. När höga halter av *E. coli* registrerats utreds de möjliga orsakerna till kontamineringen. Det skulle till exempel kunna handla om fel på avloppspumpstationer

som har släppt ut orenat avloppsvatten eller att kraftiga regn har fört med sig bakterier från land. Resultaten bedöms över en 3-års period.

Klassificeringarna innebär olika hantering av musslorna efter upptag. Från ett A-klassat område kan musslorna saluföras utan efterföljande behandling som till exempel återutläggning eller rening i landbaserade tankar. Musslor från ett B-klassat område måste först renas i återutläggningsområden eller i reningsanläggning på land så att halten av bakterier inte överskrider gränsvärdet som gäller för musslor från ett A-område innan de får saluföras. Återutläggning är en rening i naturliga havsområden. Ett återutläggningsområde måste undersökas och klassificeras av Livsmedelsverket på samma sätt som produktionsområden. För att få sälja musslor från ett område med C-klass måste musslorna återutläggas under lång tid så att halten av bakterier inte överstiger gränsvärdet som gäller för musslor från ett A-område eller steriliseras genom upphettning innan de säljs.

## Provtagning, analys och uppföljning

### Provtagning

Upptagare som vill skörda musslor eller ostron i ett klassificerat produktionsområde tar kontakt med Livsmedelsverket och meddelar att man önskar få provtagning utförd i det specifika produktionsområdet.

Provtagningen är en offentlig kontroll och utförs av Livsmedelsverket och andra provtagare som utbildats av Livsmedelsverket. Dessa provtagare är oftast primärproducenter från musselbranschen. De kan utföra en del av provtagningen i det produktionsområde som de skördar, under förutsättning att de genomgått en provtagningsutbildning anordnad av Livsmedelsverket. Provtagningen av musslor i produktionsområdet fortgår så länge skörd sker.

Provtagningen sker enligt Livsmedelsverkets instruktioner. De innehåller bland annat uppgifter om hur många musslor eller ostron som ska samlas in och på vilka vattendjup insamlingen ska ske. Provtagningen sker på tre vattendjup för odlade musslor eftersom halterna av bakterier och toxiner kan skilja på olika djup. När det gäller vilda musslor och ostron sprids provtagningen runt provtagningspunkten. Enligt EU-lagstiftningen ska provtagning av toxiner ske varje vecka i områden som är öppna för skörd enligt förordning (EU) nr 2019/627. Frekvensen får minskas om Livsmedelsverkets riskbedömning visar att risken för höga halter toxiner är låg. För bakterier (*E. coli*) ska provtagningsplanerna genomföras som upprättats i samband med beslut om klassificering i såväl öppna som stängda produktionsområden.

Provtagning av växtplankton för kvantitativ analys sker med slang från ytan ner till 10 meters djup eller grundare om djupet är mindre än 12 m. Dessutom sker provtagning med håv med 10 µm maskstorlek för samma djupintervall. Vid provtagningen mäts även siktdjup i ytvattnet eftersom siktdjupet indikerar om det finns mycket växtplankton i vattnet. Provtagning av havsvatten för analys av potentiellt toxiska alger har under perioden 2014 till 2019 utförts på 5 provtagningspunkter varannan vecka. Provtagningspunkterna är utvalda för att kunna representera fler än ett produktionsområde.

Provtagning av musslor och ostron sker inte med samma frekvens för alla arter utan är anpassad till

skillnader mellan arterna. Vissa arter tar till exempel snabbare upp algtoxiner och i högre halter än andra och behöver därmed tätare provtagning.

Tabell 4. Generella provtagningsfrekvenser. Dessa frekvenser kan ändras beroende på förekomst av toxiner eller *E. coli* i musslor och ostron eller förekomst av toxinproducerande växtplankton över varningsgränserna. Riskbedömning görs löpande varje vecka för eventuell ökning eller minskning av provtagningsfrekvens. Datumindelningen har sin grund i historiska data på perioder där höga respektive låga halter av toxiner har varit vanliga.

Toxiner och bakterier	Blåmussla	Hjärtmussla	Ostron	Sjöpung
Lipofila toxiner*, AST	Varje vecka	Varje vecka	Varje vecka 1/3-31/7 Varannan vecka 1/8-28/2	Inga prov
PST	Varje vecka 1/3-31/7 Varannan vecka 1/8-28/2	Varje vecka 1/3-31/7 Varannan vecka 1/8-28/2	Varje vecka 1/3-31/7 Varannan vecka 1/8-28/2	Varje vecka 1/3-31/7 Varannan vecka 1/8-28/2
<i>E. coli</i>	Enligt provtagningsplan	Enligt provtagningsplan	Enligt provtagningsplan	Enligt provtagningsplan

\* Lipofila toxiner omfattar toxingrupperna DST, AZA, YTX samt PTX.

Om ökade eller minskade halter av toxiner i musslor eller potentiellt giftiga alger i havsvattnet konstateras kan provtagningsfrekvensen ändras efter att en riskvärdering genomförts och hänsyn tagits till nedan beskrivna punkter. Riskvärdering görs varje vecka när alla resultat har inkommit till Livsmedelsverket.

Till grund för riskvärderingen ligger framför allt dessa uppgifter:

- Resultat av toxin- och alganalyser från aktuell vecka i produktionsområdet
- Resultat från omgivande produktionsområden
- Senaste planktonresultaten från den närmaste provtagningspunkten och andra externa resultat.
- Vind och väderförhållanden
- Historiska data

## Analys

De kemiska analyserna av toxiner i musslor tar ungefär ett till två dygn att utföra, beroende på om screening eller haltbestämning av toxiner behöver göras. Om en screeningsanalys påvisar närvaro av toxiner i musselköttet förlängs analystiden för att en haltbestämning av toxinerna i musselprovet ska kunna utföras. Musslorna analyseras enligt avprövade och inom hela EU harmoniserade kemiska analysmetoder. Principen för dessa metoder är att musslorna homogeniseras först, varefter toxinerna extraheras genom tillsats av olika kemiska lösningar som frigör toxinerna ur musselköttet. Analys av musselextraktet utförs sedan i en masspektrometer som påvisar närvaro av toxiner gentemot certifierade toxinstandarder, varefter toxinhalten i musselprovet kan beräknas och fastställas.

För att analysera *E. coli* homogeniseras musslorna först och en del av provet används tillsammans med speciella näringslösningar för att odla fram eventuella kolonier av *E. coli*. Analysen sker i flera steg och tar ca 48 timmar om *E. coli* är påvisat.

De algarter som är kända för att kunna producera de toxiner som kan ansamlas i musslor och göra dem giftiga för konsumenter, artbestäms och räknas i inverterat mikroskop (se tabell 6). Antalet beräknas som celler per liter. Det totala antalet alger i provet räknas också för att kunna sättas i relation till antalet potentiellt toxiska alger.

Samtliga analyser under åren 2014-2019 (*E. coli* och toxiner i musslor samt toxinproducerande växtplankton i havsvatten) utfördes av laboratorier som kontrakterades av Livsmedelsverket. Ett av kraven för att kontrakteras är att laboratorierna är ackrediterade enligt ISO 17025 och att ackrediteringen utfärdats och kontrolleras av den statliga myndigheten Swedac.

Tabell 5. Analysmetoder och gränsvärden för olika toxiner och för bakterien *E. coli* inom kontrollprogrammet.

Toxin/Organism	Gränsvärde	Metod	Referens
Lipofila toxiner			EU-Harmonised SOP for determination of Lipophilic marine biotoxins ver. 4. 2011
DST+PTX	160 µg/kg	LC-MS/MS	EU-Harmonised SOP for determination of Lipophilic marine biotoxins ver. 4. 2011
AZA (AZT)	160 µg/kg		EU-Harmonised SOP for determination of Lipophilic marine biotoxins ver. 4. 2011
YTX	3,75 mg/kg		EU-Harmonised SOP for determination of Lipophilic marine biotoxins ver. 4. 2011
AST*	20 mg/kg	LC-MS	AOAC 991.26
PST	800 µg/kg	HPLC-FLD	AOAC 2005.06
<i>E. coli</i>	Gränsvärden enligt förordning 2073/2005 (Se tabell 3)	ISO 16649-3	ISO 16649-3:2015
Toxinproducerande växtplankton	Riktvärde se tabell 6	Inverterat mikroskop Infärgning med Calcoflour, analys med fluorescensmikroskop	Utermöhl, 1958 Andersen, 2010

\*AST screenas med metoden för lipofila toxiner och konfirmeras med LC-MS-metod baserad på AOAC 991.26.

Av tabell 6 framgår vilka riktvärden som ska följas för olika alger och som indikerar förekomst av toxiner. Riktvärdena används som varningsgränser och antal celler per liter som överskrider gränserna medför olika åtgärder. Alla arter har inte någon fastställd varningsgräns. Oftast beror det på att arten är relativt nyfunnen och ingen gräns har ännu kunnat fastställas. Varningsgränserna härstammar inte från någon lagstiftning eftersom växtplanktonsamhällena ser så olika ut och fungerar annorlunda i olika delar av Europa. Därför tar varje medlemsland i EU fram sina egna värden. Sveriges värden är

ursprungligen desamma som i Norge på grund av att våra kuster går ihop och de därför kan anses vara jämförbara.

Tabell 6. Varningsgränser för alger i havsvatten.

Toxin	Arter och riktvärden.
PST	<i>Alexandrium</i> spp. *(200 celler/liter**)
PST	<i>Alexandrium minutum</i> *(200 celler/liter**)
PST	<i>Alexandrium ostenfeldii</i> *(200 celler/liter**)
AZA	<i>Azadinium</i> spp.
DST	<i>Dinophysis acuminata</i> *(1500 celler/liter)
DST	<i>Dinophysis acuta</i> *(200 celler/liter**)
DST	<i>Dinophysis norvegica</i> *(4000 celler/liter)
DST	<i>Phalacroma rotundatum</i> *(1500 celler/liter)
DST	<i>Dinophysis tripos</i>
YTX	<i>Gonyaulax spinifera</i>
YTX	<i>Lingulodinium polyedra</i>
YTX	<i>Protoceratium reticulatum</i> *(1000 celler/liter)
AST	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp. *(100 000 celler/liter)
AST	<i>Pseudo-nitzschia seriata</i> *(100 000 celler/liter)

\*= Varningsgränser för respektive potentiellt toxiska art.

\*\*=100 celler/l under 3 veckor

## Uppföljning av analysresultat

Livsmedelsverket får analysresultaten från de kontrakterade laboratorierna inom 2-3 dagar och bedömer resultatet gentemot gällande gränsvärden (se tabell 5) samt vidtar eventuella åtgärder. Alla analysresultat inklusive beslut om öppning/stängning av produktionsområden meddelas alla upptagare. Informationen om öppning/stängning av produktionsområden publiceras även på Livsmedelsverkets webbplats ([www.livsmedelsverket.se](http://www.livsmedelsverket.se)). Om nyligen skördade musslor redan har nått marknaden när ett resultat visar på halter över gränsvärdet måste de aktuella partierna återkallas av företagen. För att Livsmedelsverket åter ska öppna ett område som antingen varit stängt på grund av höga koncentrationer av toxin i musslor eller haft för höga värden av bakterier krävs upprepade analyser som visar stabilt resultat under gränsvärdena.

