

Gnathostomata – käkförsedda ryggradsdjur

STAM
UNDERSTAM
INFRASTAM
RANGLÖS
RANGLÖS
KLASS
UNDERKLASS
ÖVERORDNING
ORDNING
UNDERORDNING
FAMILJ
SLÄKTE

Chordata
Craniata
Vertebrata

Käkförsedda ryggradsdjur (Gnathostomata) omfattar alla ryggradsdjur utom nejonögonartade ryggradsdjur (Petromyzontida). De skiljer sig från nejonögon bland annat genom att ett av de främre paren gälbågar har omvandlats till käkar (överkäke och underkäke), i vilka det vanligen finns tänder. De skiljer sig också från nutida nejonögon (men inte från alla fossila former) genom att de har pariga fenor, vilka hos en del grupper är modifierade till fram- och bakben, armar eller vingar.

Gnathostomata utgör en monofyletisk grupp och ges i Nationalnyckeln ingen rang. De nu levande käkförsedda ryggradsdjuren omfattar i sin tur två monofyletiska grupper: Chondrichthyes (broskfiskar) och Osteichthyes, som omfattar alla övriga käkförsedda ryggradsdjur, dvs. strålfeniga fiskar (Actinopterygii) och sarcopterygier (Sarcopterygii), i vilken även alla fyrfotadjur (Tetrapoda) ingår.

Chondrichthyomorphi

STAM
UNDERSTAM
INFRASTAM
RANGLÖS
RANGLÖS
KLASS
UNDERKLASS
ÖVERORDNING
ORDNING
UNDERORDNING
FAMILJ
SLÄKTE

Chordata
Craniata
Vertebrata
Gnathostomata

Chondrichthyomorphi omfattar klassen broskfiskar (Chondrichthyes) som omfattar de nu levande underklasserna Holocephali (helhuvudfiskar) och Elasmobranchii (hajar och rockor). Chondrichthyes utgör systemgrupp till Osteichthyes. Broskfiskarna (Chondrichthyes) skiljer sig från arterna i Osteichthyes bl.a. genom att de har broskskelett och saknar såväl simblåsa som lungor. Broskfiskar är kända som fossil

sedan yngre silur och omfattar ca 1140 nu levande arter i världen. De allra flesta broskfiskar lever i marin miljö, och den största artrikedomen finns i tropikerna. I Sverige har knappt 30 arter påträffats, varav ett tiotal arter förökar sig och påträffas regelbundet i Skagerrak och Kattegatt. De flesta är således mycket sällsynta eller bara tillfälliga besökare.

KLASS Chondrichthyes – broskfiskar

STAM
UNDERSTAM
INFRASTAM
RANGLÖS
RANGLÖS
KLASS
UNDERKLASS
ÖVERORDNING
ORDNING
UNDERORDNING
FAMILJ
SLÄKTE

Chordata
Craniata
Vertebrata
Gnathostomata
Chondrichthyomorphi

Broskfiskarnas hud är täckt av vassa hudtänder och känns sträv om man stryker framåt med handen. Många broskfiskar har spektakulära tänder – ofta trekantiga med sågtandade kanter eller smala och spetsiga. Käktänderna är modifierade hudtänder som inte sitter fast i käkarna, till skillnad från tänderna hos arter i gruppen Osteichthyes som oftast sitter i hålör i käkarna eller är sammanvuxna med dem. Hos de flesta broskfiskar består de av en eller ett fåtal yttre, funktionella uppsättningar och ett antal inre uppsättningar med ersättningständer som inte sitter fast på bestämda ställen i käkarna utan matas fram efterhand.

Det inre skelettet hos broskfiskar utgörs av brosk som kan vara förstärkt med kalkinlagringar. Olika former av benvävnad finns bl.a. i basen av hudtänderna, i tänderna, i ryggfentaggarna hos vissa hajar och i helhuvudfiskarnas tandplattor. Neurokraniet utgörs av ett enda broskstycke, medan det hos strålfeniga fiskar utgörs av ett stort antal benbitar förenade med suturer. Överkäken utgörs av palatokvadratbrosket,

underkäken av mandibularbrosket. Käkarna ledar baktill på neurokraniet och mot hyoidbrosk (undantaget helhuvudfiskar hos vilka överkäken är sammanvuxen med kraniet), och gälbågarna sitter under främre delen av ryggraden. Detta gör att de flesta broskfiskar har en karakteristisk huvudform med framskjutande nos och munnen på undersidan av huvudet. Broskfiskar har fyra till sju par gälbågar och motsvarande antal gälöppningar; helhuvudfiskar har dock gällock och därför bara en enda yttre gälöppning på vardera sidan. Bakom ögat och ett stycke framför första gälöppningen finns oftast ett spruthål.

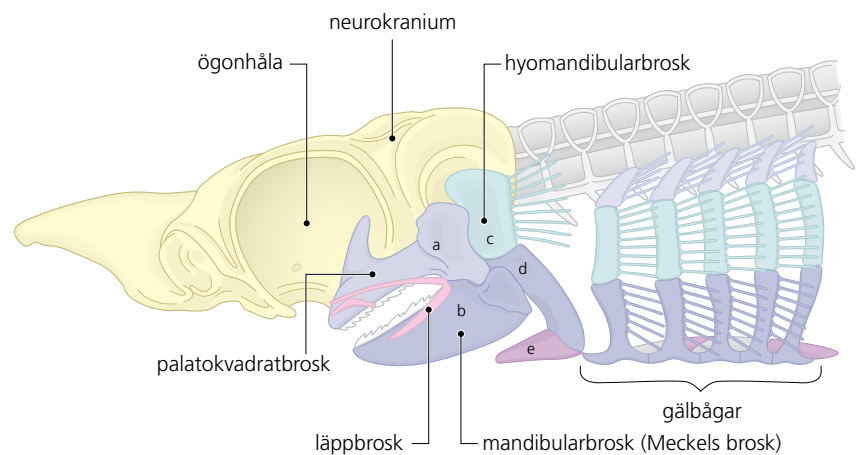
De vanligaste broskfiskarna i Sverige är pigghaj *Squalus acanthias*, småfläckig rödhaj *Scyliorhinus canicula*, klorocka *Amblyraja radiata* och knaggrocka *Raja clavata*. Bara vid enstaka tillfällen har broskfiskar påträffats i Östersjön. Ett par av de arter som förekommer i svenska vatten – havsmus *Chimaera monstrosa* och blåkäxa *Etmopterus spinax* – är djupbottenlevande, i Sverige begränsade till djupare delar av Skagerrak.



FOTO: MAGNUS LUNDGREN/AQUA GRAPHICS

Morfologi

Det inre skelettet hos broskfiskar utgörs av brosk som är förstärkt med unika, prismatiska kalkinlagringar. Man tror att avsaknaden av ersättningsben kan vara sekundär, dvs. att broskfiskarna härstammar från fiskar som haft ersättningsben (se Faktaruta Brosk och ben, sid. 174). Andra former av benvävnad uppträder bl.a. i basen av hudtänderna (plakoidfjällen), i tänderna, i ryggfentaggarna hos vissa hajar och i helhuvudfiskarnas tandplattor. Neurokraniet består av ett enda stycke brosk. Överkäken utgörs av palatkvadratbrosket, underkäken av mandibularbrosket (Meckels brosk). Hos hajar och rockor är varken över- eller underkäken sammanvuxen med kraniet utan ledar baktill på neurokraniet och mot hyomandibularbrosket (hyostyl eller amfistyl käkupphängning), och gälbågarna sitter under främre delen av ryggraden. Majoriteten av arterna får därigenom en karakteristisk huvudform med munnen på undersidan av huvudet, medan de flesta strålfeniga fiskar har munnen längst fram. Hos helhuvudfiskar är överkäken sammanvuxen med kraniet (holostyl käkupphängning).



Illustrationen ovan visar främre delen av skelettet hos en pigghaj *Squalus acanthias*; a–b bildar mandibularbågen (käkarna), och c–e bildar hyoidbågen. Gälbågarnas delar i bilden är färgkodade. Därmed kan man se på de olika käkbroskdelarna (bl.a. hyomandibularbrosk, palatohyalbrosk och mandibularbrosk) från vilken del av gälbågen de utvecklats.

ILLUSTRATION: ANNA NORDIN

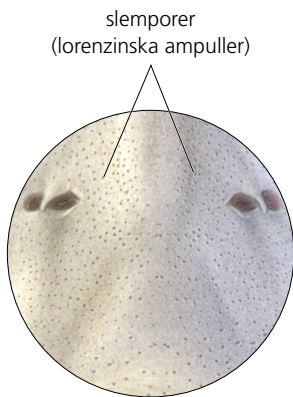


Broskfiskarnas fenor kan vara smala eller breda samt korta eller långa. Dessa mått är relativa och utgår alltid från den enskilda fenan jämfört med andra fenor. Detta gäller för både pariga (bröst- och bukfenor) och opariga fenor (t.ex. ryggfenor). Notera att fenans längd avser fenans utsträckning från kroppen och utåt. Fenans bredd avser sträckan längs vilken fenan fäster vid kroppen.

