



# La seguretat alimentària dels **mol·luscs bivalves** **vius** a Catalunya

Manual de suport a l'autocontrol  
de la depuració



Generalitat  
de Catalunya

## Coordinació

Raquel Arpa Cuadrado,  
Agència Catalana de Seguretat Alimentària (ACSA)

## Equip redactor

Carles Fernández Mateos<sup>1</sup>, Raquel Ibáñez Soriano<sup>2</sup>,  
Ignacio Salord i Osés<sup>3</sup>, M Carmen Tomàs Acosta<sup>3</sup>,  
Olga Torres Saguès<sup>1</sup>, Jordi Vendrell Cedó<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Consultor en seguretat alimentària

<sup>2</sup> Agència de Salut Pública de Catalunya (ASPCAT)

<sup>3</sup> Isolab

## Disseny i maquetació:

Carlos Ortega

## Alguns drets reservats

© 2022, Generalitat de Catalunya. Departament de Salut.



Els continguts d'aquesta obra estan subjectes a una llicència de Reconeixement -No Comercial- Sense Obres Derivades 4.0 Internacional.

La llicència es pot consultar a la pàgina web de Creative Commons.

## Edita

Agència Catalana de Seguretat Alimentària (ACSA)

1a edició

Barcelona, maig de 2022

## Assessorament lingüístic

Servei de Planificació Lingüística del Departament de Salut

## Fotografia

Jordi Vendrell Cedó (ASPCAT)

## Il·lustracions de les pàgines 14 i 15

Depuración de moluscos- Xunta de Galicia

## URL

acsa@gencat.cat

# La seguretat alimentària dels **mol·luscs bivalves vius** a Catalunya

Manual de suport a l'autocontrol  
de la depuració

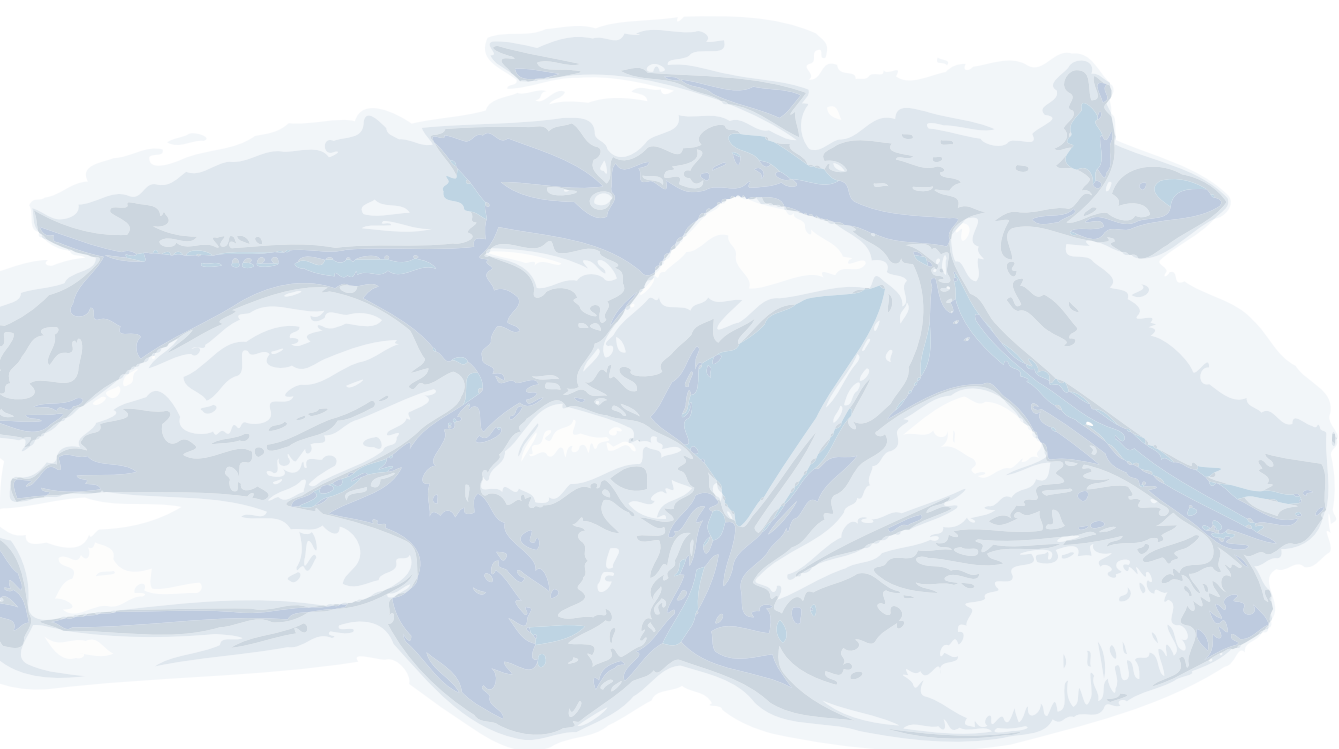


**Generalitat  
de Catalunya**



# Sumari

Introducció	7
La necessitat de depurar els mol·luscs bivalves	9
Anatomia i fisiologia dels mol·luscs	12
Anatomia de la filtració i retenció de partícules	13
Mecanisme de la filtració i retenció de partícules	15
Influència de la temperatura	16
Influència de la salinitat	16
Influència de l'oxigen dissolt	16
Condicions òptimes	16
Funcionament tècnic d'una depuradora de MBV	18
Principals perills en una depuradora de MBV	26
Recomanacions per a un consum segur	27
Bibliografia	30