## Växtplankton

Toxinbildande växtplankton utgör nästan alltid en mycket liten del av den totala mängden växtplankton. De toxinbildande algernas toxininnehåll kan variera och påverkas av flera parametrar, exempelvis mängden djurplankton som kan utgöra en risk för att algen ska bli uppäten (Selander et al., 2006). Planktoncellernas toxininnehåll kan också bero på mängden näringsämnen i havet och i vilken form de förekommer till exempel om den största delen av kvävet i havet består av nitrat eller ammonium. Vissa växtplanktonarter gynnas när den totala näringshalten är låg och den största delen det tillgängliga kvävet består av ammonium (Wells, Trainer et al. 2015). Detta gör det svårt att ha fasta gränsvärden för antalet potentiellt toxiska växtplankton per liter. Istället har varningsgränser gällande

antalet celler per liter havsvatten bestämts för olika arter och släkten av toxinbildande alger (se tabell 6). Ett överskridande av varningsgränsen kan ibland innebära att områden stängs men oftast resulterar det i ökad frekvens av toxinprovtagning i musslor. Om antalet *Alexandrium* spp överskrider varningsgränserna stängs området i väntan på resultat från toxinanalyserna i musslor. Detta är rutin eftersom toxinerna som algerna producerar, PST, är mycket potenta och kan medföra allvarliga konsekvenser för hälsan (se tabell 1). Det är inte alla toxinbildande arter som har en varningsgräns. Det beror oftast på att arten är relativt nyfunnen och att ingen gräns har kunnat fastställas ännu. Det innebär att Livsmedelsverket är ytterst uppmärksamma på ökande tätheter av sådana alger för att se om det finns ett samband mellan en viss täthet och ökade toxinhalter i musslorna.

### **E. coli**

När ett produktionsområde fått en klassificering efter genomförd sanitär undersökning bedöms resultaten i kontrollen främst utifrån gränsvärdena för *E. coli* som är specifika för varje klassificering. Beroende på hur höga halter resultaten visar kan området antingen stängas eller sättas under tillfällig restriktion. Ett område med A-klass kan hållas öppet med restriktion när halterna överstiger gränsvärdet på 230 *E. coli*/100g om det inte är högre än 700 *E. coli*/100g. Halter över 700 *E. coli*/100g innebär stängning av området. För B-klass är gränsvärdet 4600 *E. coli*/100g och C-klass 46000 *E. coli*/100g (se gränsvärden tabell 3). I Sverige finns bara klass A och B-områden.

Upptag ur ett produktionsområde med restriktion får endast göras om livsmedelsföretagare efter analys av fem separata delprov kan visa att det upptagna partiet uppfyller kraven enligt mikrobiologiska kriterierna i Förordning (EG) nr 2073/2005 Bilaga I, Kapitel 1, punkt 1.25. Alternativt kan ett upptaget parti renas på godkänd reningsanläggning så att ovan nämnda krav uppfylls. Restriktionen hävs när provtagning visar att halterna återigen ligger under gränsvärdet för den klass A.

Efter att ett produktionsområde har varit stängt på grund av för höga halter *E. coli* krävs två godkända prov i följd för att öppna det igen. Proven ska tas med en veckas mellanrum. Godkända prov är då resultaten visar halter under gränsvärdet för aktuell klassificering.

Upprepade tillfällen med för höga halter kan innebära att området får en ny klassificering. Om det handlar om mycket höga halter kan en sådan omklassificering göras direkt. I andra fall görs det vid den revidering av klassificeringar som utförs varje år. Vid varje årsskifte studeras resultaten 3 år bakåt. Om alla prov är tagna på rätt position och tillräckligt många prov uppfyller klassificeringens krav bibehålls klassificeringen. Om resultaten har försämrats eller förbättrats ur ett *E. coli* perspektiv tas beslut om ny klassificering.

### **Toxiner**

Överskrider något gränsvärde för algtoxiner i musslor och ostron stängs produktionsområdet och då får ingen skörd ske. Om PST påträffas i musslor eller ostron stängs området omedelbart även om halterna är under gränsvärdet eftersom halterna kan öka mycket snabbt och eftersom toxinet är mycket skadligt för människor (se tabell 1). Gränsvärdena är baserade på 100g-portioner av musslor för en person som väger 60 kg (EFSA 2008a).

Efter att ett produktionsområde har varit stängt på grund av för höga halter toxiner krävs två godkända prov i följd för att öppna det igen. Proven ska tas med en veckas mellanrum. Godkända prov är då resultaten visar halter under gränsvärdet. Proverna ska också vara tydligt nedåtgående eller på en

stabil låg nivå. Vid tveksamheter fortsätter provtagningen till dess att kriterierna uppfylls innan området öppnas.

## Nationellt referenslaboratorium

Enligt Kommissionens beslut 98/536/EC ska i varje EU-land finnas ett nationellt referenslaboratorium (NRL) för kontroll av marina algtoxiner, ett för livsmedelsburna virus och ett för *E. coli*.

Livsmedelsverket är NRL för alla tre ansvarområden. Viktiga uppgifter för NRL är att stödja de laboratorier som utför offentlig kontroll, med kompetens inom ny analysteknik och provtagning samt att medverka till att laboratorierna använder godkända analysmetoder och att dessa utförs med tillräcklig noggrannhet.

Livsmedelsverkets laboratorium är sedan hösten 2019 också utsedd som EU:s referenslaboratorium (EURL) för livsmedelsburna virus.



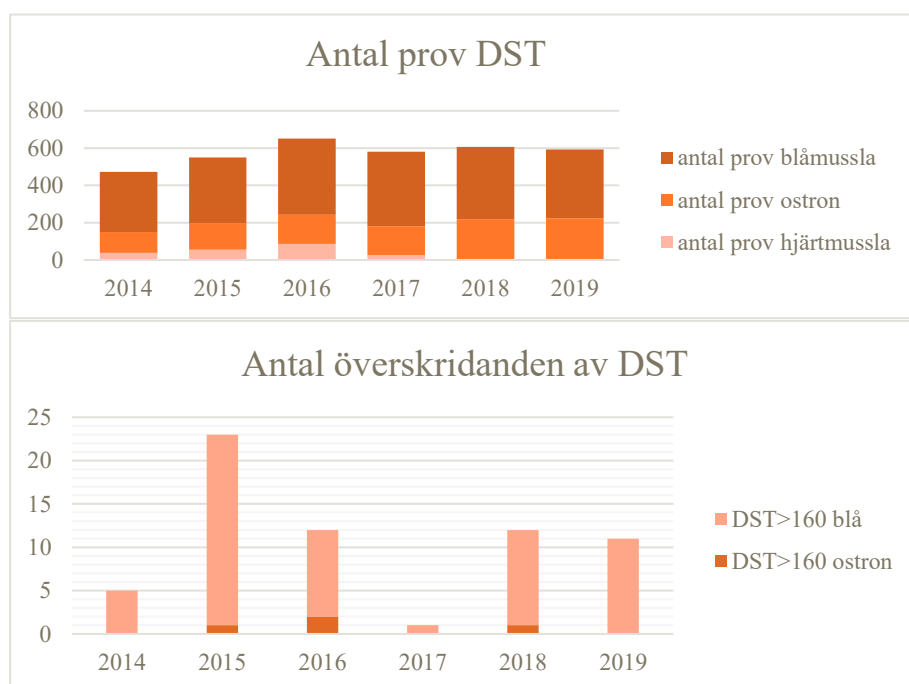
# Resultat marina biotoxiner 2014-2019

Nedan följer resultatet av det nationella kontrollprogrammet utifrån varje typ av toxin. Lipofila toxiner är ett samlingsnamn för de fettlösliga toxiner som analyseras med en gemensam metod. De fettlösliga toxinerna är DST, PTX, AZA och YTX. Det finns också vattenlösliga toxiner som PST och AST. Anledningen till att toxinerna delas upp på det sättet är främst att de på grund av sina olika egenskaper kräver olika analysmetoder (se tabell 1).

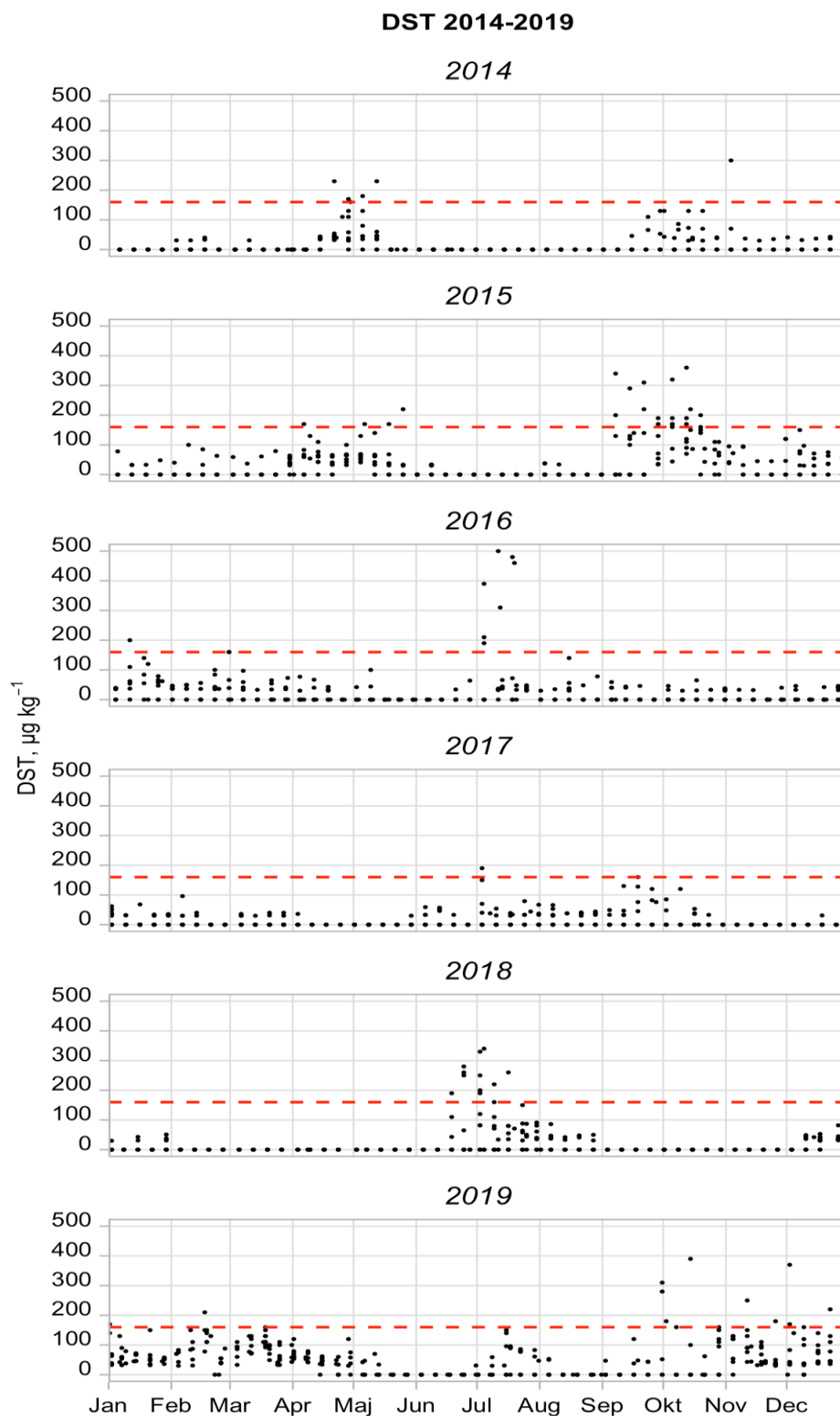
## DST - Diarrétoxiner

Under perioden 2014-2019 har gränsvärdet överskridits i 64 prov, där 60 utgjordes av blåmusselprov och endast fyra prov tagits av ostron. Totalt under dessa år har musselkontrollen analyserat 3455 prov där 208 bestod av hjärtmussla, 1005 av ostron och 2242 av blåmussla. Det tas ungefär 500-600 prov för analys av DST om året (se figur 7).