ILLUSTRATION: LINDA NYMAN

De flesta hajar och rockor har fem gälbågar (skelett som ger stöd för gälarna) på vardera sidan och motsvarande antal gälspringor, medan helhuvudfiskar bara har en enda yttre gälöppning på vardera sidan samt fyra gälar gömda bakom ett gällock. Ett stort antal gälbågar anses vara ett ursprungligt drag, och under de miljontals år som fiskar funnits har utvecklingen gått mot allt färre gälbågar. De hajar som numera har sex eller sju par gälbågar (kamtandhajar och kråshajar) anses dock ha utvecklat nya gälbågar. Framför första gälöppningen finns på vardera sidan oftast ett spruthål (spiraculum), där en del av eller allt andningsvatten tas in. Spruthålet är en förbindelse mellan gälhålan och omgivningen, och det representerar en ombildad gälspringa. Det är störst hos bottenlevande rockor, som genom att ta in andningsvatten genom spruthålen undviker att få in sand eller dy.

Broskfiskarnas hud känns (förutom hos helhuvudfiskar) sträv på grund av de vassa hudtänderna (plakoidfjällen) som täcker huden. En hudtand består av en benplatta som är förankrad i läderhuden med en s.k. basalskiva. Ytterlagret, som tränger ut genom överhuden, består av emalj som täcker en kärna av dentin (tandben). Kärnan innehåller också en hålighet med blodkärl och förgreningar av mjukvävnad (pulpan). Hudtänderna kan ha högst olika utseende, och de kan sitta mycket glesst eller tätt samman beroende på art eller var de sitter på kropp och fenor. Som regel är den yttre delen bakåtböjd mot fiskens stjärta och har en eller flera spetsar. När en hudtand färdigbildats förs den ut till skinnets yta och sticker ut i vattnet utan någon annan mellanliggande vävnad. Detta kan jämföras med de strålfeniga fiskarnas (Actinopterygii) fjäll som sitter inne i huden, helt omgivna av levande vävnad, och som växer under hela fiskens livslängd. Broskfiskarnas hudtänder är bakåtriktade och minskar vattenmotståndet genom att förhindra virvelbildningar och bakströmmar närmast kroppen. Principen har imiterats i s.k. hajskinnströkar (gjorda av plast) som använts av tävlingssimmare. Hajskinn kan också användas som sandpapper.



Lorenzinska ampuller mynnar via kanaler som slemporer på kroppsytan.

ILLUSTRATION: KARL JILG

Tänderna i broskfiskarnas käkar är modifierade hudtänder, och de fäster i den bindväv som sitter på käkbrosket. Hos de flesta former består de av en eller ett fåtal yttre, funktionella tanduppsättningar och ett större antal inre uppsättningar med ersättningsänder som senare fälls fram när den yttre uppsättningens tänder blivit nötta och tappats.

Broskfiskar saknar alltid simblåsa/luftsäckar, och därför sjunker de mer eller mindre långsamt till botten om de inte håller sig i rörelse. Förutom genom att simma aktivt håller de sig uppe tack vare den ofta mycket stora och oljerika levern. Levern innehåller lipider/oljor med låg densitet som ger mer flytkraft än vanligt fett, t.ex. kolvävet skvalen, som fått sitt namn av *Squalus acanthias* (pigghaj) där det först påträffades.

De flesta broskfiskar är rovlevande (några äter zooplankton) och har kort tarm. En del av tarmen – den s.k. spiraltarmen – genomlöps dock av ett starkt spiralformigt veck som ökar den resorberande ytan och förlänger födans passage genom tarmen.

Broskfiskar har oftast en eller två ryggfenor, en eller ingen analfena, pariga buk- och bröstfenor samt en stjärtfena av mycket varierande form. Hos hanarna är en del av vardera bukfenan omvandlad till ett långsträckt parningsorgan, mixipterygium. Fenornas form beskrivs här med utgångspunkt från infästningen, som kan vara smal eller bred. Längden avgörs av fenstrålarnas utsträckning. Fenorna har som regel en tydlig geometri med en framkant, en bakkant och en ytterkant (rockornas bröstfenor har helt annan form). Hörnen där kanterna möts kan vara mer eller mindre avrundade. Fenstrålarna är oledade och består av kollagen (brosk). De benämns ceratotrichia. Broskfiskarnas fenor är som regel styva, och fenstrålarna är djupt inbäddade i bindväven under huden. Detta gör att deras fenstrålar, till skillnad från de strålfeniga fiskarnas, vanligtvis inte är urskiljbara utifrån.

Lorenzinska ampuller

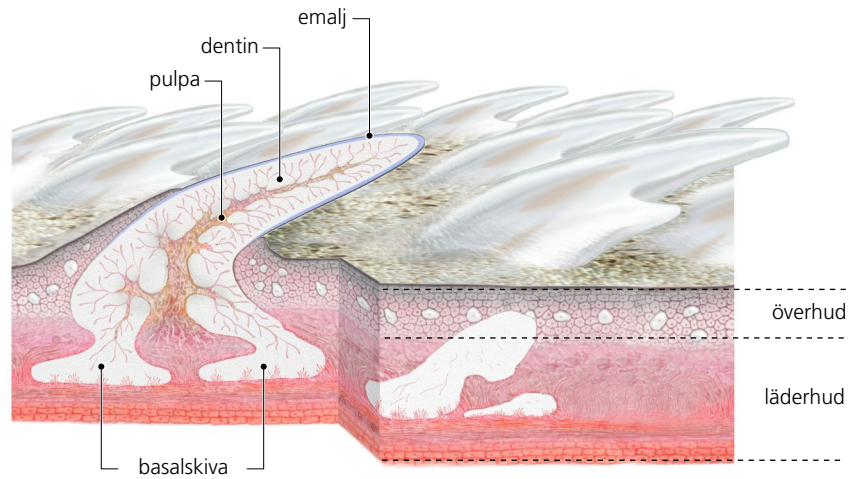
All aktivitet i muskler och nerver ger upphov till elektriska fält, vilket medicinskt kan användas för t.ex. elektrokardiogram (EKG). Vattnets goda elektriska ledningsförmåga har gjort det möjligt för många vattenlevande ryggradsdjur att utveckla sinnesorgan som kan känna av sådana svaga elektriska fält och därigenom upptäcka bytesdjur. Broskfiskarnas elektriska sinnesorgan är känsligare än andra djurs. De kallas lorenzinska ampuller efter den italienske 1600-talszoologen Stefano Lorenzini.

De lorenzinska ampullerna består av rör med elektriskt isolerande väggar och innehåller ett elektriskt ledande slem. Ampullerna mynnar via lorenzinska kanaler som slemporer på kroppsytan. Dessa är spridda i fält på huvudet. Rörens diameter är ungefär en millimeter. Hos broskfiskar i saltvatten varierar rörens längd mellan någon centimeter och en dryg decimeter. Det senare förekommer hos rockor där

Tänder och hudtänder

Broskfiskarnas tänder och hudtänder är homologa, dvs. de har samma evolutionära ursprung och är byggda på samma sätt. Hudtänderna är förankrade i läderhuden med en s.k. basalskiva. Tänderna i munnen sitter fast i bindväven längs käkkanterna. Hajarnas tänder sitter i ett flertal rader, upp till 300, men bara de yttre tänderna i varje rad är funktionella. Tänderna faller regelmässigt, och nya uppsättningar växer fram bakifrån.

ILLUSTRATION: KARL JILG



Områden med stora hudtänder hos hanen av en äggrocka.



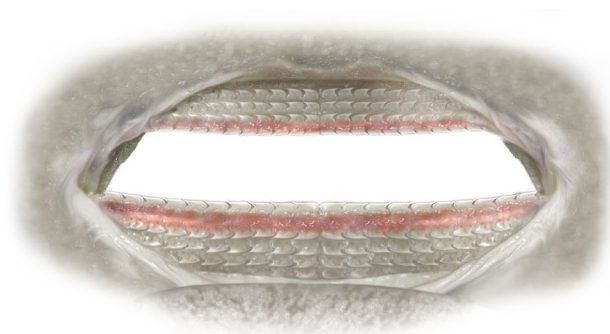
Stor hudtand hos rocka, s.k. tagg.



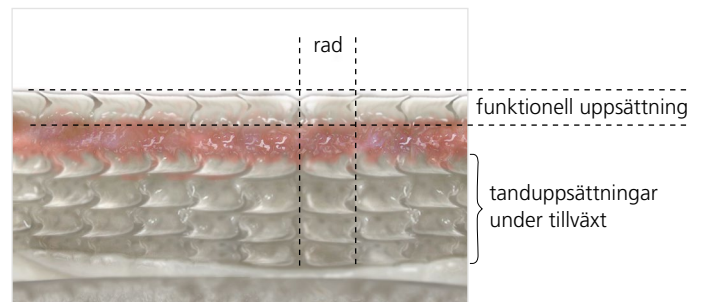
Tänder hos håbrand.