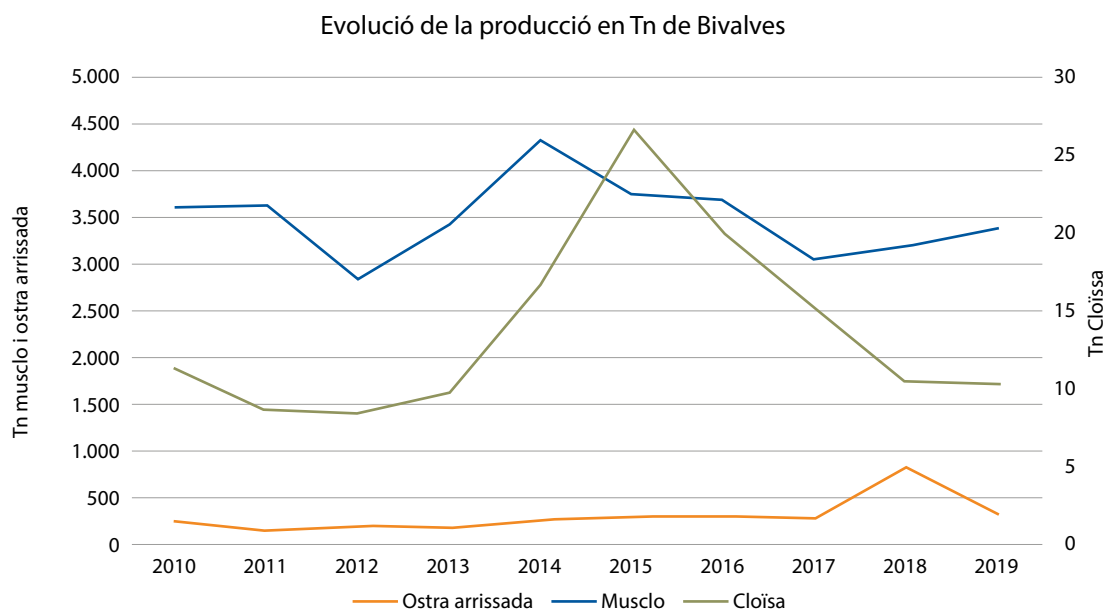


# Introducció

L'aqüicultura es considera el subsector de l'agroindústria amb més potencial de creixement i Catalunya és pionera en la introducció de cultius aquícoles. Amb tot, pel que fa a la producció, i segons dades de l'Observatori Espanyol d'Aqüicultura (OESA) referents a l'any 2020, hi ha comunitats autònomes més representatives en aquesta producció:

Comunitat autònoma	Producció en tones
Galícia	250.641
Comunitat Valenciana	18.067
Regió de Múrcia	14.452
Andalusia	9.111
<b>Catalunya</b>	<b>8.425</b>
Canàries	7.500

El musclo és la principal espècie cultivada; concretament, el 77,3% de la producció estatal. La producció de mol·luscs bivalves vius ( MBV) a Catalunya representa el volum més important dins de tota la producció aquícola. Hi predomina el cultiu de musclos, però també d'ostra arrossada i de cloïssa en menors quantitats. La majoria d'empreses del sector a Catalunya estan ubicades al delta de l'Ebre, tot i que també n'hi ha en altres punts de la costa catalana.



Dades: IDESCAT

Les últimes dades de producció publicades pel Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural a l'any 2020 són de 2.501,14 t de musclo, 271,73 t d'ostra arrossada i 8,61 t de cloïssa.

Els mol·luscs bivalves són productes sans i innocus si se'n controla l'origen i el tractament previ al consum, però menjar-los crus o poc cuits pot causar malalties per la presència de microorganismes viables. Per tant, haurem de vigilar que procedeixin d'establiments autoritzats.

Aquest document tècnic té l'objectiu de ser un manual de suport a la **Guia de Pràctiques Correctes d'Higiene per als Centres de Depuració de mol·luscs bivalves vius (MBV)** aportant la informació tècnica necessària per entendre millor la fisiologia dels MBV i el funcionament d'una depuradora.



# La necessitat de depurar els mol·luscs bivalves

Els mol·luscs bivalves són animals que s'alimenten per filtració. A través de la seva cavitat pal·lial fan circular una certa quantitat d'aigua marina, que els aporta:

- L'oxigen dissolt necessari per respirar.
- Fitoplàncton i matèria orgànica que es troba en suspensió a l'aigua per alimentar-se.

Juntament amb l'aigua i l'aliment, també ingereixen multitud de microorganismes presents a l'ecosistema marí natural. Com a conseqüència, aquest mecanisme de filtració té el gran inconvenient que els mol·luscs poden acumular, sobretot al seu tub digestiu, microorganismes patògens que es poden trobar a l'aigua i que a l'interior de l'animal poden arribar a valors de concentració perillosos. Les persones, en consumir aquest tipus de marisc cru o lleugerament cuit, incorporem els gèrmens al nostre organisme, amb el risc de patir algun trastorn o malaltia. Aquesta circumstància imposa la necessitat de sotmetre els mol·luscs destinats al consum a un procés no traumàtic per a ells i que faciliti l'eliminació dels microorganismes patògens. Aquest procés és la depuració, que consisteix en la immersió dels mol·luscs en un corrent d'aigua de mar neta.

Segons el Reglament (CE) núm. 853/2004, del 29 d'abril de 2004, el principal requisit relacionat amb el sistema de depuració és el següent: «El sistema de depuració ha de permetre que els mol·luscs reprenguin ràpidament i mantinguin la seva alimentació per filtració i que quedin nets de residus de clavegueram, no tornin a contaminar-se i es mantinguin vius en condicions adequades per a l'envasat, emmagatzematge i transport, abans de la posada al mercat.»

Així, els principis fonamentals de la depuració són:

- Que els animals puguin reprendre la seva activitat filtradora i expulsar els contaminants acumulats a les brànquies i a l'aparell digestiu.
  - Això suposa mantenir unes condicions correctes de salinitat, temperatura i oxigen dissolt.
  - Eliminar els contaminants.

- Mitjançant sedimentació o per flux d'aigua a través dels mol·luscs.
- Aplicant les condicions correctes de depuració durant un període adequat de temps per aconseguir l'estàndard microbiològic de producte final:
  - *E. coli* ≤ 230/100 g; absència de *Salmonella* en 25 g.
- Evitar la recontaminació.
  - Aplicant un sistema en el qual el tractament ideal per lots sigui «tot dins / tot fora».
  - Utilitzant aigua de mar neta en totes les etapes de la depuració.
  - Evitant la resuspensió del material expulsat i sedimentat.
  - Netejant a fons el sistema entre lots.
- Mantenir la viabilitat i la qualitat.
  - A través de la correcta manipulació abans, durant i després de la depuració.

Amb la finalitat de garantir la depuració dels mol·luscs, es van establir les estacions depuradores conegudes com a *depuradores de mol·luscs*, que legalment es defineixen com a «establiments dotats de les instal·lacions necessàries per aconseguir l'eliminació en els mol·luscs vius de gèrmens patògens per al consum humà immediatament abans de ser envasats en el mateix centre». Els mol·luscs n'han de sortir vius i depurats, és a dir, aptes per al consum humà directament en cru.

Els aspectes essencials d'una depuradora són:

- Disposar d'aigua de prou qualitat que pugui depurar de la manera més eficaç i econòmica possible.
- Que els paràmetres fisicoquímics (temperatura, salinitat, etc.) de l'aigua depurada siguin al més semblants possible als que es troben al medi natural per poder permetre l'activitat fisiològica dels bivalves, especialment la filtració, de la qual depèn la depuració.
- Un sistema d'anàlisi i control de gèrmens patògens en els mol·luscs i l'aigua.

Tot i així, les depuradores no eliminen absolutament tots els agents patògens. Actuen sobre els bacteris més importants i els fongs, però no actuen (o ho fan en molt poca mesura) sobre els virus, dinoflagel·lats portadors de toxines ni tampoc sobre la possible contaminació química de l'aigua.

Molts dels gèrmens patògens, com els virus que provoquen gastroenteritis i hepatitis infecciosa o els bacteris que causen gastroenteritis poden estar associats a aigües fecals humanes o animals i també poden contaminar les zones de cultiu de mol·luscs a través de vessaments en períodes de pluja.