Antalet överskridanden per år varierar och 2015 hade 22 blåmusselprov halter över gränsvärdet och 2017 endast 1 prov, medel är ca 10 överskridanden/år. Ostron har totalt 4 överskridanden under 2014-2019 och hjärtmussla har aldrig visat halter över gränsvärdet.



Figur 7. Överst. Antal prov som analyserats för DST under åren 2014-2019. Underst. Antal överskridanden av gränsvärdet över samma period.



Figur 8. Resultat enskilda provtagningar för DST ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) i musslor (*Mytilus edulis*) år för år.

Under åren 2014-2019 kunde man inte se någon ökning av höga halter av DST. Däremot kan man utläsa en viss mellanårsvariation i säsongsfördelningen. Det har historiskt sett varit vanligt med en vår- och en hösttopp som man kan se under 2014 och 2015 men 2016 observerades blåmusslor med toxinhalter som överskred gränsvärdena mitt i sommaren (se figur 8). År 2018 upprepades detta i juni

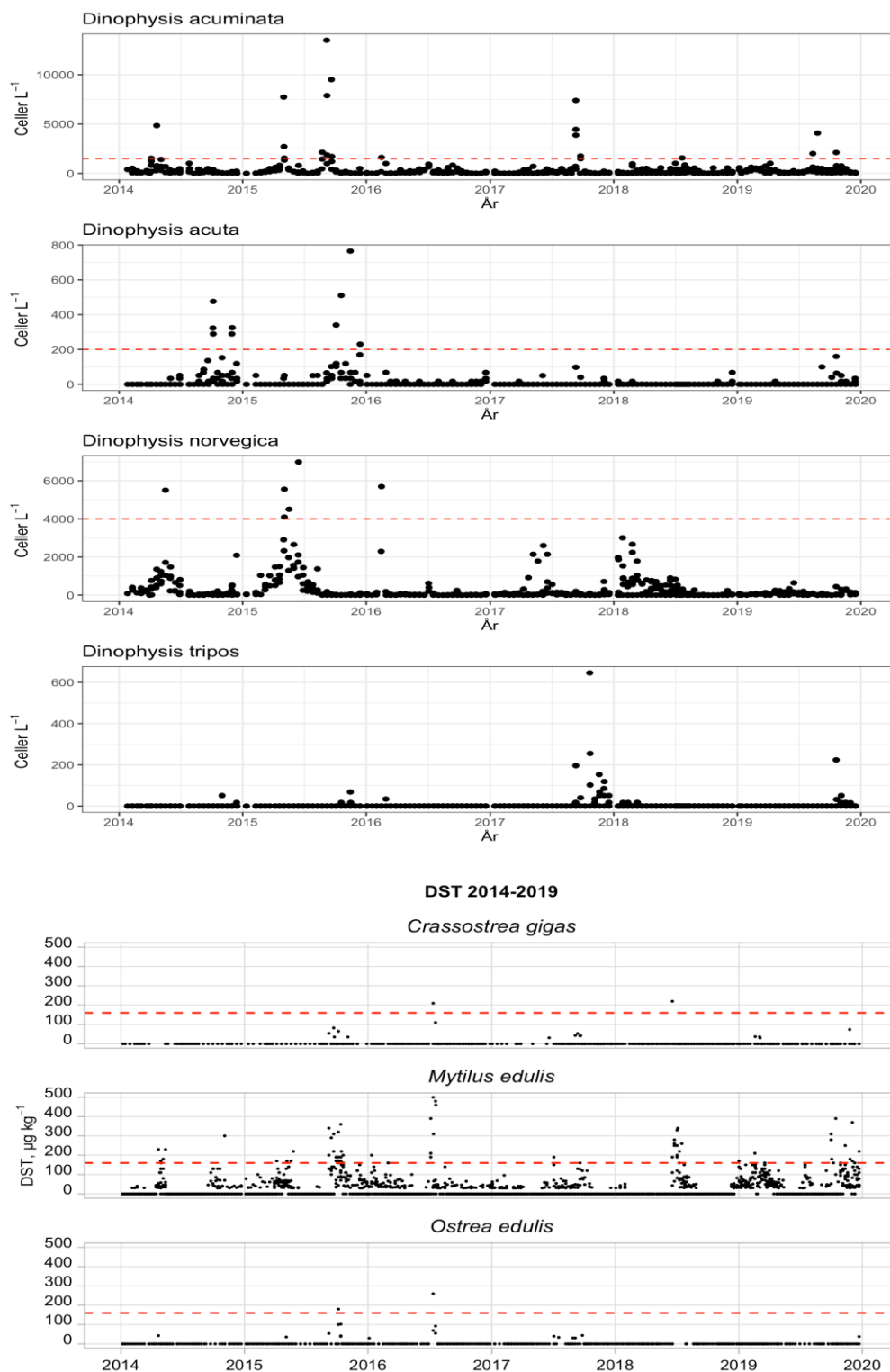
och juli medan blåmusslorna under resten av året var i det närmaste fria från DST. Under 2019 var halterna av DST förhöjda under stora delar av året, även om antalet prov med halter över gränsvärdet inte var fler än normalt. En mindre tydlig topp under våren och även under hösten noterades, där högre halter kunde mätas. Under juli sågs även den sommartopp som de senare åren har varit en återkommande händelse.

Höga halter av DXT2 i musslor noterades bl.a. hösten 2015 och hösten 2016 samt vintern 2015-2016. Dessa halter sammanfaller med höga tätheter av *D. acuta*. De följande åren observerades inte några höga tätheter av *D. acuta*. När man studerar närvaron av *D. norvegica* ser det även där ut som att antalet tillfällen med höga tätheter har minskat men man kan också se att under 2016 och 2018 observerades de högsta antalen under vinter och tidig vår till skillnad från övriga år.

Under åren 2014 och 2015 infaller stegringarna av DST under vår och höst, samtidigt med höga antal av *Dinophysis acuminata* respektive *D. acuta* (se figur 9).

I slutet på juni 2016 ökade antalet *D. acuminata* från 300 celler per liter till 700 mellan två provtagningar i ett område. Samtidigt ökade toxinhaltarna i musslor från 69 µg/kg till 390 µg/kg (gränsvärde 160 µg/kg) på en vecka i samma område. Varningsgränsen för *D. acuminata* är satt till 1500 celler per liter och alltså klart högre än det uppmätta antalet *D. acuminata* i proven.

Under sommaren 2018 ökade antalet *D. acuminata* från 500 till 1000 celler per liter mellan två provtagningar samtidigt som toxinerna i musslor ökade från 0 till 330 (gränsvärde 160 µg/kg) under samma tidsperiod.



Figur 9. Överst. Resultat av planktonanalyser per år samtliga provtagningspunkter. Underst. Resultat av DST-analyser per art och år från samtliga provtagningspunkter. De röda, streckade linjerna visar varningsgränser för antal toxinbildande växtplankton och gränsvärdet för DST i musslor och ostron.

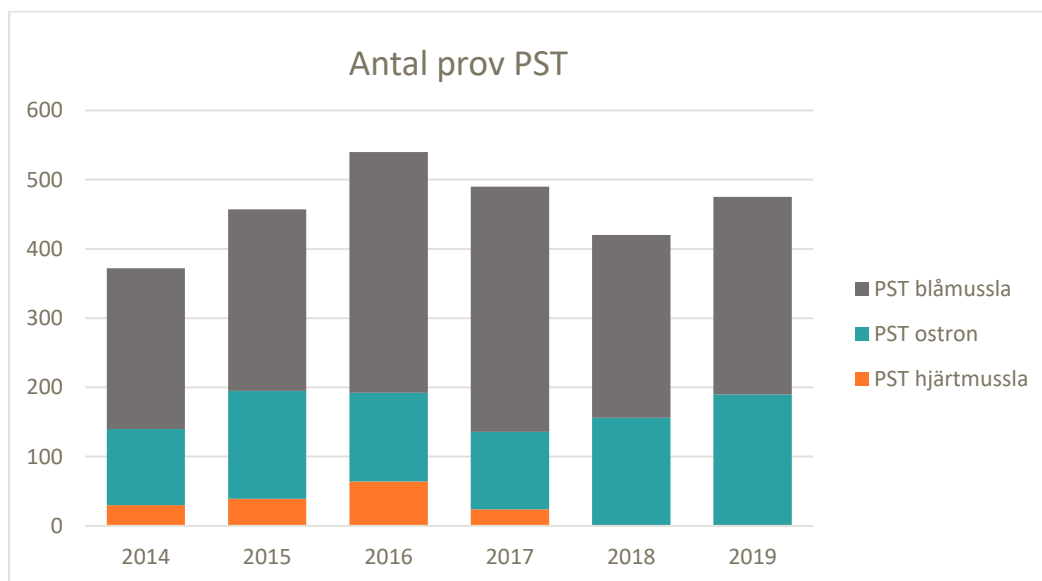
## PTX - Pectenotoxiner

Under åren 2014- 2019 har toxinet påträffats i 42 prov i den svenska musselkontrollen men aldrig i halter över gränsvärdet för DST. Under fyra av dessa sex år har mellan ett och fyra prov per år innehållit PTX.

Under 2015 och 2017 däremot hade 12 respektive 19 prov kvantifierbara halter av toxinet. År 2015 uppmättes dessa i samband med ett DST-utbrott på hösten. År 2017 uppmättes PTX, men bara i de nordligare produktionsområdena från Lysekil och norrut. Det var förbryllande att halterna låg nära gränsvärdet eftersom toxinet DST inte kunde detekteras alls i musselproverna. Ungefär lika många ostronprov som prov på blåmussla innehöll PTX under 2017 vilket är en avvikelse från övriga år då toxinet bara har påträffats i blåmussla.