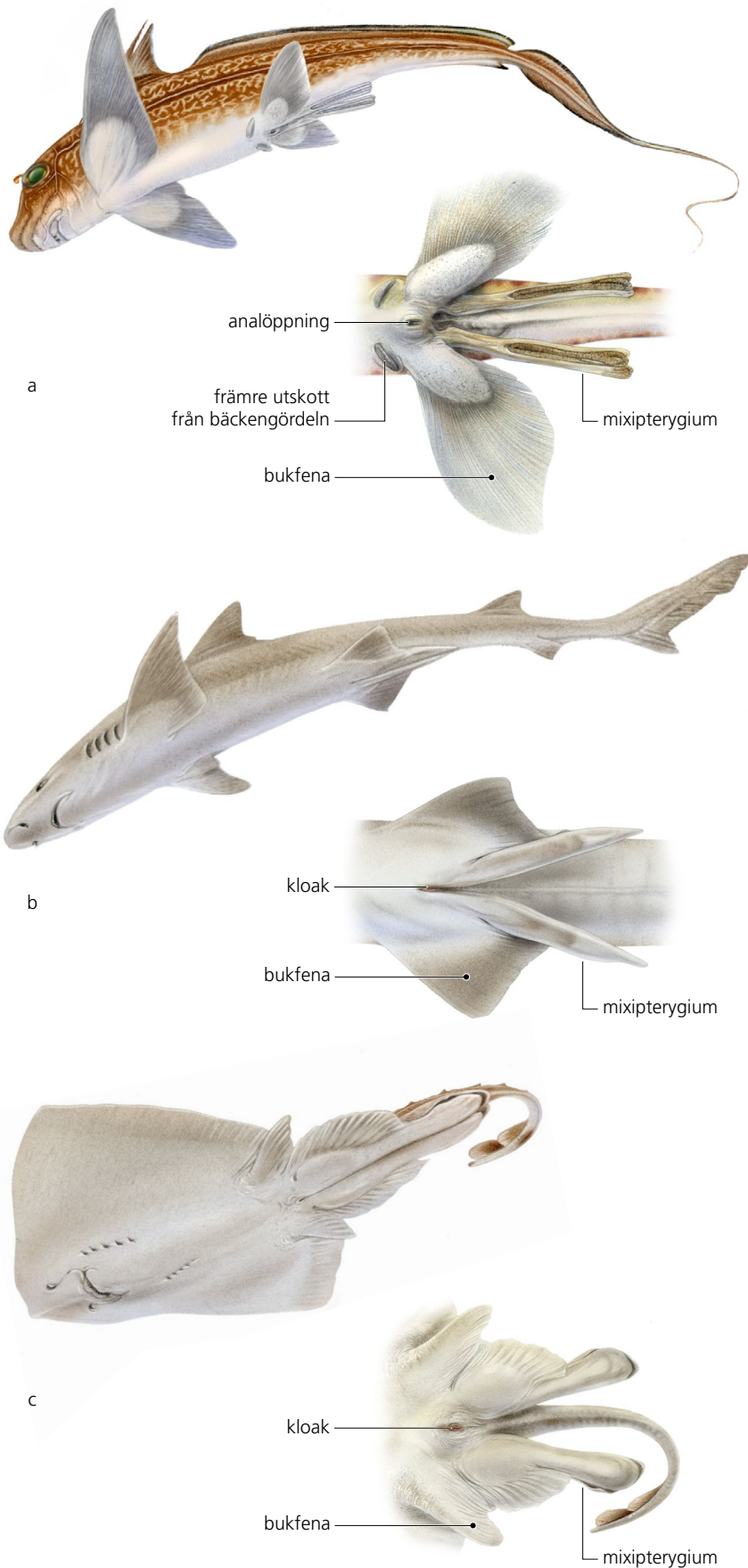
Nya tänder växer till och förflyttar sig ut mot käkens kant. Endast tänderna i de yttersta uppsättningarna är funktionella.



Tänder hos pigghaj sedda från insidan.



Varje tandrad innehåller tänder i olika utvecklingsstadier. Det är endast tänderna i den yttersta uppsättningen som är funktionella.



Undersida med förstörd bild av mixipterygier hos hanen av (a) en helhuvudfisk, (b) en haj och (c) en rocka.

ILLUSTRATION: KARL JILG

slempererna även finns spridda över bröstfenorna, vilkas stora yta möjliggör långa rör. Slempererna är spridda på ytan, men inne i fisken konvergerar rören och samlas i några få, begränsade områden.

Där rören slutar inne i fisken finns de blåsor, alveoli, där själva sinnescellerna sitter. Dessa reagerar på elektriska potentialer/låga frekvenser och mäter den elektriska spänningen mellan slemperen och fiskens inre potential. Genom att kanalerna är långa och orienterade åt olika håll kan mycket svaga elektriska fält uppfattas. Beteendeförsök har visat att en rocka kunde reagera på 5 nV/cm, motsvarande 1 volt på en sträcka av 200 mil. Broskfiskar kan upptäcka osynliga byten, t.ex. nedgrävda plattfiskar, på några decimeters avstånd genom de elektriska fält dessa ger ifrån sig. Inte minst genom att slempererna är spridda över en stor yta ger de också en god förmåga att lokalisera bytena. De lorenzinska ampullerna kan dessutom användas för att upptäcka fiender och artfränder. Många anser också att deras extremt stora känslighet kan göra det möjligt för broskfiskar att känna av elektriska strömmar som bildas när de simmar i jordens magnetfält och använda detta för orientering.

Fysiologi

Hos marint levande strålfeniga fiskar är kroppens salthalt mycket lägre än det omgivande saltvattnets. De förlorar därför hela tiden vatten genom diffusion och måste kompensera detta genom att dricka havsvatten och utsöndra överskottssalt med hjälp av gälarna. Även broskfiskar har en salthalt i kroppen som understiger det omgivande vattnets, men de har en stor mängd urinämne i blodet som gör att osmolariteten ändå är minst lika hög som havsvattnets. Därför diffunderar vattnet inte ut ur kroppen, och det saltöverskott som de ändå får i sig utsöndras med hjälp av rektalkörteln vid ändtarmen. Urinämne i höga koncentrationer destabiliserar proteiner, men broskfiskarna har också höga nivåer av trimetylaminoxid (TMAO) och liknande ämnen (metylaminer av flera slag) som motverkar detta. För att hålla kroppens halt av urinämne och TMAO hög måste broskfiskarna återuppta dem från primärurinen, så att de inte går förlorade.

Fiskar kan i regel inte hålla en högre kroppstemperatur än det omgivande vattnet, eftersom blodet inte kan passera gälarna utan att kylas ned. En del stora och aktiva fiskar – håbrandshajar bland broskfiskarna och tonfiskar bland de strålfeniga fiskarna – har dock utvecklat system för att hålla delar av kroppen, bland annat en del muskler och magsäcken, varma. Med hjälp av ett slags "värmväxlare" – ett nätverk där blodkärlen som leder från dessa områden löper parallellt med kärlen som leder dit – kan värmen som alstrats genom organens ämnesomsättning hållas kvar genom att den överförs från de fränförande till de tillförande kärlen. Tack vare att viktiga kroppsdelar på detta sätt hålls varma kan håbrandshajar simma

snabbare än andra broskfiskar (mako *Isurus oxyrinchus* närmare 90 km/h) och vara aktiva och uthålliga också i kallt vatten. Den varma muskulaturen är mycket mörkare än den övriga.

Fortplantning

Broskfiskar har inre befruktning och ofta komplicerad parning. Hanens bukfenor är delvis ombildade till pariga kopulationsorgan (mixipterygier) med erektil vävnad. Bland nu levande djur har alla broskfiskar, men inga andra, mixipterygier. Under parningen förs ett sådant mixipterygium in i honans kloak varefter sädesvätska förs upp i de pariga äggledarna. Längst upp i varje äggledare finns en äggledarkörtel där alla sekundära äggstrukturer utvecklas. Äggen, som är få och gulerika, produceras i de pariga ovarierna (äggstockarna). Oftast är bara det ena (vanligtvis det högra) ovariet funktionellt, medan det vänstra är tillbakabildat. Ovariet/ovarierna avger ägg rakt ut i bukhålan. Äggen förs in i en öppning (ostium) längst upp i varje äggledare, där befruktningen sker. Äggen förs sedan ned i äggledarkörteln, där ägghinnorna bildas och möjligen även sperma lagras. Från äggledarkörteln leder en smal passage till en betydligt bredare livmoder. Äggledarna avslutas med en gemensam eller två separata öppningar i kloaken. Äggledarna hos broskfiskar omfattar hela reproduktionsorganet från ovariet till kloaken, alltså även livmodern. Någon yngelvård förekommer inte.

Man skiljer mellan ovipara (äggläggande) arter och arter som är vivipara (levandefödare).

Ovipara broskfiskar lägger ett ganska litet antal stora ägg, medan strålfeniga fiskar oftast lägger ett mycket stort antal små ägg. Hos äggläggande former bildas i äggledarkörteln en läderartad kapsel runt ägget. Kapseln har öppningar för att tillåta vattencirkulation och därmed syretransport till ägget. Från hörnen på kapseln utgår ofta spetsar eller trådar som fäster vid t.ex. greniga koraller eller alger. Bland de svenska broskfiskarna är havsmus, småfläckig och storfläckig rödhaj, hågäl och inte minst alla arterna i familjen äggrockor (Rajidae) äggläggande.