Altres perills estan relacionats amb organismes presents de forma natural en el medi marí, com ara infeccions degudes a bacteris patògens del gènere

*Vibrio* o biotoxines produïdes per certes algues unicel·lulars que poden causar diferents tipus d'intoxicació.

Per identificar i controlar els perills és molt important la vigilància de les zones de cultiu. Els indicadors de contaminació fecal, com ara els coliformes fecals o *Escherichia coli*, ajuden a avaluar el risc de la presència de patògens bacterians i vírics, mentre que el risc associat a les biotoxines es basa en l'avaluació de la presència d'algues productores de toxines.

Teòricament, aquells mol·luscs procedents de mar oberta, amb aigües netes i pràcticament exemptes de gèrmens, no són portadors de microorganismes patògens però, actualment, a les zones costaneres i badies on es cultiven els mol·luscs la contaminació de les aigües és creixent. L'origen fonamental d'aquesta contaminació microbiana són les aigües residuals urbanes, agrícoles i industrials. Així, la UE ha establert uns criteris per a la classificació de les zones de producció de mol·luscs que es basen en els nivells d'*Escherichia coli* (indicador específic de contaminació fecal) presents en mostres de mol·luscs i que es resumeixen en la taula següent:

<b>Classificació de les zones de producció</b>	<b>Estàndard microbiològic per cada 100 g de carn de mol·lusc bivalve i de líquid intravalvar</b>	<b>Tractament necessari</b>
<b>A</b>	80% mostres < 230 <i>E. Coli</i> / 100 g de carn i líquid intravalvar 20% mostres < 700 <i>E. Coli</i> / 100 g de carn i líquid intravalvar	Cap.
<b>B</b>	90% mostres < 4.600 <i>E. Coli</i> / 100 g de carn i líquid intravalvar 10% mostres < 46.000 <i>E. Coli</i> / 100 g de carn i líquid intravalvar	<b>Depuració</b> , reinstal·lació en una zona de classe A o tractament en un centre autoritzat que efectui un tractament que elimini els microorganismes patògens.
<b>C</b>	100% mostres < 46.000 <i>E. Coli</i> / 100 g de carn i líquid intravalvar	Reinstal·lació durant un període llarg o transformació en un centre autoritzat que efectui un tractament que elimini els microorganismes patògens.
<b>Prohibida</b>	> 46.000 <i>E. coli</i> / 100 g de carn i líquid intravalvar	No se'n permet la recol·lecció.

Reglament (CE) 2019/627 i Reglament (CE) núm. 853/2004

Els contaminants químics, com els metalls pesants i altres contaminants ambientals també són un perill potencial en algunes zones de producció. Les autoritats competents s'encarreguen del control de la presència d'aquests contaminants i alerten els productors i la població en general si el consum d'algun producte comporta algun risc.

# Anatomia i fisiologia dels mol·luscs

Els mol·luscs bivalves, que s'alimenten per filtració de l'aigua de mar, concentren els microorganismes que es puguin trobar a les aigües que «beuen». Així doncs, es pot afirmar que la qualitat sanitària dels mol·luscs en el moment de la seva recol·lecció és, concentrada, la de l'aigua on viuen.

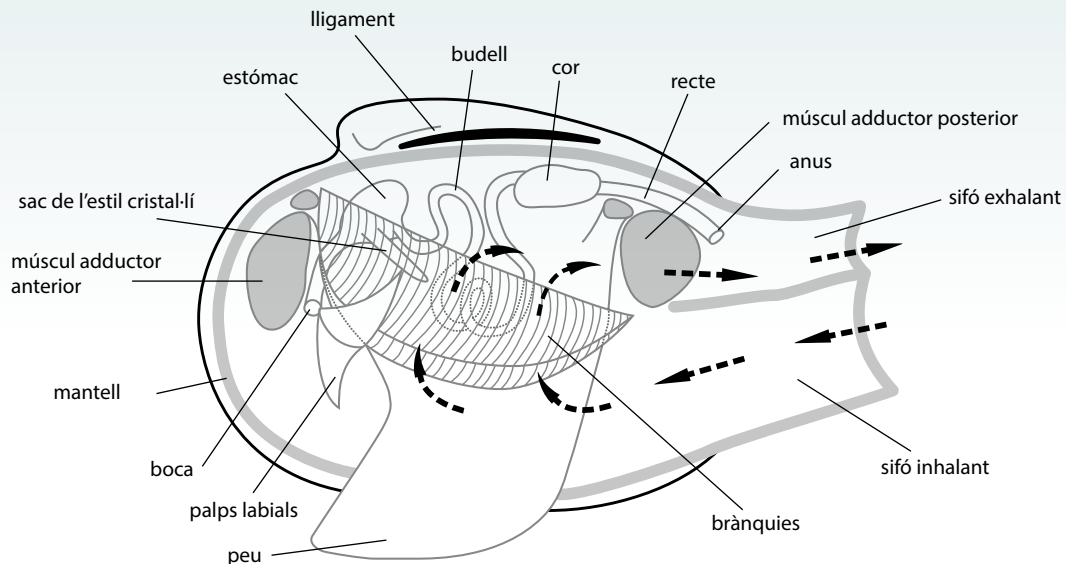
Una ostra adulta, per exemple, filtra cada dia de 90 a 100 litres d'aigua marina, de manera que la concentració de microorganismes al seu intestí és sensiblement més gran que la del medi. En el cas d'un individu adult de musclo, pot filtrar entre 50 i 120 litres d'aigua de mar diaris, i retén el 90% dels microorganismes que conté l'aigua.

De manera contrària, els bivalves que es troben en aigües exemptes de gèrmens patògens, pel mateix mecanisme de filtració, aniran «netejanse» de manera que la concentració de patògens en el mol·lusc tendirà a equilibrar-se amb la concentració dels presents a l'aigua. Aquest punt d'equilibri, fortament condicionat per la temperatura, s'aconsegueix amb relativa rapidesa, en poques hores, i és precisament aquesta la base de la depuració dels MBV a les depuradores.

La filtració en els mol·luscs està íntimament relacionada amb les funcions de respiració i digestió, així com amb els factors externs que afecten la fisiologia del sistema branquial i de l'aparell digestiu, tals com la temperatura, la salinitat, la qualitat de l'aigua, etc.

# ANATOMIA DE LA FILTRACIÓ I RETENCIÓ DE PARTÍCULES

En el procés de filtració i alimentació hi intervenen directament els sifons, les brànquies o ctenidi i l'aparell digestiu dels mol·luscs.



Esquema general d'un bivalve. Les fletxes assenyalen el sentit de circulació de l'aigua dins de la cavitat pal·lial.