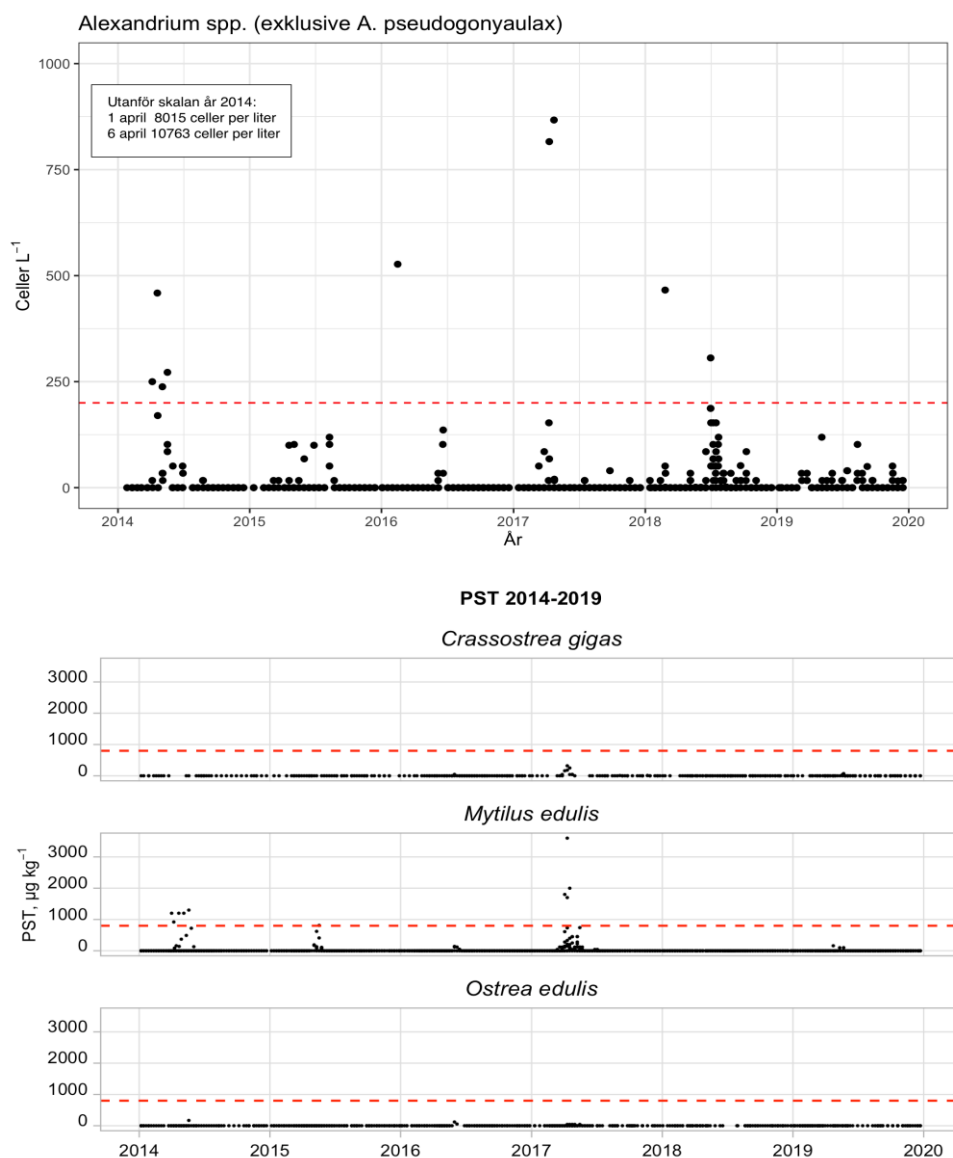
## PST - Paralyserande toxiner

PST är en grupp av nio toxiner där saxitoxin är den mesta kända. Musselkontrollen har analyserat 2754 prov 2014-2019, ungefär 450 prov per år (se figur 10). Under åren 2014-2019 har halter av PST uppmätts i musslor varje vår utom under 2018 då bara spår av toxinet kunde analyseras (se figur 11).



Figur 10. Antal prov som analyserats för PST under åren 2014-2019.

PST-producerande *Alexandrium* har framförallt varit vanliga längs Bohuskusten under senvåren.



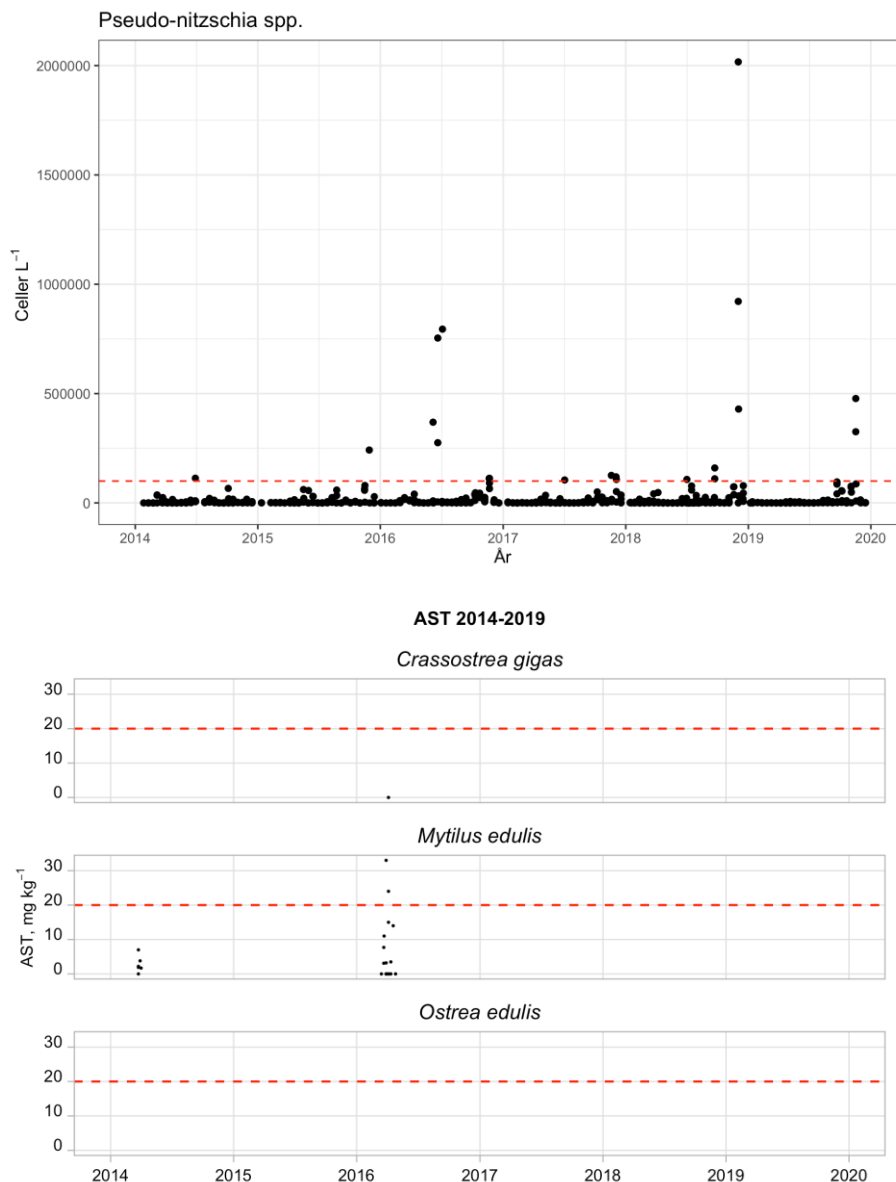
Figur 11. Överst. Antal *Alexandrium spp.*/liter havsvatten. Underst. Uppmätta halter av PST i Stillahavsostron (*Crassostrea gigas*), blåmusslor (*Mytilus edulis*) och Europiskt ostron (*Ostrea edulis*). De röda, streckade linjerna visar varningsgränser för antal toxinbildande växtplankton och gränsvärdet för PST i musslor och ostron.

Under 2014 uppmättes halter av PST i blåmusslor över gränsvärdet (800 µg/kg). De högsta uppmätta halterna var 1200 µg/kg i ett produktionsområde det året. Under 2014-2019 har gränsvärdet 800 µg/kg överskridits vid 10 tillfällen och då endast i blåmusslor. Det högsta uppmätta värdet är 3600 µg/kg i blåmusslor från Saltöfjorden i april 2017. Halter av PST under gränsvärdet har även analyserats i ostron, om än i mindre omfattning.

De höga tätheterna av alger korrelerar med halter av PST i musslorna.

## AST - Amnesitoxiner

Totalt under 2014-2019 har musselkontrollen analyserat 3455 prov där 208 bestod av hjärtmussla, 1005 av ostron och 2242 av blåmussla. Det tas ungefär 500-600 prov för analys av AST om året. Screening av AST inkluderas i metoden för analys av lipofila toxiner. Efter påvisad närvaro haltbestäms AST med en egen metod (se tabell 5). Den översta bilden i figur 7 visar fördelningen på provtagningen över åren.



Figur 12. Överst: Antal *Pseudo-nitzschia spp.*/liter havsvatten. Underst: Uppmätta halter av AST i Stillahavsostren (*Crassostrea gigas*), blåmusslor (*Mytilus edulis*) och Europiskt ostron (*Ostrea edulis*). De röda, streckade linjerna visar varningsgränser för antal toxinbildande växtplankton och gränsvärdet för AST i musslor och ostron.

Toxinet har bara påvisats vid två tillfällen under 2014-2019. AST uppmättes första gången i blåmusslor från ett produktionsområde under 2014. Det högsta värdet var då 7 mg/kg. Andra gången var 2016 och då drabbades 7 produktionsområden av AST och höga halter uppmättes i både blåmusslor och hjärtmusslor. Gränsvärdet 20 mg/kg överskreds vid tre tillfällen och det högsta

uppmätta värdet var 36 mg/kg i hjärtmusslor från produktionsområdet Halsefjorden, nr 158. Toxinet var närvarande under fem veckor.

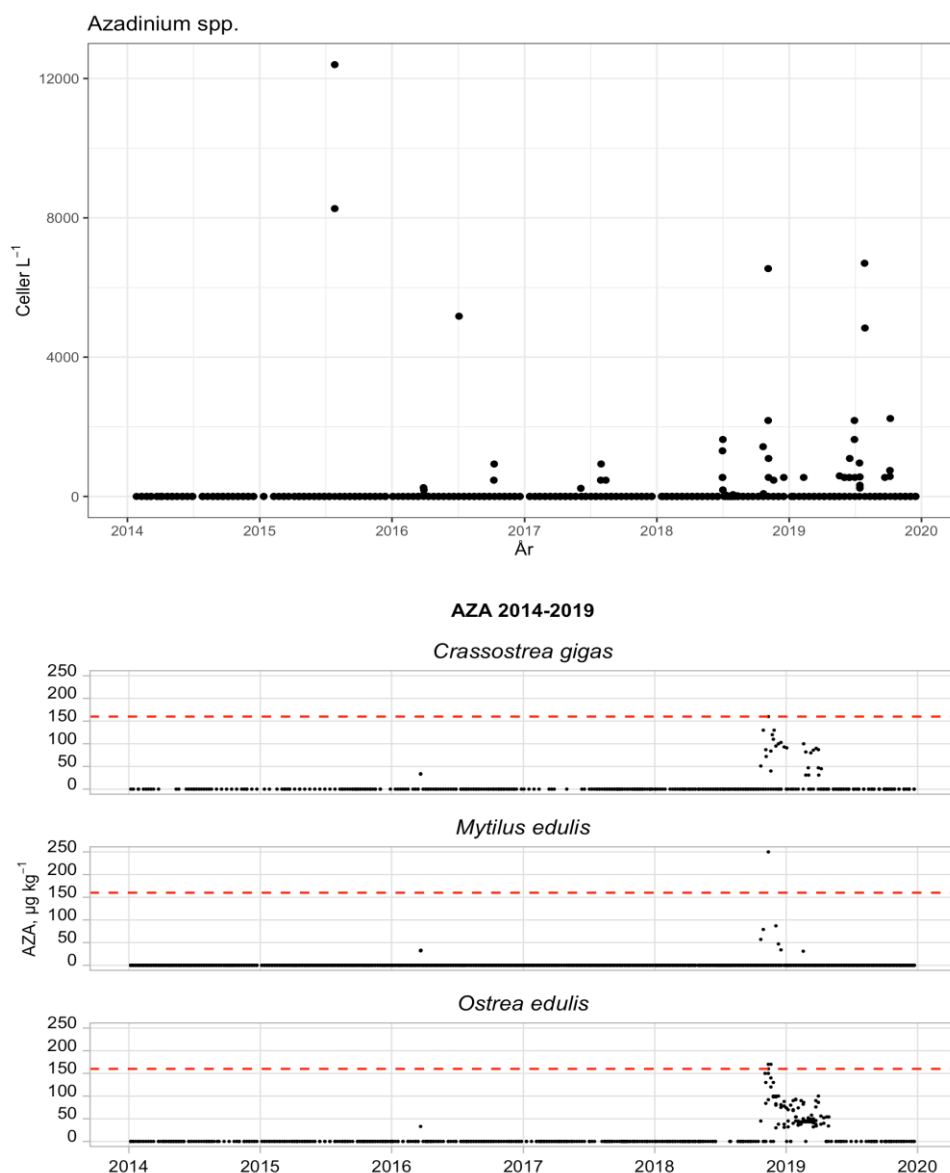
## AZA - Azaspiracider

Totalt under 2014-2019 har musselkontrollen analyserat 3455 prov där 208 bestod av hjärtmussla, 1005 av ostron och 2242 av blåmussla. Det tas ungefär 500-600 prov för analys av AZA per år. AZA tillhör gruppen lipofila toxiner som alla analyseras med samma metod (se tabell 5). Den översta bilden i figur 7 visar fördelningen på provtagningen över åren.