Äggen hos ovipara arter av broskfiskar omges av en seg och stark kapsel som består av flera lager av kollagenstavar. Bilden visar äggkapslar av 1. havsmus *Chimaera monstrosa*, 2. storfläckig rödhaj *Scyliorhinus stellaris*, 3. hågäl *Galeus melastomus*, 4. svartbuchsrocka *Dipterus nidarosiensis*, 5. knaggrocka *Raja clavata*, 6. plogjärnsrocka *Dipturus oxyrinchus* och 7. blomrocka *Leucoraja naevus*.

ILLUSTRATION: KARL JILG

De vivipara arterna kan delas upp i lecitotrofa (gulenärda) och matrotrofa (modernärda). Hos lecitotrofa arter livnär sig fostren enbart eller huvudsakligen av näringen i gulesäcken inne i honan. Bland de svenska broskfiskarna är t.ex. gråhaj, nordlig hundhaj, pigghaj, blåkäxa och havsångel gulenärda. Hos de matrotrofa arterna får däremot ungarna näring från modern på annat sätt när gulesäcken är förbrukad. Detta kan ske genom att:

- Modern producerar stora mängder ”näringägg” som ungen äter (oofagi), t.ex. hos håbrand, brugd och rävhaj. Näringäggerna är gulerika, men betydligt mindre än de vanliga äggen.
- Gulesäcken växer fast vid livmodern, och tillsammans med den bildar en gulesäcksmoderkaka (gulesäcksplacenta) genom vilken näring kan överföras till fostret, t.ex. hos blåhaj och årfenhaj.
- Ungarna äter upp varandra, t.ex. hos oxhaj *Carcharias taurus*.
- Långa trådar i livmoderväggen (trofonemata) producerar näringsrika celler som ungen sväljer, vilket är vanligt bland rockor, t.ex. hos örnrocka och spjutrocka.

FOTO: ANDERS SALESÖ



1 Ägg och äggkapsel av småfläckig rödhaj *Scyliorhinus canicula* i tidigt utvecklingsstadium. Ägget är stort och gulerikt, och guln är den enda näring fostret livnär sig av innan ägget kläcks.



2 Foster och äggkapsel av småfläckig rödhaj i senare stadium. Hajfostret har nu börjat utvecklas och börjat ta upp näring ur gulesäcken. Man kan redan se fostrets öga som en mörk fläck.



3 Långt gånget foster av småfläckig rödhaj. Man ser att fostret har gjort av med det mesta av näringen i gulesäcken. Det är snart redo att ta sig ut ur äggkapseln.

Åldersbestämning av broskfiskar

Broskfiskar kan, till skillnad från strålfeniga fiskar, inte åldersbestämmas med hjälp av tillväxtringar i otoliter (hörselstenar) och fjäll. Däremot kan man använda tillväxtlinjer i ryggkotorna och i t.ex. pigghajens ryggtaggar. En annan metod är förstas fångst och återfångst av märkta djur.

Fossil historia

Broskfiskarna var de första av de nu levande käkförsedda ryggradsdjuren som utvecklades, och fossil av hela djur är kända sedan äldre devon (drygt 400 miljoner år sedan). Det finns också hudtänder (plakoid-fjäll) från ordovicium som kan tänkas härröra från broskfiskar. Fossila rester av urhajen *Pucapampella* från mellersta devon innehåller bl.a. det äldsta hela broskfiskskraniet och representerar gruppen broskfiskar som de såg ut innan helhuvudfiskar respektive hajar och rockor utvecklats. Under devon och perm var broskfiskarna betydligt mer diversifierade (mångformiga) och hade en stor betydelse i både marina och limniska ekosystem. Anfäder till hajar och rockor (Elasmobranchii) respektive de ursprungliga helhuvudfiskarna (inom gruppen Euhondrocephali) var redan distinkta under dessa perioder. Det finns inga fossil av släktingar till helhuvudfiskarna mellan perm och jura, men man räknar ändå med att de har en lång historia som åtskilda från övriga nu levande broskfiskar. De flesta fossila grupper inom Elasmobranchii och Euhondrocephali levde fram till trias.

I Sverige har fossila fynd av broskfiskar, främst hajar, från både marina och limniska miljöer gjorts i lager från jura, tidig krita och tidig paleogen i kenozoikum i Skåne, och de omfattar bland annat hybondter och neoselachier (se sid. 218). En av de bästa lokalerna är kalkbrottet i Limhamn, vars kalkstensavlagningar bildades för ca 60 miljoner år sedan.

Alla nu levande arter inom Elasmobranchii hör till avdelningen Neoselachii, som spårats tillbaka till tidig jura. Neoselachier skiljer sig från urhajarna (Cladoselachimorpha) bl.a. genom kraftiga kalkinlagringar i ryggkotorna, och genom att bäckenbenen är sammanvuxna i mitten.

Broskfiskar som människoföda

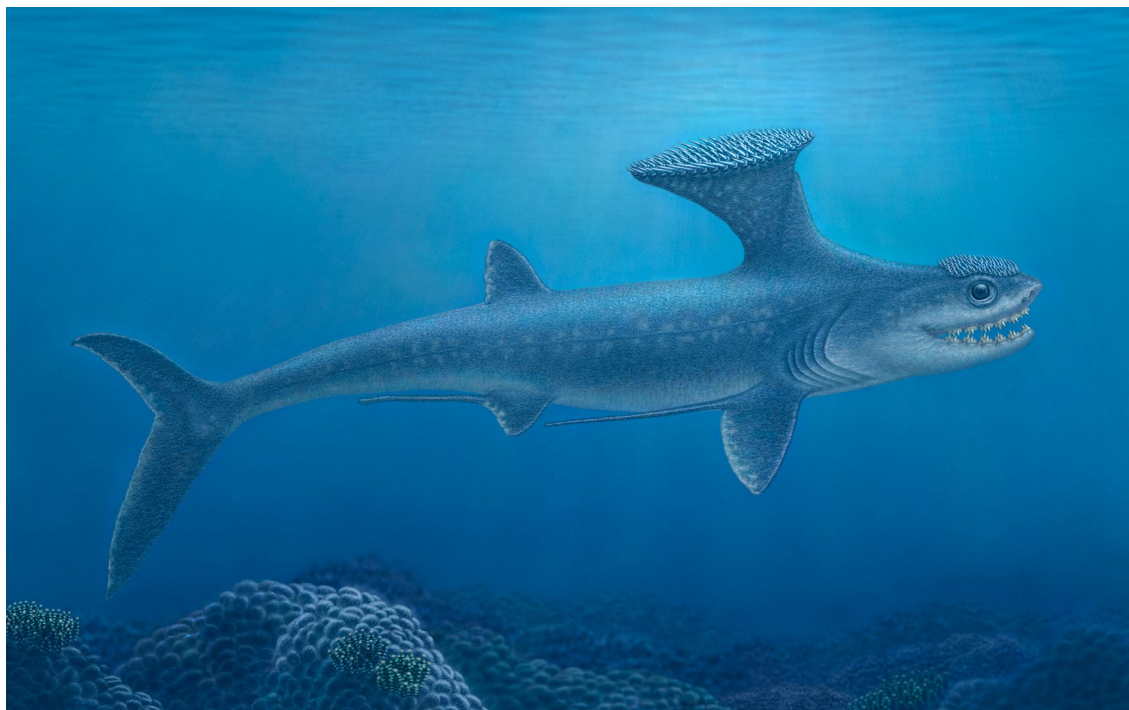
Broskfiskar är relativt stora, i genomsnitt en halv till två meter långa, och de lever ofta på stort djup och/eller en bit ut från kusten. För att fånga dem krävs därför tillgång till någon form av fartyg. De mindre arterna av rockor – samt hågäl *Galeus melastomus* och småfläckig rödhaj *Scyliorhinus canicula* – kan fiskas nära kusten med betad krok. Vid Sydafrikas och Namibias västkust fiskas hajar ofta från land. Flera arter har taggar, eller är mycket sträva, så viss försiktighet och kraftiga handskar rekommenderas vid hantering.

Pigghaj och håbrand är utmärkta matfiskar, medan några arter är direkt olämpliga att äta. Håkäring *Somniosus microcephalus* innehåller höga halter av trimetylamin, vilket gör den olämplig att äta. Även i andra hajar kan halterna av trimetylamin vara höga, men det gör mest att smaken blir aningen stark. Stora rovellande hajar och rockor kan förväntas vara rika på miljögifter, som ju anrikas högre upp i näringskedjan. Hajfenssoppa med fenstrålar som huvudingrediens kan tillagas på både rockors fenor och hajfenor. Det är framför allt ryggen och bröstfenorna som används. Själva fenstrålarna smakar ingenting, utan det är konsistensen och kryddningen som avgör upplevelsen. Industrin kring hajfenssoppa är särskilt utvecklad i Asien. Samtidigt som den har en lång och djupt rotad tradition är den mycket kontroversiell och hårt kritiserad av den internationella miljörelsen.