Font: <https://core.ac.uk/download/pdf/326795829.pdf>

## ► ELS SIFONS

Són dues estructures musculoses de forma tubular, originades a partir del mantell que es modifica en dues obertures o sifons: el sifó dorsal o exhalant i el ventral o inhalant. Tots dos permeten la circulació d'aigua pel seu interior gràcies a una superfície interna que està entapissada per cilis.

El tipus d'hàbitat i l'alimentació de cada espècie determinen les característiques morfològiques dels sifons.

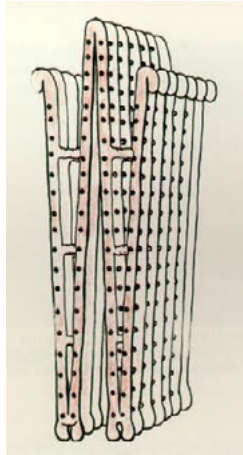
## ► LES BRÀNQUIES

Al mantell i les brànquies es produeix l'intercanvi gasós de l'oxigen dissolt a l'aigua marina amb el líquid circulatori de l'animal.

Generalment hi ha dues brànquies, una a cada costat del pla sagital; presenten uns llargs filaments que es pleguen i adquireixen la forma de W. Aquests filaments s'uneixen mitjançant cilis o teixits d'unió formant superfícies amb molts tubs verticals a l'interior per on circula l'aigua. La presència d'aquestes brànquies fa que els mol·luscs bivalves també s'anomenin *lamel·libranquis*.

A més, aquestes brànquies ajuden en la captació de partícules alimentàries i, per això, poden arribar a ocupar una gran superfície. Un músculo de 6-7 cm té uns 100-110 cm<sup>2</sup> de brànquies.

La superfície de les brànquies dels bivalves està revestida per cilis i cèl·lules secretores de mucus que ajuden a crear el corrent alimentari i baten més de pressa com menys oxigen hi ha o com més càlides són les aigües (que a la vegada són les que tenen menys oxigen).

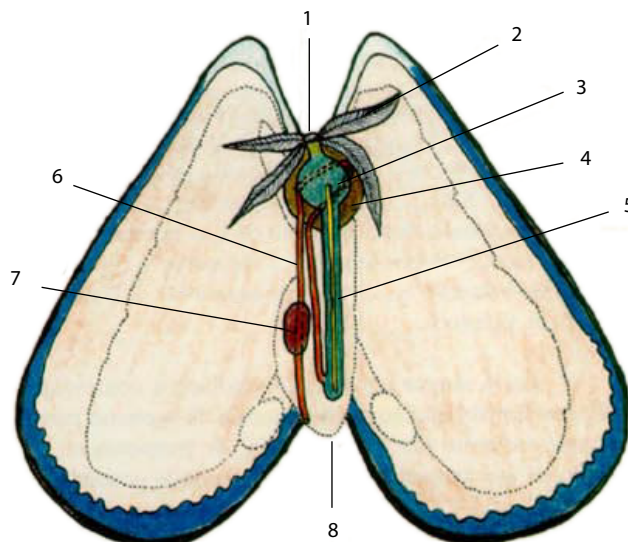


Font: Document  
Depuració de Mol·luscs -  
Xunta de Galícia

### ► L'APARELL DIGESTIU

Està format per la boca, amb palps labials o sense, l'esòfag, l'estómag, que al seu interior té una vareta cristal·lina que gira constantment per efecte dels cilis, les glàndules digestives (hepatopàncrees) i, finalment, l'intestí, que acaba a l'anús, prop del sífó exhalant.

1. BOCA
2. PALPS LABIALS
3. ESTÓMAC UTRICULAR
4. HEPATOPÀNCREES
5. ESTÓMAC TUBULAR
6. INTESTÍ
7. COR
8. ANUS

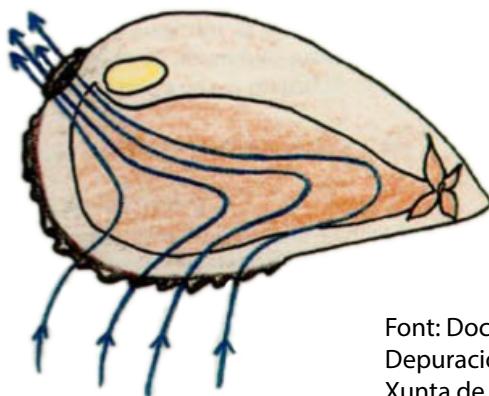


Esquema de la ubicació de l'aparell digestiu del músculo.  
Font: Document Depuració de Mol·luscs - Xunta de Galícia

## MECANISME DE LA FILTRACIÓ I RETENCIÓ DE PARTÍCULES

### ► LA CIRCULACIÓ DE L'AIGUA

En la major part de bivalves, aquesta circulació té forma de «U» a la cavitat pal·lial. Entra per la part posterior ventral (sifó inhalant) i, després de travessar les brànquies, surt per la part posterior dorsal (sifó exhalant).



Font: Document  
Depuració de Mol·luscs -  
Xunta de Galícia

### ► DE LES BRÀNQUIES A LA BOCA

Els cilis de les brànquies retenen partícules que entren amb l'aigua i les mesclen amb el mucus segregat per les cèl·lules glandulars de les mateixes brànquies. Aquesta barreja es dirigeix cap a la boca, on els palps labials fan una segona selecció de les partícules. Els glomèruls mucosos més grossos no poden ser transportats fins als palps labials i són expulsats pel sifó exhalant.

### ► RECORREGUT DE LES PARTÍCULES PER L'APARELL DIGESTIU

Els bivalves, en general, tenen una alimentació selectiva quant a la mida de les partícules i les espècies del fitoplàncton. Un cop les partícules passen per l'esòfag, recorren a poc a poc el tracte digestiu: passen a l'estómac, on la glàndula digestiva que l'envolta, anomenada *hepatopàncrees*, allibera enzims digestius. A continuació, l'aliment passa a l'intestí, que és llarg i forma diverses corbes, per després acabar al recte, que travessa el pericardi i ventricle del cor. Desemboca a l'anus, des d'on els corrents exhalants expulsen les femtes pel sifó.

A l'interior del mol·lusc, els bacteris més grossos segueixen el mateix recorregut que la resta de partícules. El musclo, per exemple, no sembla capaç de filtrar partícules menors a 1-2  $\mu$  però, tot i així, és possible que bacteris menors puguin adherir-se a partícules més grosses.

S'estima que els bacteris, quan es troben en una concentració normal o baixa, afegida a una escassetat de fitoplàncton, poden tenir un paper en la nutrició dels mol·luscs i, d'aquesta manera, una part de la càrrega

bacteriana l'eliminen al medi marí. Però quan el nombre de bacteris és alt i hi ha una gran quantitat de fitoplàncton, els bacteris s'acumulen al tracte digestiu del mol·lusc i només s'eliminen per les femtes quan el bivalve es troba en període de filtració contínua.

La relació entre la concentració de bacteris a l'organisme i a l'aigua és un equilibri dinàmic. Quan s'igualen totes dues concentracions s'assoleix el «punt d'equilibri».