Under hösten 2018 uppmättes för första gången relativt höga halter av AZA (se figur 13). Halterna överskred gränsvärdet vid två tillfällen i ostron och vid ett tillfälle i musslor. Toxinnivån sjönk inte i ostron under drygt 5 månader över vintern men låg strax under gränsvärdet. Under hösten 2018 gjordes fler observationer av *Azadinium* spp. än tidigare år.

Under första halvan av 2019 gjordes endast en observation av *Azadinium* spp. i planktonproverna som togs inom musselkontrollen och i april 2019 kunde inga AZA- toxiner längre uppmätas i ostronen. Några månader senare, i juni och juli, observerades *Azadinium* spp. igen i relativt höga tätheter, men utan att medföra toxiska nivåer av AZA i musslor och ostron.



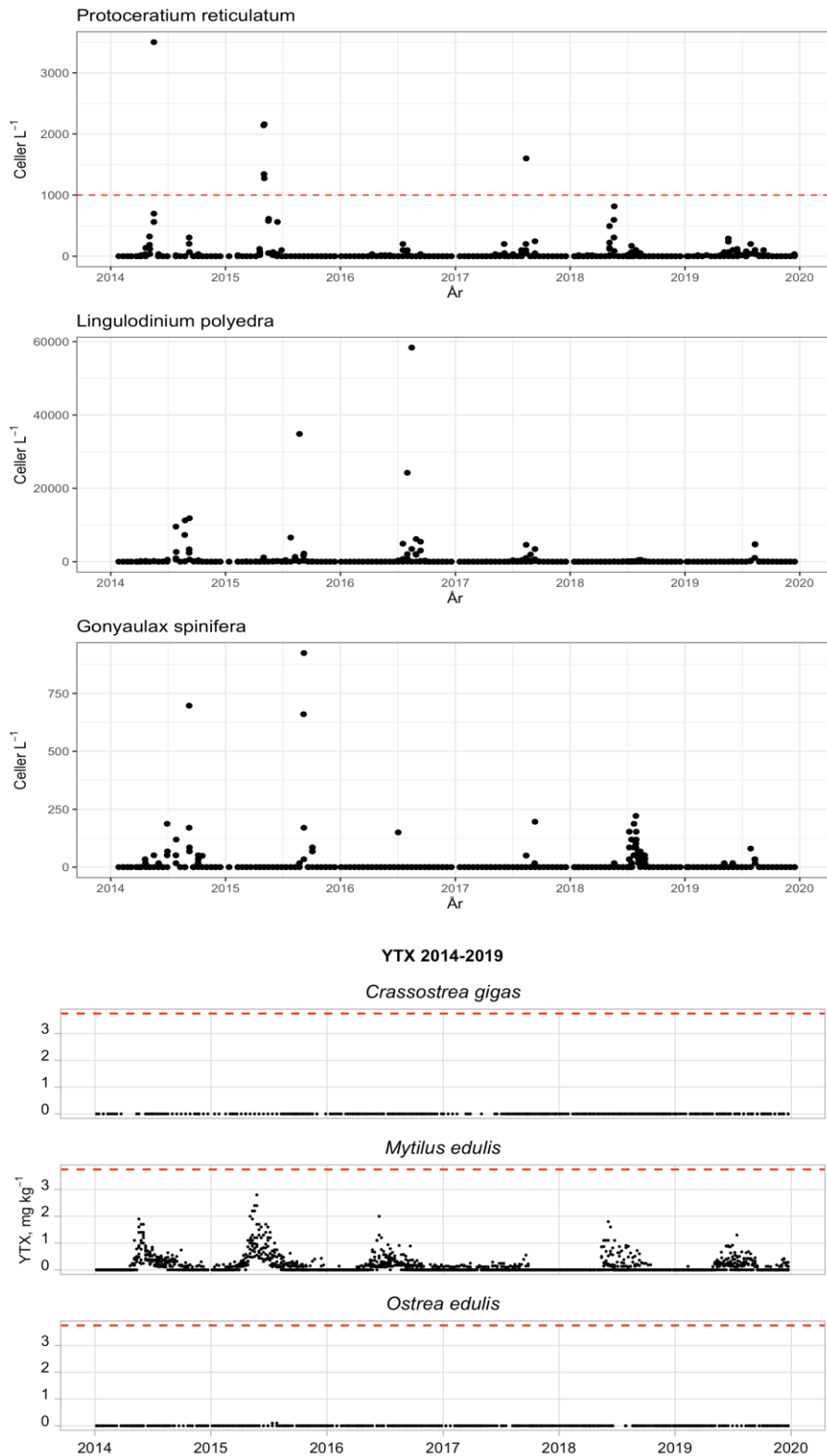


Figur 13. Överst. Antal *Azadinium* spp./liter havsvatten. Underst. Uppmätta halter av AZA i Stillahavsostren (*Crassostrea gigas*), blåmusslor (*Mytilus edulis*) och Europiskt ostron (*Ostrea edulis*). De röda, streckade linjerna visar varningsgränser för antal toxinbildande växtplankton och gränsvärdet för AZA i musslor och ostron.

## YTX – Yessotoxiner

Totalt under 2014-2019 har musselkontrollen analyserat 3455 prov där 208 bestod av hjärtmussla, 1005 av ostron och 2242 av blåmussla. Det tas ungefär 500-600 prov för analys av YTX om året. YTX tillhör gruppen lipofila toxiner som alla analyseras med samma metod. Den översta bilden i figur 7 visar fördelningen på provtagningen över åren.

YTX återkommer med ganska tydlig regelbundenhet, främst i blåmusslor. De högsta halterna förekommer under sommarmånaderna. Det finns också en nära korrelation mellan toxinhalterna i mussla och artsammansättningen av alger vid samma tidpunkter (se figur 14). Av figuren framgår att höga tätheter av dessa arter i havsvattnet sammanfaller med de högsta uppmätta värdena av Yessotoxin i blåmusslor. Under åren 2014-2019 har inte gränsvärdet överskridits vid något tillfälle.

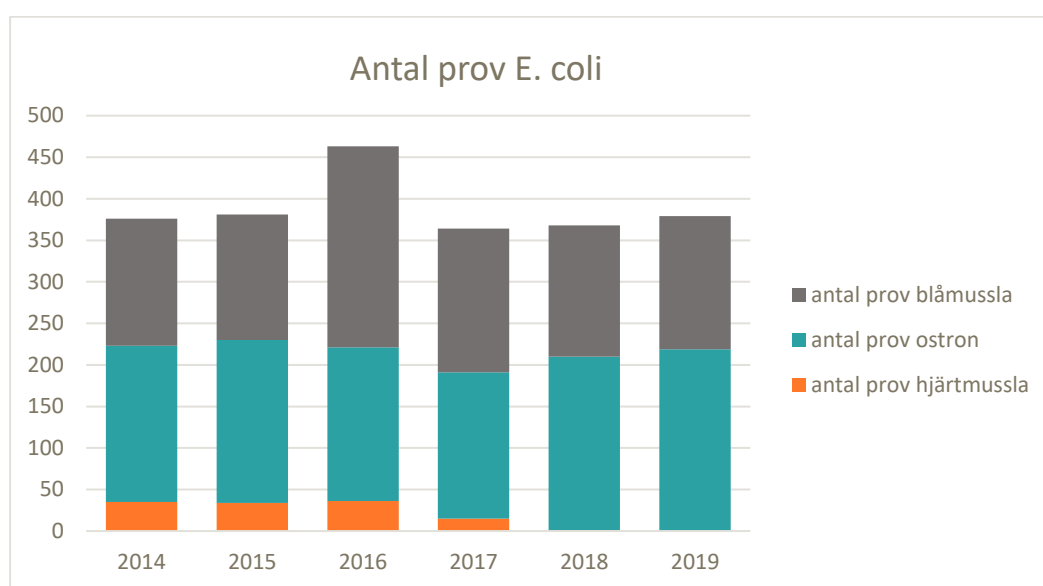


Figur 14. Överst. Antal yessotoxinproducerande växtplankton/liter havsvatten. Underst. Uppmätta halter av AZA i Stillehavsostron (*Crassostrea gigas*), blåmusslor (*Mytilus edulis*) och Europiskt ostron (*Ostrea edulis*). De röda, streckade linjerna visar varningsgränser för antal toxinbildande växtplankton och gränsvärdet för YTX i musslor och ostron.

# Resultat Bakterier och virus 2014-2019

## *Escherichia coli*

Halterna av tarmbakterien *Escherichia coli*, *E. coli* övervakas i musslor som en indikatorbakterie för kontaminering av mänsklig avföring eller djurspillning i havsvattnet som når musslorna. Övervakning av *E. coli*, har utförts på en eller flera provpunkter per produktionsområde i samtliga områden som har en klassificering oavsett om områdena har varit öppet för skörd eller inte.



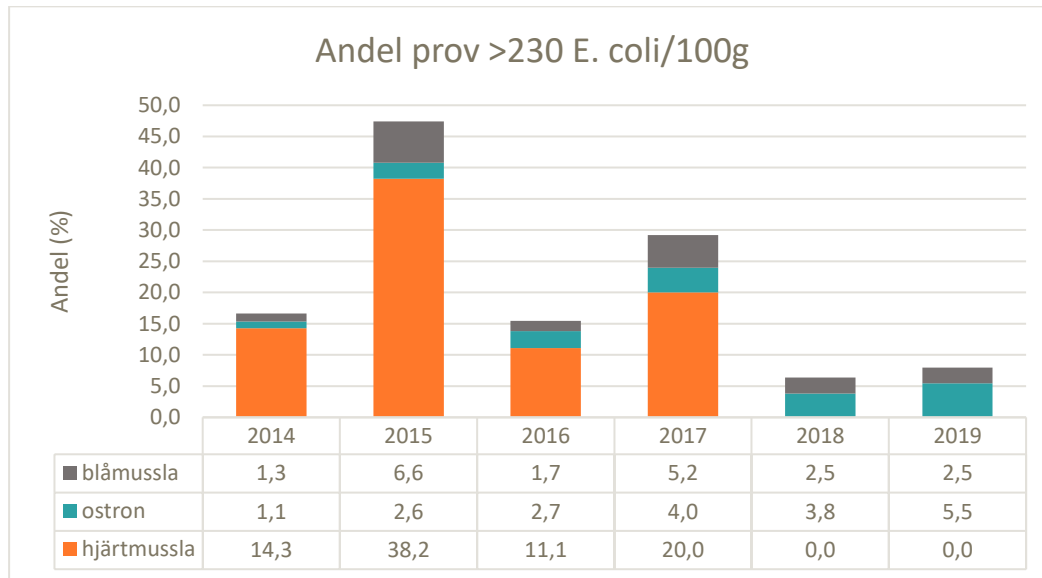
Figur 15. Antal prov som analyserats för *E. coli* under åren 2014-2019.

Under åren 2014 till 2019 togs mellan 364 och 463 prov per år. De flesta år är andelen prov på ostron större än andelen prov på blåmussla eller hjärtmussla. Detta beror på att riskerna att bli sjuk av patogena bakterier eller virus är större vid konsumtion av råa ostron än kokta musslor. Skillnaderna i antal analyserade prov per art beror också på att fler områden är klassificerade för ostron och blåmussla än för hjärtmussla.