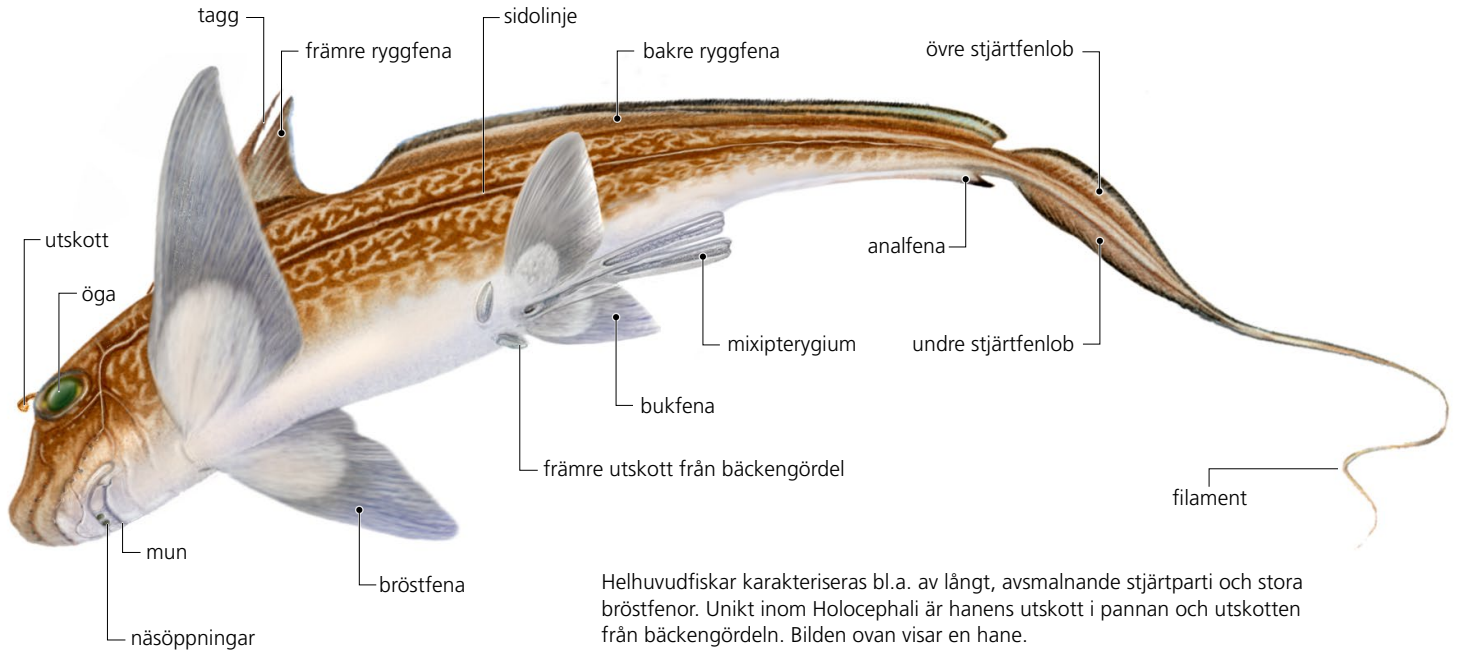
Förutom att broskfiskar kan tjäna som människoföda har en del arter, t.ex. brugd, jagats för den stora, oljerika leverns skull och andra för sportens skull.

Rekonstruktion av *Akmonistion zangerli*, en tidig broskfisk som levde under karbon för mer än 300 miljoner år sedan. Ovanligt välbevarade fossil av denna art har påträffats i Skottland. Den utmärks bland annat av sin bisart utstickande, städlika fentagg vars funktion är okänd. *Akmonistion zangerli* var sannolikt en ganska långsam simmare; förmodligen livnärde den sig därför av as och ryggradslösa djur.

ILLUSTRATION: ERIK NASIBOV



Yttre anatomi – helhuvudfiskar



Helhuvudfiskar karakteriseras bl.a. av långt, avsmalnande stjärtparti och stora bröstfenor. Unikt inom *Holocephali* är hanens utskott i pannan och utskotten från bäckengördeln. Bilden ovan visar en hane.

ILLUSTRATION: KARL JILG

Svensk broskfiskforskning

I Sverige har av förklarliga skäl relativt få studier av broskfiskar genomförts. De få broskfiskarter som regelbundet påträffas i Sverige är i princip begränsade till kusten utanför Bohuslän. I *Systema Naturae* placerade Linné broskfiskarna i *Amphibia Nantes* (ungefär motsvarande den grupp som fiskforskaren Petrus Artedi kallade *Chondropterygii* i *Ichthyologia* 1738), och han urskiljde tre släkten: *Raja* för tio arter rockor, *Squalus* för 14 hajarter och *Chimaera* för två havsmusarter. De flesta av fiskbeskrivningarna i *Systema Naturae* är tagna från Artedi och annan äldre litteratur. Där finns bland annat slät hammarhaj *Sphyrna zygaena*, som liknades vid en våg (vågfisken), darrocka (kallad krampfisk) och sågfisk *Pristis pristis*. Åtminstone i *Museum Adolphii Friderici* (1754, 1764) och *Fauna Svecica* (1746) framgår att Linné var förtrogen med pigghaj, knaggrocka och havsmus som förekommande i Sverige. I *Fauna Svecica* finns också sågfisk upptagen. När denna volym av *Nationalnyckeln publiceras* (2011) finns dock inget fynd av sågfisk belagt från Sverige; arten finns närmast utanför Portugals och Spaniens kust.

I sin upplaga av *Fauna Svecica* listade Retzius (1800) spjutrocka, knaggrocka, pigghaj, blåkäxa, småfläckig rödhaj, håkäring, blåhaj och – minsann – sågfisk, en uppgift hämtad från Linnés *Fauna Svecica*.

Från Kattegatt rapporterade naturforskaren Sven Nilsson (1832) småfläckig rödhaj, hågäl, gråhaj, håbrand, håkäring, blåkäxa, knaggrocka, klorocka, slätrocka samt vad han kallar *Raja fullonica* som förefaller vara en blandning av näbbrocka, vitrocka och plogjärnsrocka. Några belägg för näbbrocka i Sverige

finns fortfarande inte, men arten fiskades på Skagerraks bankar av 1800-talets bohusfiskare och var inte obekant för svenska fiskforskare. Bengt Fredrik Fries (1838) reviderade de svenska rockorna på grundval av exemplar och observationer från norra Bohuslän. I revisionen beskrivs *Raja vomer* (nu synonym till *Dipturus oxyrinchus*) och *Raja lintea* (nu *Dipterus linteus*) som nya arter – de enda broskfiskarter som beskrivits efter Linnés tid med svensk typlokal.

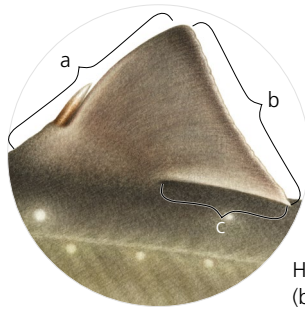
Spjutrocka rapporterades av Sven Nilsson 1855 med ett beläggsexemplar från Arilds fiskeläge i Skåne 1849, förmodligen fångat längre ut i Kattegatt. Nästa belägg av spjutrocka kom 1923 i Bohuslän. Storfläckig rödhaj rapporterades av Malm 1876 genom ett exemplar från Hällö i Bohuslän fångat 1875.

Så sent som 1889 skrev zoologen Wilhelm Lilljeborg, som ett eko av tidigare författare, att "Brugden har aldrig anträffats i grannskapet av någon Svensk kust och tillhör således icke Sveriges Fauna". Det dröjde till 1914 innan en brugd påträffades strandad vid Knäsund i Bohuslän.

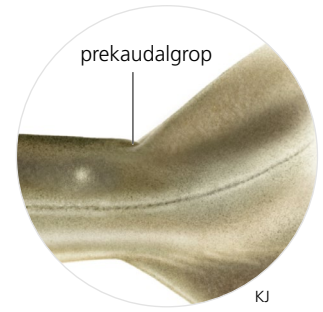
Andra sällsynta och tillfälliga arter har sedermera belagts allt mer sporadiskt, oftast till Naturhistoriska museet i Göteborg: blomrocka 1924, havsångel 1925, rävhaj 1927, svartbudsrocka 1928, blåhaj 1936, nordlig hundhaj 1944, darrocka 1954, örnrocka 1968, sexbågig kamtandhaj 1998, årfenhaj 2004 och rundrocka 2009. Trekantshaj landades i Sverige 1972 men fångades i Danmark. En stor del av den kunskap om svenska broskfiskar som förmedlas av tidigare svenska ichthyologer (fiskforskare) härrör från norska erfarenheter under unionstiden 1814–1905, då Skandinavien behandlades som en enhet.