Quan a l'aigua circumdant la contaminació bacteriana baixa significativament, també ho fa la càrrega bacteriana del mol·lusc. Aquest és un procés bastant ràpid en la majoria d'espècies. Així, col·locant musclos contaminats per *Escherichia coli* en aigua exempta de gèrmens, en 6-10 hores la majoria han reduït considerablement part de la seva contaminació i han assolit el punt d'equilibri.

Aquest equilibri dinàmic depèn de nombrosos factors externs, entre els quals destaquen la temperatura, la salinitat o l'oxigen dissolt.

## INFLUÈNCIA DE LA TEMPERATURA

La influència de la temperatura de l'aigua és un factor de primer ordre a considerar en relació amb l'equilibri de les concentracions bacterianes entre el mol·lusc i l'aigua.

En la major part dels bivalves comercials, el nivell òptim d'eliminació de bacteris es troba entre els 13 i 22 °C de temperatura, en funció de l'espècie concreta, de la procedència i de l'estació de l'any. Per sota d'aquesta temperatura s'inhibeix tant l'acumulació com l'eliminació de bacteris i, amb temperatures superiors, s'entorpeix la depuració a causa d'un descens de l'oxigen dissolt a l'aigua i d'una acceleració del metabolisme del mol·lusc.

## INFLUÈNCIA DE LA SALINITAT

Hi ha certs límits, superiors i inferiors, fora dels quals els mol·luscs no desenvolupen adequadament les seves funcions.

El límit inferior de salinitat per a l'eliminació de bacteris de l'aparell digestiu dels bivalves amb interès comercial se situa en el 16%. En el cas concret del musclo, el rang ha d'estar entre el 25% i el 35%, ja que per sota d'aquests valors el musclo atura l'eliminació de bacteris i al cap de 8 o 10 hores mor. Tot i així, s'aconsella que la salinitat no varii més d'un 20% respecte a la de la zona de recol·lecció.

## INFLUÈNCIA DE L'OXIGEN DISSOLT

La majoria de bivalves comercials es depuren en un ampli espectre de nivells d'oxigen dissolt, però el nivell òptim perquè l'eliminació sigui



suficientment ràpida és a partir del 50% (5,5 mg/l). Cal considerar que quan els valors són baixos els mol·luscs pateixen i, en treure'ls de l'aigua, no aguanten gaire temps en sec i llavors perden valor comercial. A les depuradores mediterrànies això pot passar si l'aigua sobrepassa els 22 °C (com més temperatura, menys oxigen dissolt) i per tal d'evitar-ho és necessari refredar l'aigua per poder aconseguir prou oxigen i una depuració efectiva.

## CONDICIONS ÒPTIMES

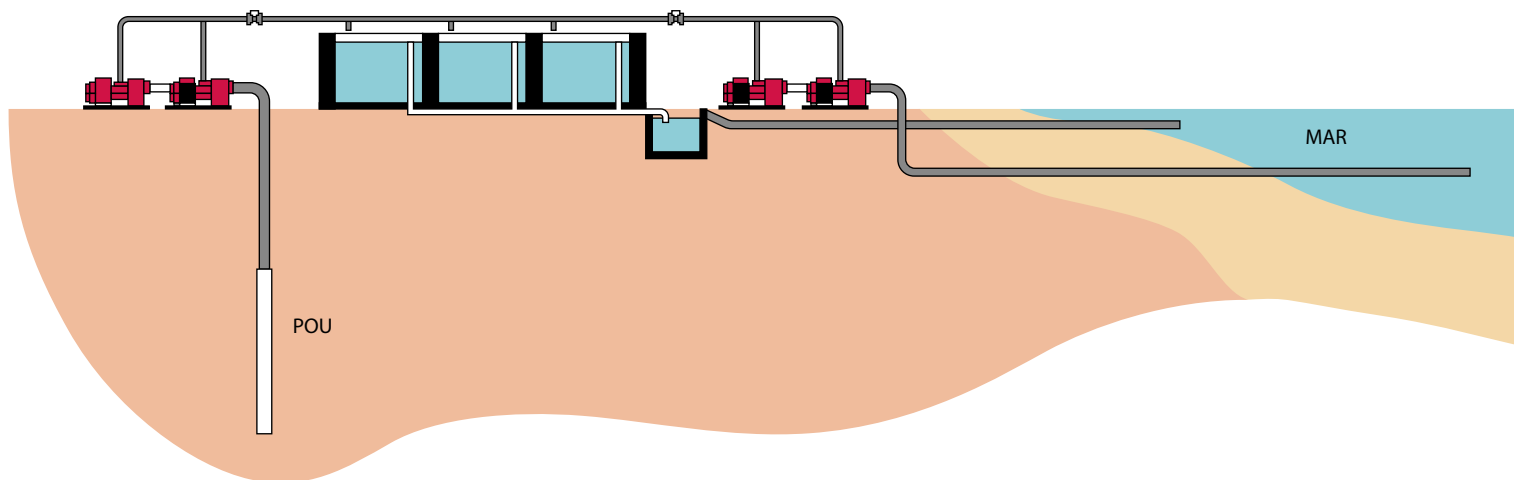
La realitat imposa una acció conjunta i simultània de tots quatre factors: una aigua en condicions òptimes per la depuració de bivalves ha d'estar entre 14 i 18 °C de temperatura, presentar més del 50% d'oxigen dissolt i una salinitat superior al 30‰ i estar exempta de gèrmens.

La velocitat d'eliminació bacteriana segueix una corba exponencial i en 24 hores s'elimina el 90-95% dels bacteris patògens de l'aparell digestiu del mol·lusc, tot i haver partit de concentracions elevades.

# Funcionament tècnic d'una depuradora de MBV

Les depuradores de MBV poden ser de circuit obert (CO) o de circuit tancat (CT). Les primeres, ja quasi totalment en desús, capten l'aigua directament del mar o d'un pou pròxim i la depuració es fa en piscines horitzontals, que requereixen una gran superfície. La seva ubicació ha de ser molt a prop de la captació d'aigua, en zones de domini marítim terrestre, habitualment, i com que es capta l'aigua directament del mar, pot ser que l'aparició d'algues tòxiques al medi posi en compromís el seu funcionament.

Necessiten un sistema de desinfecció de l'aigua, que sovint és la cloració, en el qual després es fa evaporar el clor airejant de manera forçada l'aigua perquè no afecti negativament els MBV, que posteriorment es depuren. El clor ha d'estar a menys de 0,1 mg/l; si no, els MBV es veuran afectats negativament i la depuració serà insuficient. També es poden emprar sistemes de làmpades de llum ultraviolada i l'ozó.