Sammanlagt togs 2331 prov för *E. coli* analys i både A- och B-klassade produktionsområden under 2014-2019. Av dem överskred 67st gränsvärdet för A-klass, 230 *E. coli*/100g musselkött men endast 19 prov totalt har överskridit 700 under dessa 6 år. Enligt lagstiftningen får man bortse från enstaka höga värden efter att en riskbedömning utförts. De prov som har överskridit 700 i musselkontrollen har kommit från olika produktionsområden och undersökningar har utförts. Det har inneburit att inga nedklassificeringar har gjorts på grund av överskridanden. Ytterligare 30 prov hade halter över 230 *E. coli*/100g men eftersom de proverna var tagna i B-klassade områden överskreds inte gränsvärdet för *E. coli*.

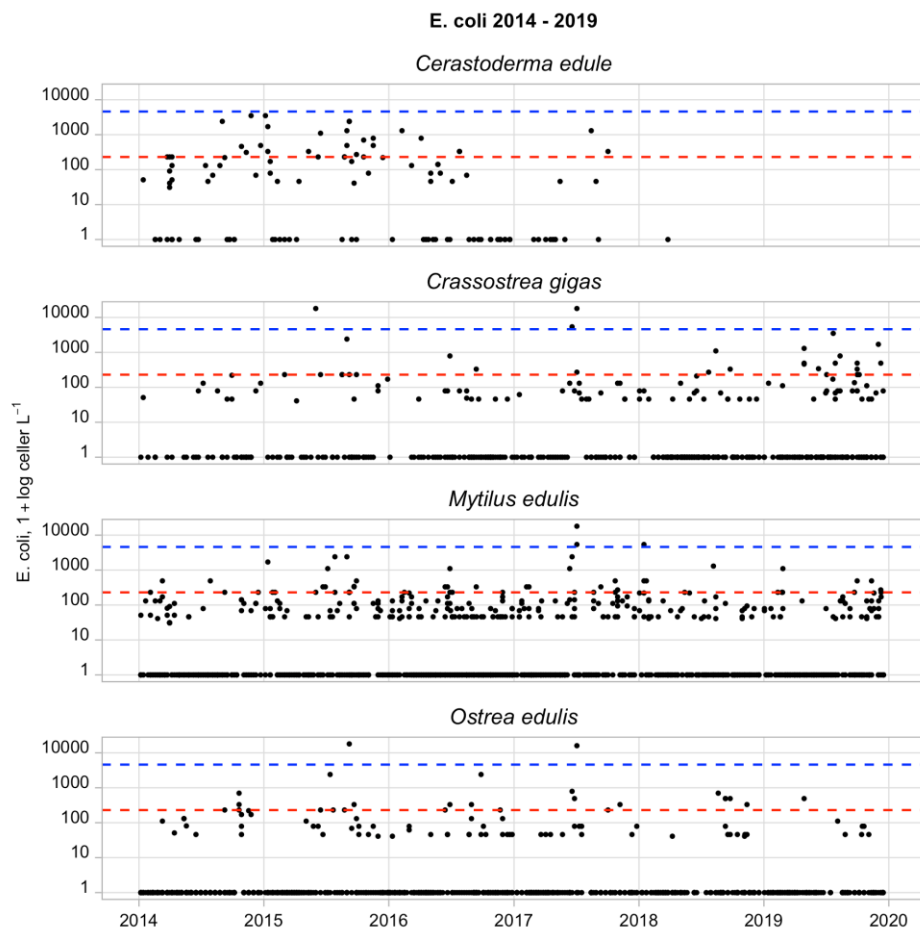
Antalet klassificerade områden har varierat under åren och 2014 togs prov från 13 A-klassade områden och fyra B-klassade. 2019 var antalet 25 A-klassade områden och två B-klassade områden. 2014 bestod de fyra B-klassade områdena av tre produktionsområden för hjärtmussla och ett för

blåmussla. Hjärtmussla står för en liten andel av de analyserade proven (se figur 15) eftersom jämförelsevis få områden är klassificerade för hjärtmussla. Samtliga produktionsområden för hjärtmussla har haft B-klass, vilket också avspeglas i hur stor andel av de analyserade provena av hjärtmussla som har haft värden över gränsvärdet för A-klassificering. Under 2018 och 2019 var det ingen produktion av hjärtmusslor och därför togs de klassificeringarna bort och inga analyser utfördes på hjärtmusslor.



Figur 16. Andel prov i blåmussla, ostron och hjärtmussla under 2014-2019 där halten av *E. coli* överskred gränsvärdet för A-klassificerade områden.

Vid några tillfällen har halter över B-klassificeringens gränsvärde uppmätts.



Figur 17. Samtliga analyserade halter av *E. coli* fördelade på art under åren 2014-2019.

Röd streckad linje indikerar gränsvärdet 230 *E. coli*/100 g musselkött för A-klassificerade områden. Blå streckad linje indikerar gränsvärdet 4600 *E. coli*/ 100 g musselkött för B-klassificerade områden.

## Virus

Gränsvärden för norovirusanalys ingår ännu inte i lagstiftningen. Prover tas därför inte regelbundet som övriga prover i musselkontrollen. Norovirus är det vanligaste viruset i musslor och ostron som kan leda till magsjuka. Analyser utförs först när det inkommer en misstanke om att någon blivit sjuk av att äta ostron eller musslor kontaminerade med virus. Det gäller både svenska och importerade produkter. Under 2014-2019 har nio prover av svenska musslor och ostron analyserats för virus och samtliga prov analyserades 2019. I fem av proverna påvisades norovirus.

I februari 2019 togs prov i ett produktionsområde efter en anmälan om att sju personer insjuknat i norovirusliknande symptom efter att ha ätit ostron. Musselkontrollen hade två veckor tidigare uppmätt förhöjda halter av *E. coli* i ostronen från samma produktionsområde. Dessa halter gick inte över gränsvärdet, men det var ändå en indikation på att förorenat vatten hade nått ostronen. Säsongen för vinterkräksjukan brukar infalla mellan november och mars och när proverna togs var många människor sjuka. Provet från produktionsområdet visade på relativt stora mängder virus i ostronen. Norovirus genogrupp I (GI) och II (GII) påvisades. Detta indikerar att ursprunget kommer från avloppsvatten där båda genogrupperna oftast förekommer, en blandning från många olika människor.

Halten av GI uppgick till 152 virus/g och GII till 1098 virus/g. Området stängdes för skörd och uppföljande provtagning gjordes varje vecka följande 6 veckor innan området kunde öppnas igen.

Under samma period kom det in anmälan om insjuknade personer som hade ätit ostron från ett annat produktionsområde. Dock kunde det inte påvisas norovirus i det området. Ännu finns inget gränsvärde för norovirus och därför får en riskvärdering göras inför både stängning och öppning av drabbade områden. Riskvärderingen beaktar analyserade resultat samt bedömning av sjukdomssituationen i samhället.

Åren 2016 till 2018 utfördes en studie av förekomst av norovirus i ostron som leddes av Efsa (European food safety authority) (EFSA 2019). Alla ostronproducerande länder inom EU deltog. Studiens syfte var att studera hur mycket norovirus det finns i produktionsområden för ostron inom EU. Proverna togs i både leveransanläggningar där ostron tvättas och packas för försäljning till konsument och direkt i produktionsområden. Resultatet visade att norovirus kunde detekteras i 34,5% av alla prover som var tagna i produktionsområden och 39% av dessa var tagna i A-klassade områden. Resultaten från undersökningen visade att det finns ett behov av att införa ett gränsvärde för norovirus i EU då utbredningen av virus är stor och därmed även riskerna för att konsumenter kan bli sjuka av att äta ostron.

# Diskussion

Under åren 2014-2019 har bakterier eller toxiner i musslor och ostron medfört stängningar av produktionsområden varje år. Mängden toxin har varierat mellan åren och även vilka toxiner som orsakat stängningar. AST och AZA har aldrig tidigare uppmätts i musslor och ostron i Sverige medan PST och DST förekommer relativt regelbundet. De överskridanden av toxingränsvärden som noterats jämförs med algsammansättningen i områdena för samma tidpunkt. Hur väl överskridanden av gränsvärden kan förklaras av närvaron av potentiellt toxiska växtplankton varierar mellan olika toxiner och olika tillfällen. De tillfällen då gränsvärdet för *E. coli* överskrids görs undersökningar om källor till höga bakteriehalter.

## DST

Höga halter av DST har uppmätts varje år under 2014-2019, dock i olika utsträckning (se figur 8). Eftersom toxiciteten i musslorna är beroende av hur stor mängd toxinproducerande alger de filtrerar ut ur vattenmassan mäts parallellt antalet potentiellt giftiga alger i havsvattnet.

Förekomsten av de olika algarterna som producerar DST varierar över säsong och även mellan år. Säsongsvariationerna beror på att algerna har artspecifika behov och krav på bland annat närsalter, salthalter och temperaturer (Smayda T. J. 1995). När optimala förhållanden uppstår kan algerna föröka sig snabbt. Det är det man kallar för algblomning. Vanligtvis är de olika parametrarna relativt förutsägbara under året vilket gör att man ungefärligt kan förutsäga när olika arter kommer att blomma. Historiskt har man kunnat se att *Dinophysis acuminata* har blommat under våren och *D. acuta* under hösten. Enligt resultaten från 2014-2019 ser det förhållandet ut att ha förändrats. Antalet observerade *D. acuta* har minskat kraftigt under dessa år (se figur 9). Även förekomsten av *D. acuminata* har förändrats men det har inte berört antalet alger utan istället under vilka perioder de har blommat och uppnått höga tätheter. Under 2014-2019 kan man inte se någon ökning av höga halter av DST. Däremot kan man utläsa en viss förändring i säsongfördelningen av DST. Historiskt har höga halter av DST i musslor påträffats under vår och höst som man kan se under 2014 och 2015 (se figur 9). Under de följande åren förändrades mönstret och den tidigare tydliga säsongsbundenheten blev mindre tydlig. Till viss del verkar det hänga ihop med förändringarna i algförekomst.

Under flera av de perioder då höga DST-koncentrationer i musslor observerades noterades också höga cellantal av *D. acuta*. Speciellt för *D. acuta* är höga halter av DST-toxinet DTX2 som saknas i många andra *Dinophysis*-arter (Uchida, H. et al., 2018).

Vid en jämförelse mellan algförekomster och toxinhalter i musslorna framgår att åren 2014 och 2015 kan ökningen av DST under vår och höst förklaras med höga antal av *D. acuminata* respektive *D. acuta*. Under 2017 uppmättes endast ett fåtal höga toxinhalter och inte heller speciellt höga tätheter av potentiellt giftiga alger. Däremot är det svårt att hitta en förklaring av de höga halterna av DST som uppmätts under somrarna 2016 och 2018 då man inte påträffade höga tätheter av någon DST-producerande art. Vid en närmare analys av resultaten 2016 framgår att man eventuellt kan ha missat en blomning av *D. acuminata* eftersom provtagning endast utfördes varannan vecka och planktonsammansättningen lokalt kan förändras på några dagar.

En förklaringsmodell kan vara att det kan komma in nya vattenmassor i produktionsområdena, vattenmassor som bär med sig andra algsammansättningar. Det kan också förkomma lokala blomningar i avgränsade områden, till exempel i grunda havsvikar där temperaturer och mängd näringsämnen kan avvika från omgivande vatten och således utgöra en lokalt gynnsam plats för växtplankton. Växtplankton inom släktet *Dinophysis* är mixotrofa, de utnyttjar solljuset som energikälla men de äter också andra organismer. Det innebär att näringsförhållanden inte har så stor direkt inverkan på *Dinophysis*. Indirekt påverkan finns dock. *Dinophysis*-arterna förekommer ofta i tunna skikt i vattenmassan, framförallt vid det så kallade språngskiktet mellan det salta djupvattnet och det mindre salta ytvattnet. Vid Bohuskusten finns språngskiktet ofta på 15-20 meters djup. Vid nordliga och ostliga vindar flyttas språngskiktet närmare ytan och växtplankton som befinner sig vid språngskiktet följer med. Detta händer på kort tid och bidrar till snabba förändringar i växtplankton-sammansättningen. Höga celltätheter av *Dinophysis* som normalt finns djupare än en musselodling kan således transporteras till musslorna när språngskiktet förflyttas på grund av ändrade vindförhållanden.