Yttre anatomi – hajar

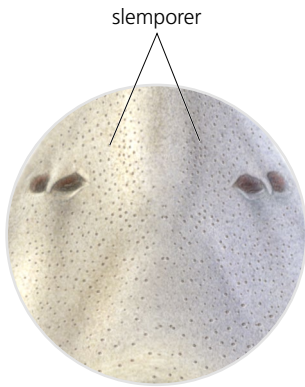
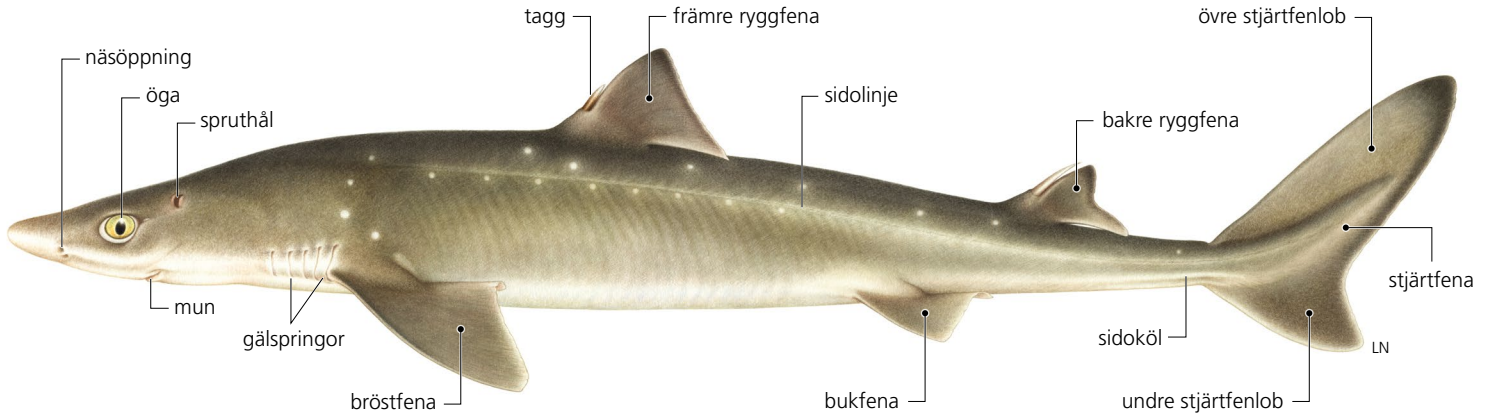
Hos pigghajartade hajar sitter bukfenorna långt bak, medan analfena saknas. Här pigghaj *Squalus acanthias* med delförstoring av främre ryggfenan och stjärtpartiet.



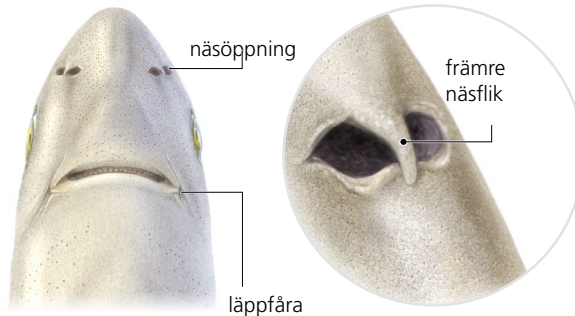
Hajarnas fenor har (a) framkant, (b) ytterkant och (c) bakkant.



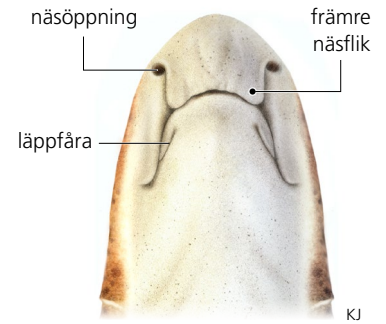
KJ



KJ



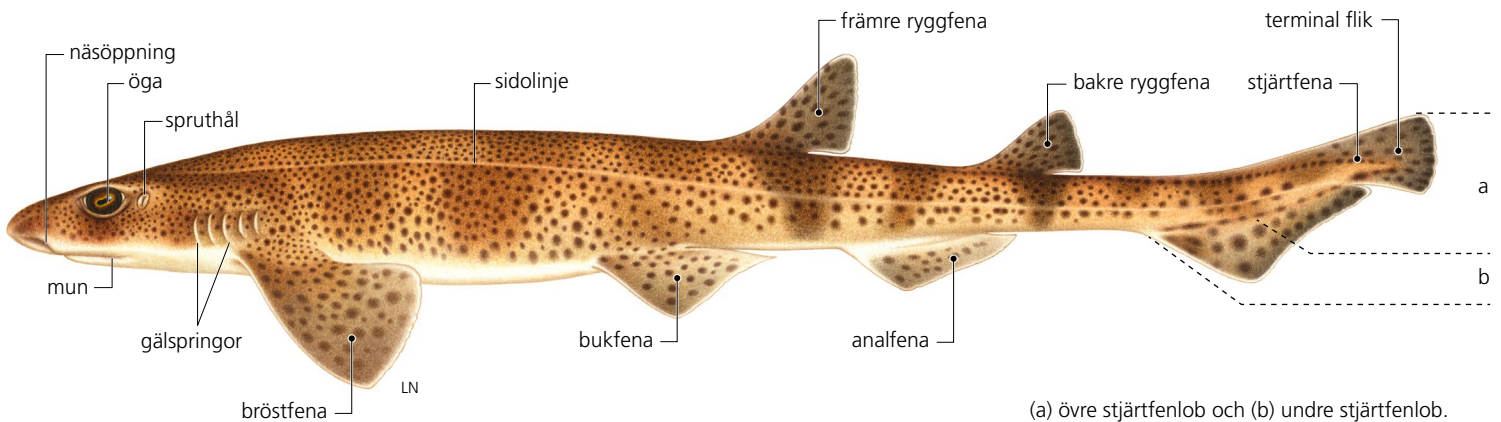
läppfåra



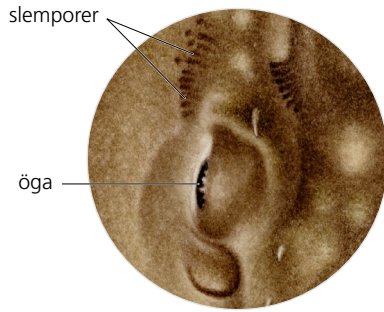
KJ

Hos gråhajartade hajar sitter i regel bukfenorna relativt långt fram och analfena finns. Här småfläckig rödhaj *Scyliorhinus canicula* med delförstoring av huvudets undersida ovan till höger. Ovan till vänster visas huvudets undersida av pigghaj.

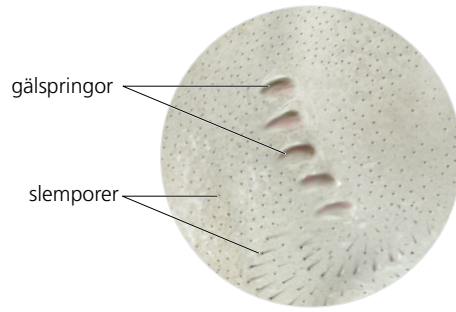
Huvud undersida, småfläckig rödhaj.



(a) övre stjärtfenlob och (b) undre stjärtfenlob.