Esquema d'una depuradora de circuit obert.  
Font: Innovaqua



MBV en una bassa d'una depuradora de circuit obert.  
Font: Innovaqua

Les depuradores de CT o de recirculació, les més habituals actualment, són aquelles en les quals l'aigua de depuració es reaprofitja diverses vegades, fet que permet que puguin estar allunyades del mar i els paràmetres de l'aigua es puguin controlar i modificar amb més facilitat. La depuració dels MBV es fa dins de *bins*, cosa que permet estalviar molta superfície.

Els paràmetres principals que s'han de controlar a les depuradores de CT per tal que els MBV es puguin mantenir amb vida i perquè puguin fer el procés de depuració de forma idònia són:

- ▶ **Oxigen dissolt:** ha d'estar per sobre de 5,5-6 mg/l; això és fàcil d'obtenir a través de la caiguda oberta de l'aigua o d'un sistema de venturi.



Dutxa que afavoreix l'oxigenació de l'aigua del sistema.

- ▶ **Temperatura:** per tal de mantenir-la en els rangs òptims, haurem de disposar d'un sistema de refrigeració adient que permeti mantenir-la controlada en tot moment entre 13 °C i 22 °C.



Sistema de refrigeració d'una depuradora.

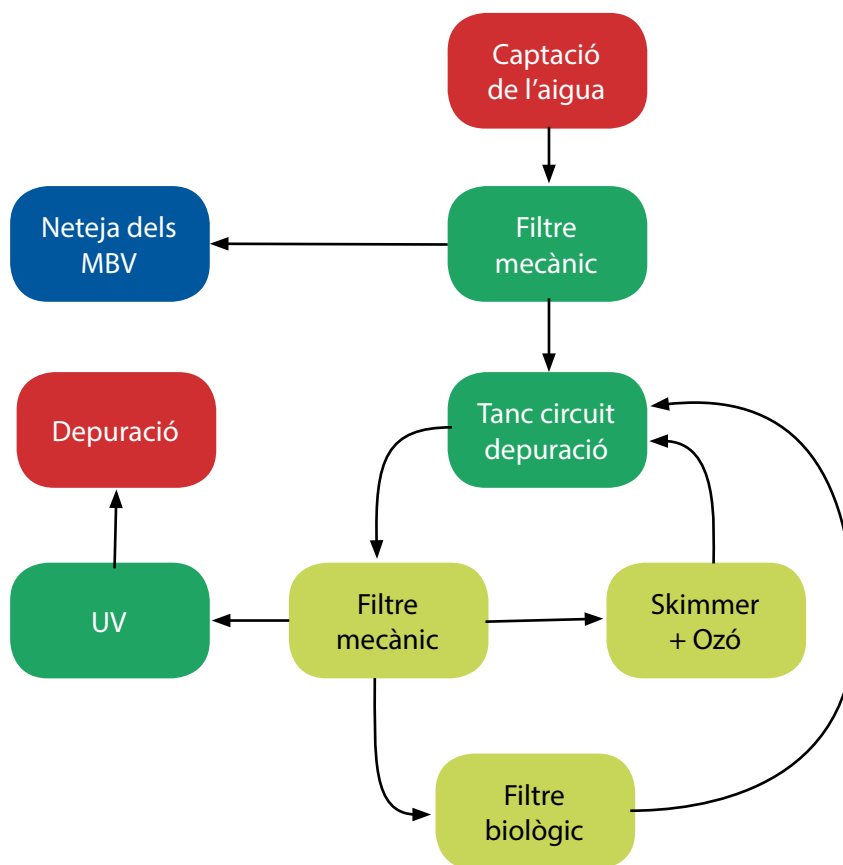
- **Salinitat:** s'ha de controlar a través d'un salinòmetre, si és possible diàriament. La salinitat es pot corregir afegint sal al sistema o bé aigua dolça, en cas que la concentració estigui per sota o per sobre del lílindar desitjat, i s'hauria de mantenir entre el 25% i el 35%. L'addició de sal ha de ser amb sals específiques. Pel que fa a l'aigua dolça, cal vigilar el nivell de cloració perquè no afecti la viabilitat dels MBV. De vegades és més interessant, si es pot, renovar tota l'aigua del sistema.



S'utilitza aigua destil·lada per tal de fer el zero de l'aparell i una dissolució coneguda del 32% per tal de verificar-ne el funcionament.

- **Amoni  $\text{NH}_4^+$** : és el producte d'excreció més comú dels MBV i és un dels elements més tòxics, ja que està en equilibri amb la molècula d'amoniac ( $\text{NH}_4^+ \leftrightarrow \text{NH}_3$ ), que es pot acumular en un circuit de depuració. El nivell hauria d'estar per sota d'1 mg/l, (tot i que els MBV aguanten nivells alts, fins a 5 mg/l), cosa que aconseguim amb el filtre biològic, on s'assenten bacteris nitrificants. Els bacteris (en general bacteris oxidants) oxiden l'ió amoni i formen nitrits ( $\text{NO}_2^-$ ) i d'altres bacteris fan el mateix, aconseguint nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), que s'incorpora com a nitrogen per al creixement de les algues al medi. Aquest nitrat s'anirà acumulant al nostre sistema (ja que no tenim algues) i, per tant, necessitarem aportacions regulars d'aigua per compensar-ne l'acumulació. El nivell de nitrits ( $\text{NO}_2^-$ ) s'hauria de mantenir per sota dels 2 mg/l, i el de nitrats ( $\text{NO}_3^-$ ) per sota de 50 mg/l.
- **pH**: s'ha de mantenir entre 7,0 i 8,4. Tot i que l'aigua de mar actua com a dissolució tampó i té la capacitat de neutralitzar disminucions de pH, en alguns casos es poden afegir estabilitzadors de pH mitjançant substrats calcaris que també fan de substrats per als bacteris oxidants.

El sistema de depuració de les depuradores de CT ha de constar d'una sèrie de filtres, encara que no són tots obligatoris, per tal d'eliminar les partícules de l'aigua i que la higienització posterior es faci de manera més eficaç (s'indiquen en vermell les etapes; en blau, les actuacions preventives, i en verd, els equipaments implicats):



Exemple de diagrama d'un circuit tancat d'aigua d'una depuradora de MBV

- **Filtre mecànic:** té la funció de retenir les partícules en suspensió de l'aigua com ara llims, arenes, brosses o trossos de closca, fet que s'aconsegueix fent-la passar per un material adequat. N'hi ha de molts tipus: de sorra, de cartutx, de llana, d'esponja, de tambor, etc., però la funció que fa és la mateixa. Una aigua transparent ens indica el bon funcionament d'aquest tipus de filtre.
- **Filtre biològic:** té com a finalitat retirar l'amoni dels productes d'excreció dels MBV del sistema, oxidant-lo i convertint-lo en nitrits i, després, en nitrats. Es pot combinar amb el filtre mecànic i pot ser rotatiu, de percolació o de flux ascendent. En tots els casos, el que es pretén és augmentar la superfície de contacte amb l'aigua per afavorir el creixement dels bacteris nitrificants i que aquests puguin fer la seva labor. En el sistema de percolació s'introdueixen elements plàstics o pedra porosa que afavoreix l'assentament dels bacteris. És important valorar el temps d'activació del filtre biològic, ja que en una depuradora nova el creixement i l'estabilització dels bacteris pot costar entre un i tres mesos, període en el qual el sistema no funcionarà correctament. El filtre biològic ha d'estar suficientment dimensionat segons la nostra depuradora i ha de ser capaç de suportar un 10% de renovació del volum total de l'aigua setmanalment.