Varningsgränsen för *D. acuminata* är 1500 celler per liter. Detta innebär att det är först över den tätheten som halterna av DST antas kunna leda till hälsoskadligt höga nivåer i blåmusslor. Den observerade celltätheten av *D. acuminata* sommaren 2016 var som högst knappt 1000 celler per liter. Eftersom varningsgränsen för *D. acuminata* varken överskreds 2016 eller 2018 är det svårt att förklara de höga toxinhalterna i musslorna, men det kan indikera att vi i övervakningen missade en blomning som kan ha skett mellan två provtagningar. Algerna kan också ha varit individuellt mer toxiska under de perioderna så att även algtätheter under varningsgränsen medförde att musslornas innehåll av toxin överskred gränsvärdet för DST. Möjligen visar detta att varningsgränsen på 1500 celler per liter är för hög. Variabiliteten i toxinhalt per cell för *Dinophysis*-arter i svenska vatten är dåligt känd.

Det finns ett antal parametrar som styr växtplanktons individuella toxicitet, bland annat tillgängliga näringsämnen och närvaro av djurplankton som lever av att äta växtplankton. Inom musselkontrollen ingår inte provtagning för dessa parametrar, vilket medför att beräkningar av hur toxiska algerna kommer att bli inte kan genomföras. Forskare på Chalmers och Göteborgs universitet är intresserade av att tillsammans med bland annat SMHI och Livsmedelsverket ta fram bättre verktyg för att kunna förutsäga när toxinhalterna i musslorna förväntas stiga. Forskare på Göteborgs universitet har upptäckt ett samband med ökad toxinproduktion hos vissa PST-producerande växtplankton när de befinner sig i närheten av hoppkräftor (copepoder), som är en grupp algätande djurplankton (Selander et al., 2006). I närmare studier av vad som triggade växtplankton att öka sin toxinproduktion upptäcktes ämnen, så kallade copepodamider, som utsöndras av hoppkräftorna. Det har också visats att närvaro av hoppkräftor inducerar produktion av AST i kiselalgen *Pseudo-nitzschia* (Tammilehto et al. 2015). Det har ännu inte publicerats några liknande tester på de DST-producerande arterna. Forskning pågår där analysresultat från tidigare utförda toxinanalyser inom musselkontrollen jämförs med ett estimerat innehåll av copepodamider i musslor. Tesen är att flera arter av växtplankton påverkas av copepodamiderna, det vill säga att de går i försvar och producerar mer toxiner när det finns copepodamider i vattnet. Copepodamider återfanns även vid analys av musslor. Mätning av copepodamider i plankton och/eller i musslor kan vara en möjlig väg till en bättre prognostisering av kommande höga värden av toxiner i musslor.

Huruvida den observerade säsongsförändringen av förekomst av DST-producerande växtplankton och DST i musslor är en varaktig trend går inte att avgöra genom att studera dessa sex år eftersom förhållandena i havet är dynamiska och behöver studeras under längre perioder. I långa tidsserier ser



man dock att det emellanåt kan förekomma halter över gränsvärdena under sommaren men det är ganska ovanligt. Under 2019 var halterna av DST i musslorna höga under stora delar av året. De högsta värdena uppmättes på hösten då också *D. acuta* var närvarande och *D. acuminata* påträffades över varningsgränserna. I 2019 års data kan man ana de mer traditionella topparna vår och höst liksom den ovanligare sommartoppen. Halterna av toxiner stämmer ganska bra överens med tätheterna av alger som uppmättes under året.

För att undvika att missa blomningar eller höga tätheter av alger som kan vara kortvariga har Livsmedelsverket från och med juni 2020 utökat provtagningen av havsvatten för planktonanalys från varannan vecka till varje vecka.

## PST

Vid en jämförelse av antalet *Alexandrium* i havsvattnet med halterna av PST i musslor framgår en ganska tydlig koppling mellan höga tätheter av alger och höga halter toxiner i musslor. Ett undantag utgör år 2018 då det vid ett par tillfällen observerades höga koncentrationer av *Alexandrium* spp. i vattenproverna utan att några mätbara halter av PST i musslor uppmättes. Detta kan möjligtvis bero på att algerna under den här perioden inte producerade några stora mängder toxiner. De PST-producerande algerna tenderar att bli individuellt mer toxiska om de är få och när riskerna att bli uppätta av hoppkräftor (copepoder) ökar (Selander et al., 2006). Livsmedelsverket analyserar inte antalet hoppkräftor i havsvattnet och kan därför inte se den varningen om sannolikt ökad toxicitet.

PST har visat en tydlig säsongsbundenhet. De höga halterna har uppmätts mellan mars och juni under åren 2014-2019. Fram till 2014 hade bara låga halter upp till ungefär 100 µg/kg uppmätts i proverna men i mars 2014 gick halterna för första gången över gränsvärdet (800 µg/kg). Ökningen av PST-halterna var mycket snabb och steg från en nivå under kvantifieringsgränsen för ett av de ingående toxinerna till att en vecka senare uppgå till 1200 µg/kg. År 2017 uppmättes de högsta halterna av PST hittills inom musselkontrollen. I blåmusslor insamlade i närheten av Lysekil var halterna av PST 3600 µg/kg musselkött. Gränsvärdet är 800 µg/kg. De höga halterna ledde till att Länsstyrelsen för Västra Götaland varnade allmänheten via Informationscentralen för Västerhavet.

På grund av den snabba ökningen av PST i musslorna, toxinets höga allvarlighetsgrad och att frekvensen för provtagningen i regel är en gång per vecka i områden som är öppna för skörd, införde Livsmedelsverket under 2014 en säkerhetsåtgärd för tillfällen när halter av PST påvisas i musslor redan i låga halter och under gränsvärdet för PST. Åtgärden innebär att området genast stängs för skörd och att extra provtagningar genomförs. Området hålls stängt till följande provtagningar visar att halterna sjunker igen. Detta har vid några tillfällen visat sig vara ett effektivt sätt att förhindra att musslor med hälsoskadliga halter av PST når marknaden.

## AST

*Pseudo-nitzschia* som kan producera toxinet AST verkar variera mycket i toxicitet och det kan vara en bidragande anledning till att kopplingen mellan mängden alger och AST i musslor inte är så tydlig (se figur 12). Närvaro av djurplankton (hoppkräftor) inducerar produktion av AST i *Pseudo-nitzschia* (Tammilehto et al. 2015).

Vid endast två tillfällen under 2014-2019 har halter av AST i musslor konstaterats. 2014 var första gången och det aktuella produktionsområdet stängdes av försiktighetsskäl även om halterna aldrig nådde gränsvärdet. Detta gjordes eftersom toxinet kan ge mycket allvarliga hälsoskador (EFSA 2009c) och erfarenhet saknades av hur snabbt halterna av AST kunde öka i musslorna. På våren 2016, ungefär samma tid på året som 2014, konstaterades AST för andra gången. Även då stängdes produktionsområdena i ett tidigt skede för skörd för att förhindra konsekvenser av en snabb stegring av toxinhaltarna. Det visade sig också att toxinet kunde öka från precis påvisad halt om ca 3 mg/kg till 33 mg/kg under en vecka. Under 2016 drabbades även hjärtmusslor av höga halter av toxinet medan ostronen var helt opåverkade.

Hjärtmusslor har i svenska mätningar aldrig tidigare visat höga halter av de övriga analyserade toxinerna, så det var överraskande att se halter så långt över gränsvärdet.

## AZA

I musselkontrollen har egentligen bara ett tydligt tillfälle med höga halter AZA inträffat (höst 2018 – vår 2019, se figur 13). AZA har till skillnad från de andra toxinerna ackumulerats i både ostron och blåmussla i ungefärligt lika höga halter. Jämförelsen i upptag mellan ostron och blåmusslor är dock ganska svag eftersom halterna uppmättes i produktionsområdena längs den nordligaste delen av kuststräckan där sju av åtta områden var öppna för produktion av enbart ostron. Det verkade inte vara någon skillnad i upptag av toxinet mellan ostronarterna *Ostrea edulis* och *Crassostrea gigas*.

AZA produceras av algsläktena *Azadinium* (Tillmann, Elbrächter et al. 2009) och *Amphidoma* (Krock, Tillmann et al. 2012). För att undvika att toxiska musslor eller ostron ska nå marknaden ökas provtagningen på musslor och ostron när gränsvärdena för potentiellt toxiska växtplankton överskrids. Det finns för närvarande inget gränsvärde för de arter som producerar AZA vilket gör det svårt att anpassa provtagningen till riskerna. När toxinet upptäcktes i musslor och ostron på hösten 2018 var tätheterna av *Azadinium* sp. inte ovanligt höga jämfört med tidigare mätningar som då inte hade resulterat i toxiner i musslor och ostron. Cellantal på 500-1000 *Azadinium* sp./liter gav förhöjda halter av AZA i både musslor och ostron. Vid nästa växtplanktonprov hade tätheten stigit till 6500 celler/liter och det var då gränsvärdena överskreds i både musslor och ostron. Både före och efter denna händelse har enstaka högre tätheter av *Azadinium* sp. uppmätts utan att ha orsakat någon toxicitet i musslor och ostron. Det finns flera möjliga orsaker till att antalet *Azadinium* sp. inte är direkt korrelerat med toxiner i musslor och ostron. En förklaring kan vara att *Azadinium* sp. varierar i toxicitet under året och under olika förhållanden. Det kan också vara i analysen av havsvattnet som orsaken kan hittas. Det finns vissa svårigheter att analysera arter av dessa släkten. *Azadinium* sp. är en mycket liten dinoflagellat som kan vara svår att identifiera vid mikroskopering. Det finns också både toxinbildande och icke toxinbildande arter inom släktet (Tillmann, Elbrächter et al. 2009). *Amphidoma*-arterna är många och morfologiskt ganska lika vilket också utgör en svårighet i identifieringen (Krock, Tillmann et al. 2012).

## *E. coli* och norovirus

Antalet *E. coli* analyser är relativt jämnt fördelat över åren. 2016 analyserades ungefär 75 fler prov än genomsnittet över 2014-2019. Det är dock inte 2016 som sticker ut med fler resultat över gränsvärdena än de andra. 2015 var ett år med många fler överskridanden för både hjärtmusslor och blåmusslor än

övriga år under 2014-2019, Den värsta perioden då halter långt över gränsvärdena drabbade alla provtagna områden kan härledas till resterna av den tropiska stormen Henri som drog över Sverige i mitten av september 2015. Stormen medförde höga vattenstånd och översvämningar som följd. Översvämningar tar med sig oönskade ämnen och bakterier ut i havet från land och det kan också orsaka svåra driftstörningar i kommunernas VA-anläggningar som gör att orenat eller delvis orenat avloppsvatten rinner ut i havet.