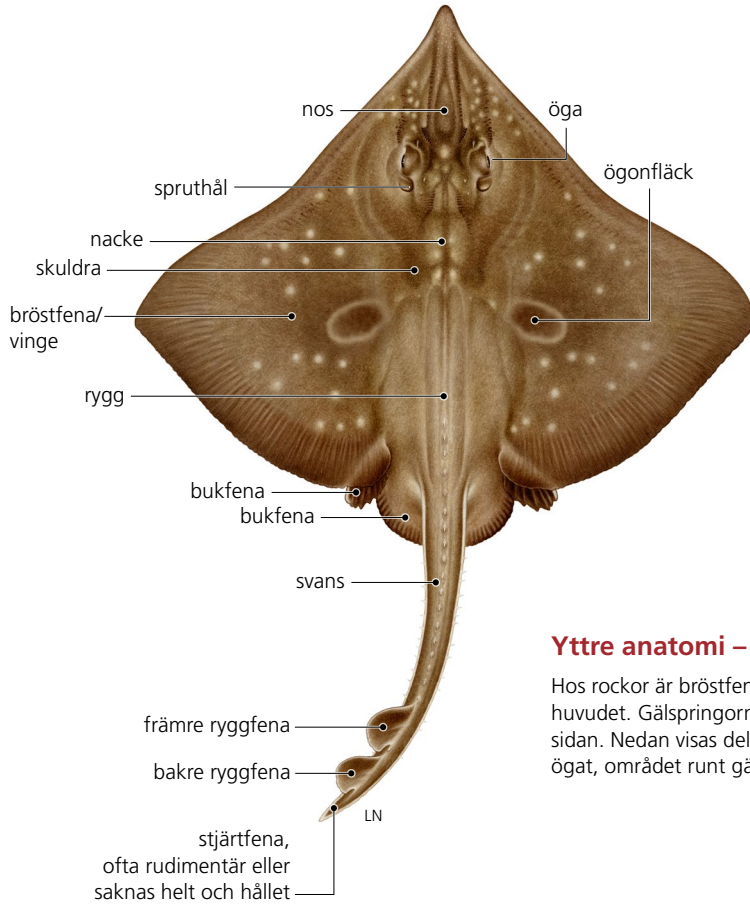
slemporter
öga



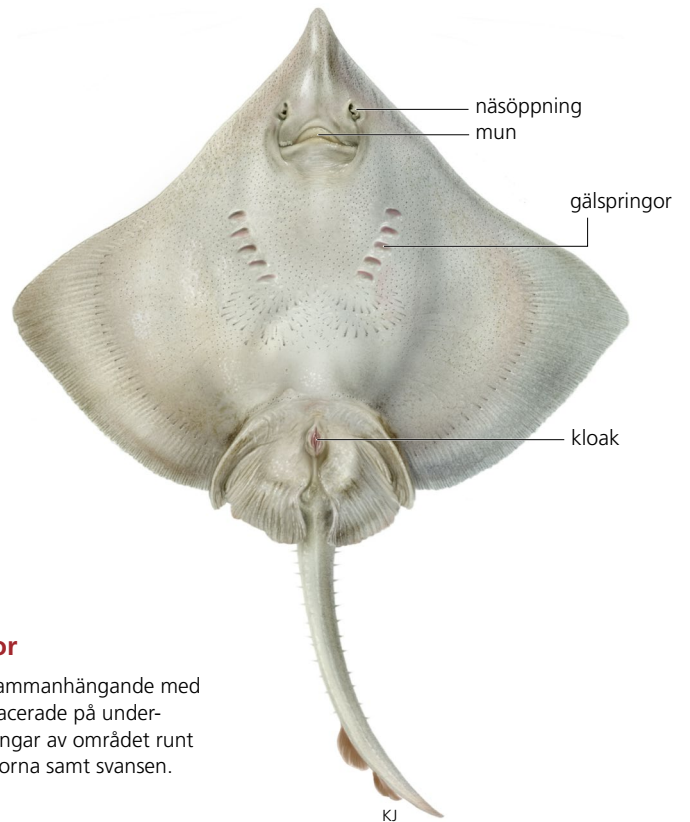
gälspringor
slemporter

Översida

Undersida



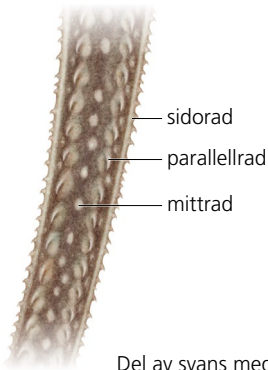
nos öga
spruthål ögonfläck
nacke
skuldra
brösthfena/
vinge
rygg
bukfena
bukfena
svans
främre ryggfena
bakre ryggfena
stjärtfena,
ofta rudimentär eller
saknas helt och hållet LN



näsöppning
mun
gälspringor
kloak KJ

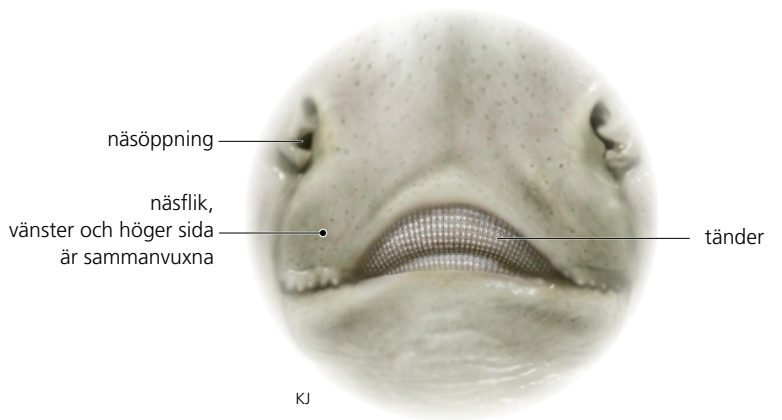
Yttre anatomi – rockor

Hos rockor är bröstfenorna sammanhängande med huvudet. Gälspringorna är placerade på undersidan. Nedan visas delförstoringar av området runt ögat, området runt gälspringorna samt svansen.



LN Del av svans med taggar.

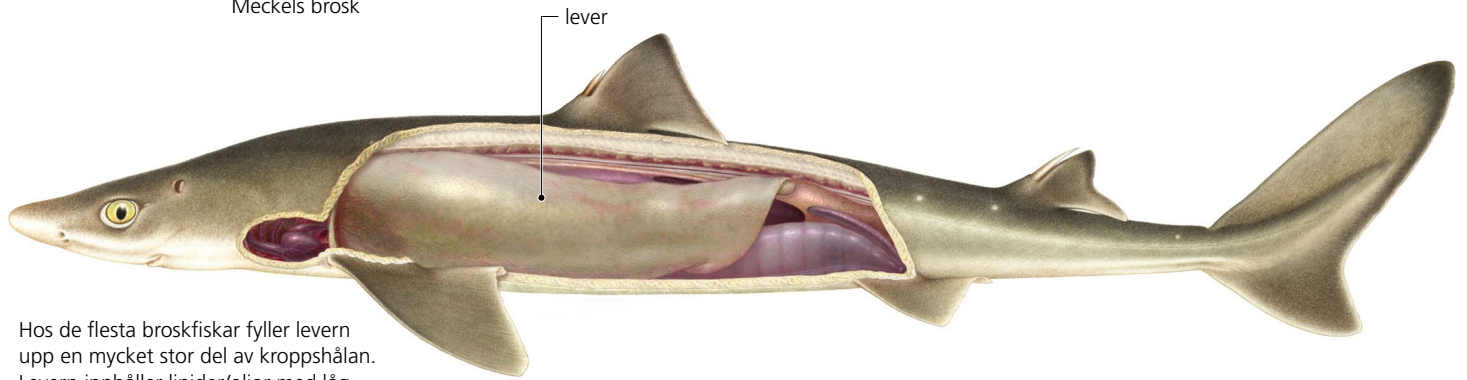
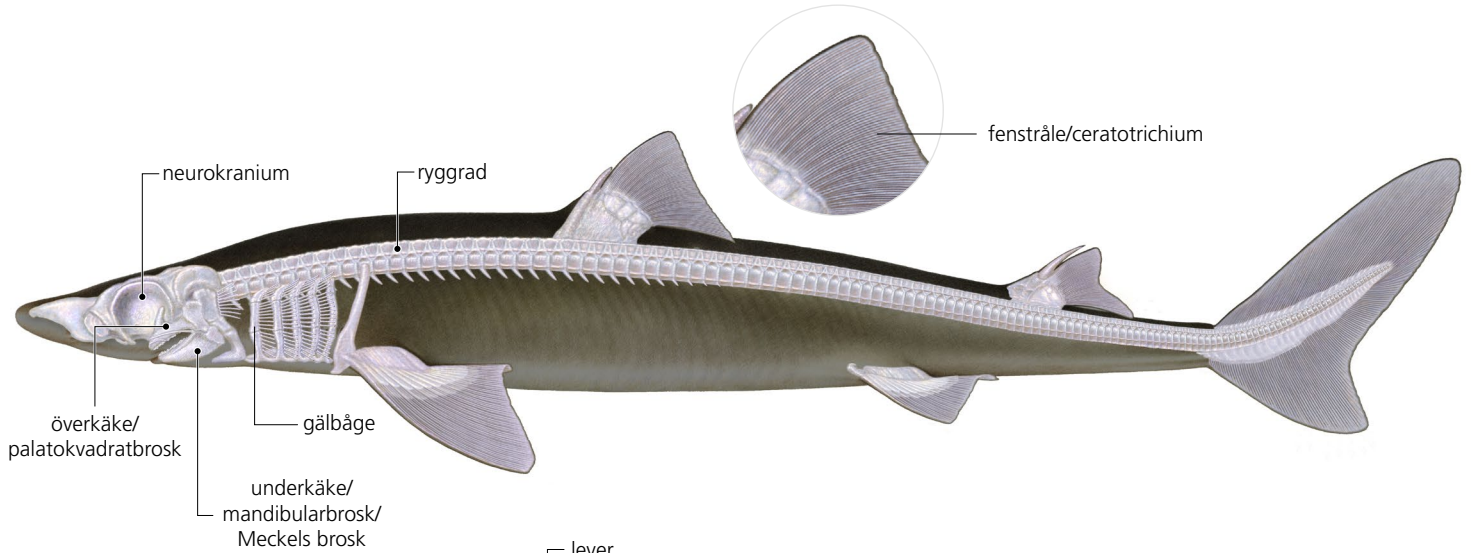
sidorad
parallellrad
mittrad



näsöppning
näsflik,
vänster och höger sida
är sammanvuxna
tänder KJ

Hos rockorna sitter käkarnas tänder oftast mycket tätt packade.

Inre anatomi – broskfiskar



Hos de flesta broskfiskar fyller levern upp en mycket stor del av kroppshålan. Levern innehåller lipider/oljor med låg densitet, vilket ger bra flytkraft.