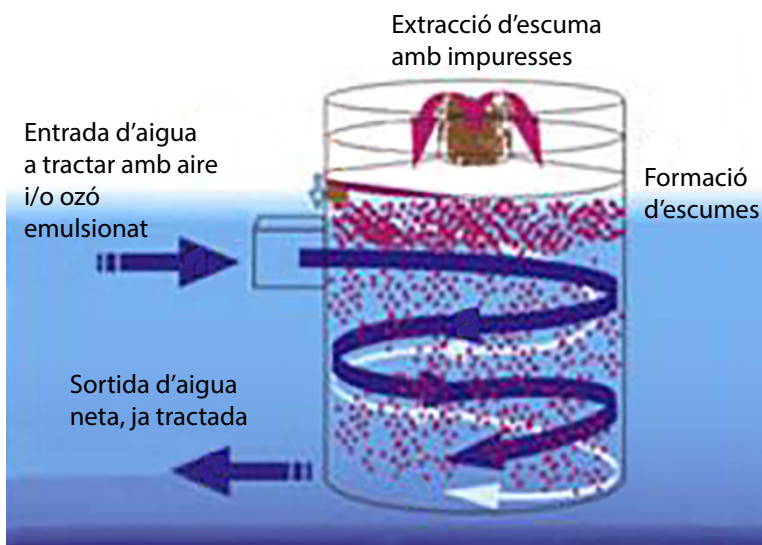


Filtre biològic de percolació d'una depuradora.



Components plàstics d'un filtre biològic.

- **Filtre químic:** emprà el carbó actiu per tal d'eliminar substàncies per adsorció, fet que contribueix a la posterior higienització de l'aigua.
- **Escumadora o skimmer:** tot i que no és un filtre en si mateix, és eficient per retirar components que els filtres mecànics i biològics no han sigut capaços de retenir, com ara la matèria orgànica més petita. Es basa en l'entrada d'aigua i aire emulsionats mitjançant un sistema de venturi, la formació d'escuma que es recull i s'elimina per la part més elevada i la sortida de l'aigua neta per la part inferior. Aireja el sistema i, si la depuradora desinfecta l'aigua amb ozó, és el lloc on s'ha d'injectar perquè faci l'efecte i, ràpidament, es pugui extreure perquè perdi la toxicitat per als MBV.



Esquema de funcionament d'un skimmer.  
Font: Innovaqua



Skimmer d'una depuradora.

El sistema de tractament de l'aigua és el que ens ha de permetre obtenir una aigua de qualitat per poder oferir als MBV un medi exempt de bacteris i virus. Principalment n'hi ha de dos tipus, que es poden emprar sols o en combinació:

- ▶ **Raigs ultraviolats (UV):** les làmpades emissores de raigs UV són un dels sistemes més emprats per desinfectar l'aigua. Els raigs UV tenen un efecte d'interacció amb els àcids nucleics dels bacteris i virus, incidint directament en la seva capacitat reproductora i d'infecció. L'efecte s'aconsegueix en fer passar una columna d'aigua sota els rajos. Ha de disposar d'un controlador d'hores de funcionament per tal de poder substituir-les quan se n'esgoti la vida útil i d'un avisador que indiqui que les làmpades funcionen. És imprescindible controlar que funcionin, netejar les camises i fer el canvi de les làmpades segons les instruccions del fabricant per tal que hi hagi una bona capacitat eliminadora de gèrmens.



Làmpada UV dins del sistema de desinfecció de l'aigua.

- ▶ **Ozó:** el seu poder oxidant permet eliminar bacteris, virus, fongs i protozoos que poden estar presents a l'aigua. Els aparells productors d'ozó funcionen amb una descàrrega elèctrica d'alta intensitat sobre l'oxigen. L'ozó s'injecta a l'*skimmer* mitjançant un venturi. La seva inestabilitat fa que desaparegui de l'aigua i la seva nul·la residualitat no afecta els MBV; amb tot, s'ha de vigilar que funcioni correctament, ja que els bromats que es poden formar són potencialment cancerígens i, si queden nivells residuals d'ozó, podrien fer que els MBV disminueixin o



cessin l'activitat i minvi l'efectivitat del procés depuratiu. Es controla a través de la sonda de potencial redox. El valor d'higienització necessari per reduir instantàniament tota classe de microorganismes és de 420 mV. Junt amb l'escumadora, ajuda a mantenir una bona qualitat organolèptica de l'aigua, exempta de color i d'olor.



Aparell productor d'ozó.

Molt habitualment, hi ha la combinació de dos sistemes d'higienització, UV i ozó. En aquests casos, l'UV sol estar col·locat en línia amb el sistema de bombeig, just abans de les dutxes de depuració, per tal d'assegurar que tota l'aigua bombejada als MBV passa per la làmpada. L'ozó, en aquests casos, reforça el sistema, el fa més eficient i li dona més capacitat d'higienització, extracció i oxidació de components de l'aigua. La combinació de tots dos ens dona una seguretat extra, ja que, en cas d'avaría d'algun dels dos components, l'eficàcia de la desinfecció de l'aigua queda coberta per l'altre.



Control redox de la producció d'ozó.

# Principals perills en una depuradora de MBV

Els microorganismes contaminants, majoritàriament bacteris, es troben a la superfície exterior del mol·lusc, a la part externa de la seva massa visceral, a la cavitat pal·lial, recobrint les brànquies i a l'interior del tracte digestiu.

Si la depuració, com hem comentat, consisteix en l'eliminació de microorganismes contaminants del cos del mol·lusc, ha de complir dos requisits:

- Eliminar els microorganismes que es trobin a la superfície exterior. Això és tasca del personal de la depuradora a través de la neteja de la closca.
- Eliminar els microorganismes patògens interns. Aquest procés l'ha de fer l'animal mitjançant la filtració sota unes condicions adequades.

Els principals perills són:

**Perills biològics (B):** són els associats a la presència, la incorporació, la supervivència o la proliferació en l'aliment d'organismes vius. Com a exemples, podem citar microorganismes o les seves toxines: bacteris (*E. Coli*, *Salmonella*, *Vibrio spp*, etc.) i virus (virus de l'hepatitis A, norovirus, etc.).