Alla överskridanden av gränsvärden undersöks genom att kommuner runt produktionsområdet kontaktas angående driftstörningar eller planerade breddningar (utsläpp av orenat avloppsvatten) på avlopps nätet. Även väderdata från SMHI studeras och värderas. Speciellt kan data på nederbörds mängder vara viktiga för att kunna härleda höga halter av bakterier. Vid kraftiga regn, speciellt efter en tids torka är det svårt för vattnet att tas upp av marken. Vattnet kommer då inte att genomgå någon naturlig markfiltrering utan spolats ut i havsområdena och för med sig både organiska och oorganiska partiklar, bakterier och virus. Det har vid flera tillfällen varit svårt att härleda de höga bakteriehalterna då kommunerna inte känner till några bräddningar eller andra fel i driften och då vädret samtidigt har varit torrt och stabilt.

## Rekommendation om kokning av musslor

Vid kokning inaktiveras virus och bakterier dör men det krävs att innertemperaturen på musslan når upp till en kritisk nivå och hålls där i tillräckligt lång tid. En vanlig allmän rekommendation är att koka musslor tills skalerna öppnas och vid kokning i vatten skulle det kunna räcka men vid ångkokning krävs något längre tid om man vill vara säker på att eventuella virus inaktiveras eller bakterier dött. Livsmedelsverkets rekommendationer säger att innertemperaturen bör uppnå 90 grader i 90 sekunder för att effektivt inaktivera virus och döda bakterier. Avdöningen sker även vid lägre temperaturer men för att nå samma resultat behöver tiden utökas. Olika tid-temperaturkombinationer finns redovisade i tabell 8 i Beckman Sundh & Toljander (2017). Kokning gör inte att toxiner försvinner.

## Möjlig framtida utveckling av kontrollprogrammet

Miljö, hållbarhet och närproducerat är högst aktuella ämnen i samhället. Musslor och ostron kan anses som bra livsmedel ur alla ovan nämnda perspektiv. Intresset för musslor och ostron som livsmedel verkar också öka, vilket syns speciellt tydligt i produktionsutvecklingen för ostron. När produktionen ökar innebär det att fler musslor och ostron når marknaden. Det medför att fler personer skulle bli drabbade om musslor eller ostron med för höga halter toxiner, bakterier eller virus skulle komma ut på marknaden. För att undvika detta behöver man tidigt upptäcka skadliga algbloomningar och kontamination av till exempel virus. Det är önskvärt att förbättra prognoserna både för förekomst av biotoxinproducerande alger och av toxinhalter. Prognoser är önskvärda även för virus och annan mikrobiell kontamination. Tillförlitliga och frekventa observationer i kombination med modeller gör prognoser möjliga. Nedan redogörs för några av de önskvärda metoder som nu skulle kunna vara en möjlig utveckling för musselkontrollen.

SMHI har utvecklat en högupplöst oceanografisk modell för Orust-Tjörn-området. Modellen skulle kunna användas för att beräkna transport av plankton och virus.

För att öka träffsäkerheten i växtplanktonanalyser kan man med automatiserade undervattensmikroskop ha en mycket tätare provtagningsfrekvens jämfört med dagens. Det skulle göra att man fick en bättre bild av planktonsamhället än med provtagning en gång per vecka. SMHI har tillsammans med forskare på Woods Hole Oceanographic Institution gjort undersökningar med ett instrument för automatiska mätningar vid en musselodling nära Mollösund. Automatisk provtagning och växtplanktonanalys skedde var tjugonde minut. Under mätningarna observerades bland annat en blomning av algen *Lingulodinium polyedrum* som producerar YTX. Även andra biotoxinproducerande växtplankton som *Alexandrium* spp., *Dinophysis* spp. samt *Pseudo-nitzschia* spp. observerades. I undersökningen togs parallellt vattenprov med slang och håv en gång per vecka. Dessutom mättes toxiner i musslor. Mitt emellan två av dessa provtagningar skedde ett vattenutbyte som medförde att hela planktonsamhället förändrades över ett dygn (Karlson, personlig kommunikation). Den här typen av automatiska mätningar skulle kunna förbättra möjligheterna till snabba åtgärder i musselkontrollen.

Tillsammans med ökad provtagningsfrekvens skulle det också behövas ett verktyg för att kunna prognosticera toxiciteten i växtplankton för att så effektivt som möjligt kunna bedöma effekten av olika mängder växtplankton. Det skulle kunna göras med analyser av till exempel salthalt och mängd näringsämnen, samt mätning av copepodamider (ämnen som utsöndras från copepoder) i vattenmassan.

I flera länder med omfattande skörd av musslor och ostron används qPCR, en molekylärbiologisk teknik, för att detektera biotoxinproducerande alger. Tekniken möjliggör säkrare identifikation än mikroskopi på vissa växtplanktonarter. Speciellt viktigt skulle det vara för att identifiera de arter som är mycket små eller är utseendemässigt lika andra arter. Det gäller bl.a. *Alexandrium*, *Azadinium*, och *Pseudo-nitzschia*.

De ekonomiska ramarna utgör begränsningar för utveckling av kontrollprogrammet men ny teknik utvecklas kontinuerligt. Tekniken kan förväntas bli billigare och andra tekniker kan tillkomma.

# Referenser

- Artfakta, SLU Artdatabanken. Hämtad 10 september 2020 från [Statens Lantbruks Universitets artdatabas](#)
- Bardouil, M., Bohec, M., Cormerais, M., Bougrier, S., Lassus, P., (1993). Experimental study of the effects of a toxic microalgal diet on feeding of the oyster *Crassostrea gigas* Thunberg. J. Shellfish Res. 12, 417–422.
- Beckman Sundh u. & Toljander j. (2017). Mikrobiologiska och kemiska risker med musslor och ostron, Riskvärderingsrapport. Livsmedelsverkets rapportserie 2017-20 del 2. Uppsala.
- EFSA (2008a). Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food chain on a request from the European Commission on marine biotoxins in shellfish - okadaic acid and analogues. EFSA Journal, 6, 589.
- EFSA (2008b). Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food chain on a request from the European Commission on marine biotoxins in shellfish - yessotoxin group. EFSA Journal, 907, 1-62.
- EFSA (2009a). Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food chain on a request from the European Commission on marine biotoxins in shellfish - Saxitoxin group. EFSA Journal, 7, 1019.
- EFSA (2009b). Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food chain on a request from the European Commission on marine biotoxins in shellfish - Pectenotoxin group. EFSA Journal, 7, 1109.
- EFSA (2009c). Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food chain on a request from the European Commission on marine biotoxins in shellfish - Domoic acid. EFSA Journal 7(7): 1181.
- EFSA (2019). "Analysis of the European baseline survey of norovirus in oysters." EFSA Journal 17(7): e05762
- Galimany, E., Sunila, I., Hégaret, H., Ramón, M., Wikfors, G.H. (2008b). Experimental exposure of the blue mussel (*Mytilus edulis*, L.) to the toxic dinoflagellate *Alexandrium fundyense*: histopathology, immune responses, and recovery. Harmful Algae 7, pp. 702–711
- Hartstein, N. D. and A. A. Rowden (2004). "Effect of biodeposits from mussel culture on macroinvertebrate assemblages at sites of different hydrodynamic regime." Marine Environmental Research 57(5): 339-357.
- Krock, B., U. Tillmann, et al. (2012). "New azaspiracids in *amphidomataceae* (*dinophyceae*)." Toxicon 60(5): 830-839.
- Lindhagl, O., R. Hart, et al. (2005). "Improving Marine Water Quality by Mussel Farming: A Profitable Solution for Swedish Society." AMBIO: A Journal of the Human Environment 34(2): 131-138, 138.
- Lindgarth, S., T. Torgersen, et al. (2009). "Differential Retention of Okadaic Acid (OA) Group Toxins and Pectenotoxins (PTX) in the Blue Mussel, *Mytilus edulis* (L.), and European Flat Oyster, *Ostrea edulis* (L.)." Journal of Shellfish Research 28(2): 313-323, 311.
- Matisson, J. and O. Lindén (1983). "Benthic macrofauna succession under mussels, *Mytilus edulis* L. (Bivalvia), cultured on hanging long-lines." Sarsia 68(2): 97-102.

- Murata, M., Kumagai, M., Lee, J.S., Yasumoto, T. (1987). Isolation and structure of yessotoxin, a novel polyether compound implicated in diarrhetic shellfish poisoning. *Tetrahedron Lett.*, 28 (1987), pp. 5869-5872
- Nielsen, P., Krock, B., Hansen, P. J., & Vismann, B. (2020). Effects of the DSP-toxic dinoflagellate *Dinophysis acuta* on clearance and respiration rate of the blue mussel, *Mytilus edulis*. *PLoS one*, 15(3), e0230176. [The DOI® System 10.1371/journal.pone.0230176](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230176)
- Paz, B.; Daranas, A.H.; Norte, M.; Riobó, P.; Franco, J.M.; Fernández, J.J. (2008). Yessotoxins, a Group of Marine Polyether Toxins: an Overview. *Mar. Drugs* 6, 73-102.
- Satake, M., K. Ofuji, et al. (1998). "Azaspiracid, a New Marine Toxin Having Unique Spiro Ring Assemblies, Isolated from Irish Mussels, *Mytilus edulis*." *Journal of the American Chemical Society* 120(38): 9967-9968.
- Selander, E., Thor, P., Toth, G., Pavia, H. (2006). Copepods induce paralytic shellfish toxin production in marine dinoflagellates. *Proc Biol Sci.*; 273(1594):1673-1680. [https://doi:10.1098/rspb.2006.3502](https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3502)
- Shumway, S. and Cucci, T.L. (1987). The effects of the toxic dinoflagellate *Protogonyaulax tamarensis* on the feeding and behaviour of bivalve molluscs. *Aquat. Toxicol.*, 10 (1987), pp. 9-27, [https://doi.org/10.1016/0166-445X\(87\)90024-5](https://doi.org/10.1016/0166-445X(87)90024-5)
- Shumway, S. E., J. Barter, and S. Sherman-Caswell. (1990). Auditing the impact of toxic algal blooms on oysters. *Environmental Audit* 2: 41– 56.
- Smayda, T.J. (2002). Environmental monitoring, with examples from Narragansett Bay, pp. 595-625. In, G.M. Hallegraeff, D.M. Anderson and A.D. Cembella [eds.] *Manual on Harmful Marine Microalgae*. IOC Manuals and Guides No. 11 UNESCO (2002).
- Tammilehto, A., Nielsen, T.G., Krock, B., Møller, E.F., Lundholm, N. (2015). Induction of domoic acid production in the toxic diatom *Pseudo-nitzschia seriata* by calanoid copepods. *Aquatic Toxicology* 159, 52-61.
- Tillmann, U., M. Elbrächter, et al. (2009). "*Azadinium spinosum* gen. et sp. nov. (*Dinophyceae*) identified as a primary producer of azaspiracid toxins." *European Journal of Phycology* 44(1): 63-79.
- Tubaro, A., Giangaspero, A., Ardizzone, M., Soranzo, M.R., Vita, F., Yasumoto, T., Maucher, J.M., Ramsdell, J.S., Sosa, S. (2008). Ultrastructural damage to heart tissue from repeated oral exposure to yessotoxin resolves in 3 months. *Toxicon*, 51, pp. 1225-1235
- Tubaro, A., Dell'Ovo, V., Sosa, S., Florio, C. (2010). Yessotoxins: a toxicological overview. *Toxicon*, 56, pp. 163-172
- Uchida, H., Watanabe, R., Matsushima, R., Oikawa, H., Nagai, S., Kamiyama, T., Baba, K., Miyazono, A., Kosaka, Y., Kaga, S., Matsuyama, Y. & Suzuki, T. (2018). Toxin profiles of okadaic acid analogues and other lipophilic toxins in *Dinophysis* from Japanese coastal waters. *Toxins*, 10, 457.
- Wells, M. L., V. L. Trainer, et al. (2015). "Harmful algal blooms and climate change: Learning from the past and present to forecast the future." *Harmful Algae* 49: 68-93