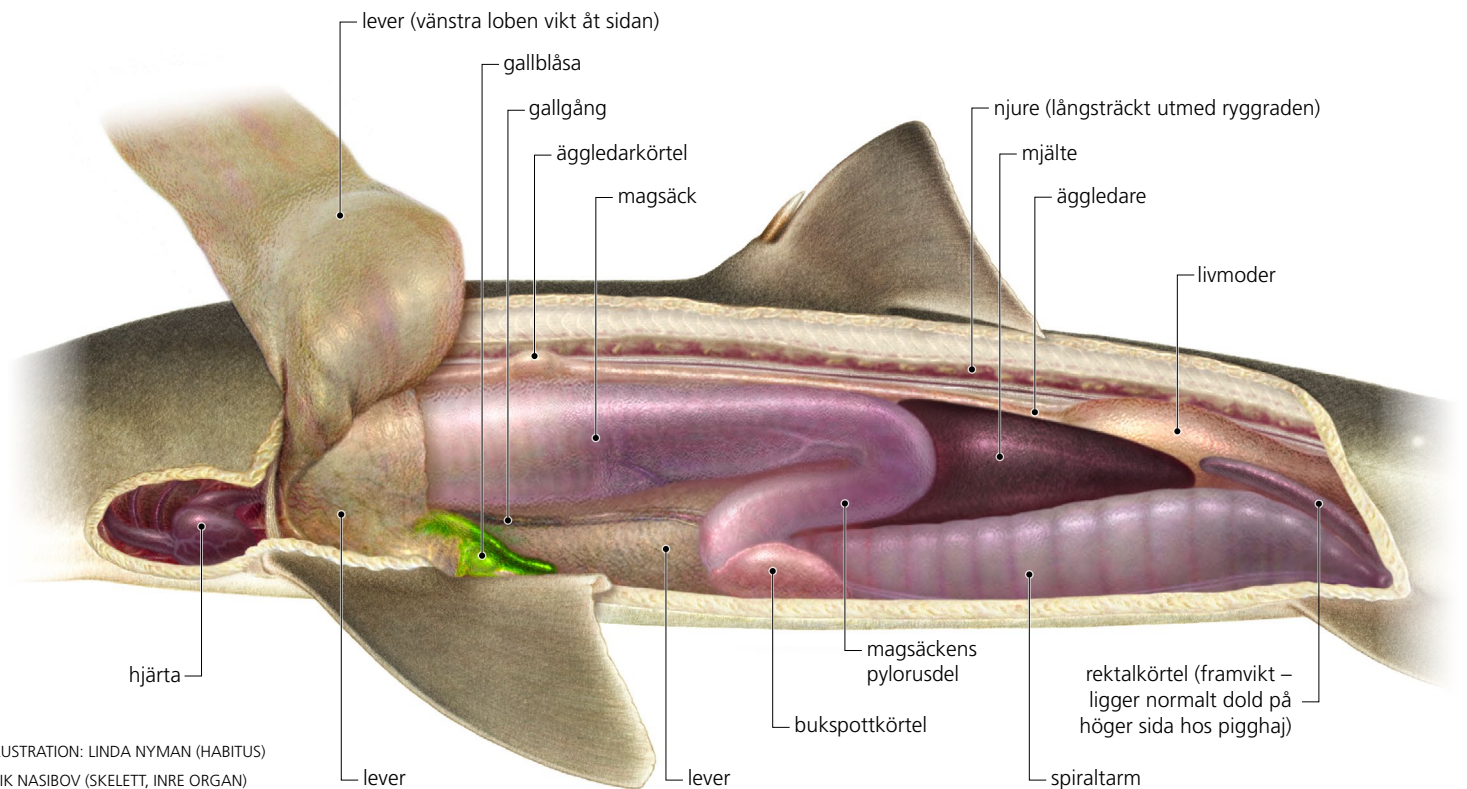
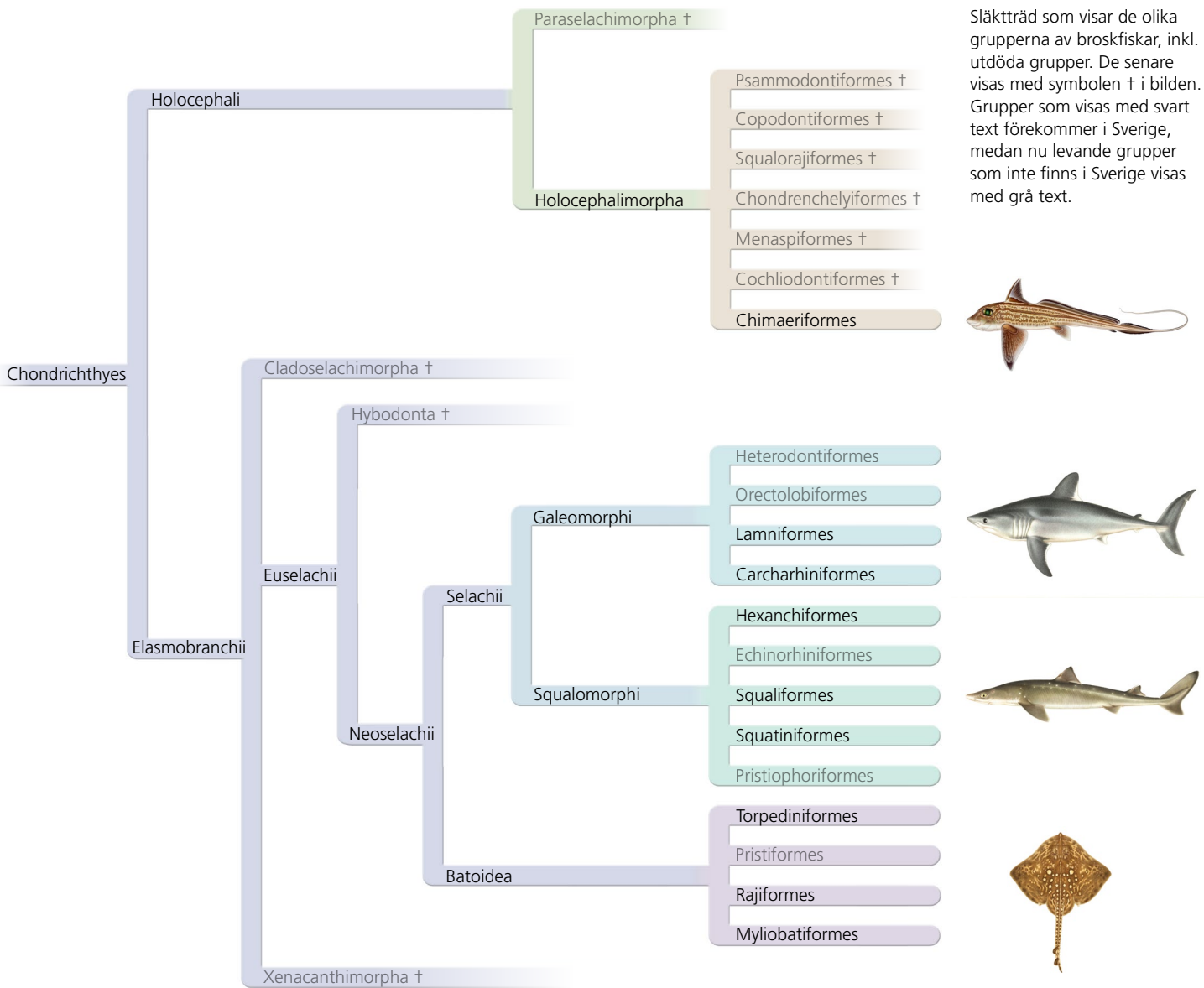


ILLUSTRATION: LINDA NYMAN (HABITUS)
ERIK NASIBOV (SKELETT, INRE ORGAN)

KLASS UNDERKLASS INFRAKLASS AVDELNING UNDERAVD. ÖVERORDNING ORDNING

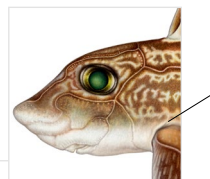


Släkträd som visar de olika grupperna av broskfiskar, inkl. utdöda grupper. De senare visas med symbolen † i bilden. Grupper som visas med svart text förekommer i Sverige, medan nu levande grupper som inte finns i Sverige visas med grå text.



Bestämningsnyckel till broskfiskar

- 1. Huvud med en yttre gälöppning på vardera sidan (underklass Holocephali – helhuvudfiskar). En art i svenska vatten..... ***Chimaera monstrosa* havsmus**
- Huvud med fem eller sex fria gälspringor på vardera sidan eller parigt på undersidan (underklass Elasmobranchii – hajartade fiskar). 28 arter i svenska vatten **Avdelning Neoselachii hajar och rockor**



Key to cartilaginous fishes

- 1. Head with a single pair of external lateral gill openings (subclass Holocephali – Chimaeras). One species in Swedish waters..... ***Chimaera monstrosa* Rattail**
- Head with five or six gill slits on each side or with five or six pairs on ventral side (subclass Elasmobranchii). 28 species in Swedish waters **Division Neoselachii Sharks and Rays**