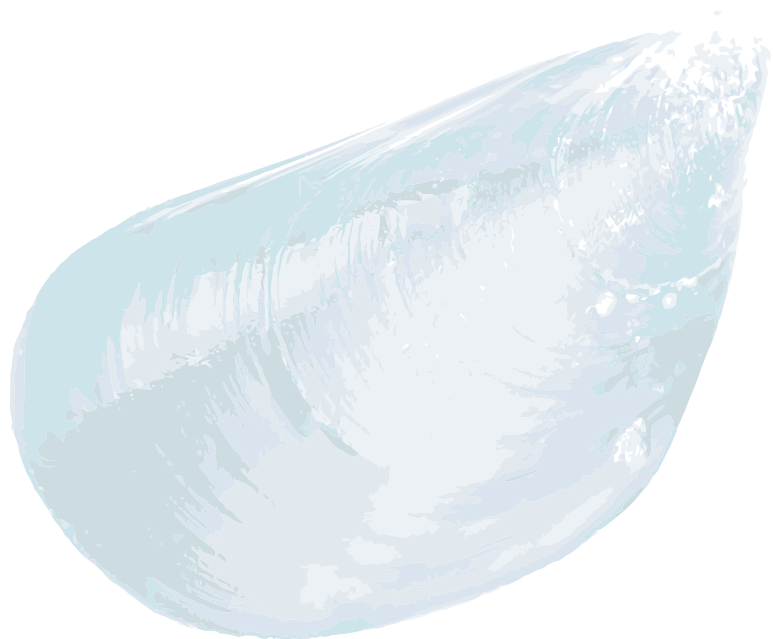
**Perills químics (Q):** són els associats a la incorporació, la formació o la persistència en l'aliment de substàncies químiques nocives procedents de l'aigua o derivades del seu processament. Per exemple, contaminació per restes de productes de neteja, plaguicides, metalls pesants, substàncies procedents de migracions a partir del material de l'envàs, etc.

**Perills físics (F):** incorporació de matèries estranyes a l'aliment que poden causar danys quan es consumeixen, com, per exemple, trossos de vidre, metalls, plàstics, pedres, estelles de closques, radioactivitat, etc.

# Recomanacions per a un consum segur

Catalunya és una gran productora i consumidora de musclos, petxines i altres fruits de mar. Aquests productes són mol·luscs bivalves i tenen en comú que són organismes filtradors de l'aigua de mar: l'aigua passa a través d'ells, així que la qualitat d'aquest element n'afecta la seguretat.

Cal assegurar que provinquin de zones de producció ben controlades des del punt de vista de la seguretat alimentària i han estat correctament depurats. És imprescindible que quan arribin als consumidors els productes provinquin d'establiments autoritzats i de canals de comercialització on s'hagi produït la seva depuració correcta, per tal d'evitar que no hagin acumulat en els seu teixit contaminants, siguin d'origen fecal, del plàncton o d'altres orígens.



## Per evitar riscos innecessaris en consumir mol·luscs cal tenir en compte aquests consells:

- En adquirir-los, assegureu-vos que tenen bones característiques de frescor. Han d'estar vius en el moment de la compra: cal que reaccionin si feu un copet a la closca, la qual no ha d'estar bruta ni trencada, i sí que ha d'estar mullada i brillant. Han de contenir líquid intravalvar, que serà clar, transparent i abundant. I, sobretot, l'olor ha de ser d'agradable olor a mar. Les closques han d'estar tancades i han d'oferir una forta resistència a obrir-se. Si les closques no estan fortament tancades, vol dir que l'animal ja no està viu. Si estan una mica obertes però al tocar-les es tanquen, encara estan vius i es poden consumir. La carn serà consistent.
- Sempre hem de rebutjar-los si l'olor es desagradable. També si tenen poca resistència a l'obertura, si no reaccionen al tocar-los, si tenen poc líquid interior i/o està tèrbol, o si la seva carn és tova i estan encongits dins de la closca.
- Adquiriu-los en establiments de confiança, on sempre ha d'estar exposada la informació de la procedència i fins i tot de la data de depuració, si és el cas. Si ho demaneu han de poder-vos ensenyar les etiquetes de l'envàs original.
- Sempre us han d'informar si eren productes descongelats. En el rètol de venda s'ha d'anunciar i indicar la data de descongelació.
- Si comprem productes congelats, fer-ho al final de la compra, de manera que minimitzem el trencament de la cadena del fred.
- A casa, heu d'aplicar bones pràctiques d'higiene: manteniu la cadena fred (temperatura de refrigeració, per sota dels 5°C), controleu el temps d'emmagatzematge en refrigeració i eviteu la contaminació creuada (netedat i ordre a la nevera, rentar-se les mans, la neteja dels estris i superfícies, etc.). Aquests productes mai han d'estar fora de la nevera més de dues hores, i el millor és minimitzar aquest temps.
- Abans de consumir-los, s'han d'esbandir per eliminar possibles residus. És millor tallar els fils que tenen i no arrencar-los, perquè es podria malmetre la carn. Tampoc cal treure les adherències dures de la closca, ja que en el moment de la cocció, ajudaran a potenciar el gust a mar.
- Si no es consumeixen un cop nets, es conservaran en un lloc fresc com la nevera, fins al moment de cuinar-los, amb un drap humit a sobre. Però no ha de transcórrer molt de temps. Si es calcula que passarà més d'un dia, és recomanable cuinar-los i congelar-los o congelar-los en cru, de manera que es podran conservar entre tres i sis mesos.
- La cocció és una bona barrera sanitària, de manera que disminueix el risc de presència de microorganismes. Ara bé, la cocció no

destrueix les toxines del plàncton. Per aquest motiu, hem d'evitar que el que s'anomenen grups de risc mengin productes del mar crus: cal ser conscients del risc que comporta. Aquestes persones més sensibles són les dones embarassades, les persones grans, les immunocompromeses o les persones que pateixen una patologia subjacent (càncer, diabetis, malalties hepàtiques, infecció per VIH, etc.)

- ▶ Quan es preparin s'ha de tenir en compte que els exemplars que no s'obrin amb la cocció és millor rebutjar-los, perquè això indica que és probable que hagin mort abans.
- ▶ Hi ha qui aprofita per recol·lectar els seus propis musclos, cloïsses, cargols, pegellides o pellerides... Està prohibit, ja que no podem assegurar que els teixits no presentin bacteris, virus o altres contaminants, encara que estiguin ben vius. Les aigües d'on procedeixen els mol·luscs que es comercialitzen estan sotmeses a controls, i també la seva carn.
- ▶ A l'estiu les altes temperatures de l'aigua de mar i ambiental aconsellen extremar les precaucions per al consum segur de determinats productes, com els musclos, les petxines i altres fruits de mar.

## BIBLIOGRAFIA

Depuración de bivalvos: aspectos fundamentales y prácticos

FAO Documento técnico de pesca

Comercialització, traçabilitat i consum dels productes de la pesca

Departament d'Acció climàtica, Alimentació i Agenda Rural

Consum segur de fruits de mar

Agència Catalana de Seguretat Alimentària

Depuración de moluscos

Xunta de Galicia