



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



*The European Commission support for the production of this publication does not constitute endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein*

# Líffærafræði fiska

Klemenz Sæmundsson  
Bsci. Næringarfræðingur  
Msci. Matvælafræðingur

# Þróun fiska

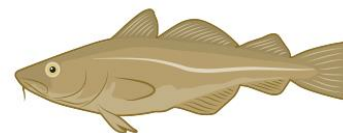
- Enn er ekki alveg ljóst hvenær fiskar komu fram í þróunarsögunni en líklegt er að það hafi verið á kambríumtímanum
- Fiskar virðast ekki hafa verið fjölmennur hópur dýra til að byrja með og því skilið eftir sig fáa steingervinga
- Þetta breyttist þó með tímanum og fiskar urðu ríkjandi dýrategund í hafinu og þróuðust meðal annars yfir í landdýr eins og froskdýr, skriðdýr og spendýr
- Fiskar voru fyrstu hryggdýrin

# Þróun fiska

- Myndun hreyfanlegs kjálka virðist hafa ráðið úrslitum um útbreiðslu fiska þar sem kjálkalausir fiskar hafa skilið eftir sig fáa afkomendur
- Steinsugur kunna að vera fulltrúi þessara kjálkalaus fiska
- Steingerðir brynháfar eru fyrstu dæmin um kjálka hjá fiskum en þeir eru frá því seint á silúrtímabilinu fyrir rúmum 400 milljón árum
- Ekki er ljóst hvort aðalkosturinn við hreyfanlegan kjálka sé aukinn bitkraftur, betri öndunarhæfileikar eða blanda af hvoru tveggja
- Fiskar eru annar fjölbreyttasti hópur dýra talið í fjölda tegunda
  - Aðeins liöðyr telja fleiri tegundir, að hluta vegna fjölda tegunda skordýra

# Fiskar:

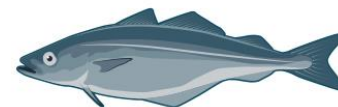
- **Fiskar** eru hryggdýr sem dvelja í vatni og anda með tálknum. Flestir fiskar eru með kalt blóð en sumar tegundir háffiska og túnfiska eru með heitt blóð
- Af fiskum finnast yfir 29 þúsund tegundir, svo þeir eru fjölbreyttasti hópur hryggdýra
- Algengt er að skipta fiskum í vankjalka (*Agnatha*, t.d. steinsúgur), brjóskfiska (*Chondrichthyes* - háffiskar og skötur) og beinfiska (*Osteichthyes*)
- Flokkunarfræðilega eru helstu hópar fiska af samhliða þróunarlinum og innbyrðis tengsl milli tegunda eru mjög umdeild



ÞORSKUR  
*Gadus Morhua*



ÝSA  
*Melanogrammus Aeglefinus*



UFSI  
*Pellachius Virens*



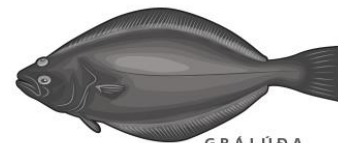
LAX  
*Salmo Salar*



KEILA  
*Brosme Brosme*



KARFI  
*Sebastes Virgatus*



GRÁLÚÐA  
*Reinhardtius Hippoglossoides*



LANGA  
*Melva Melva*



HUMAR  
*Nephrops Norvegicus*



RÆKJA  
*Pandalus Borealis*

# Líkamsgerð fiska

- Líkamsgerð fiska er að stórum hluta aðlögun að eiginleikum vatnsins, sem er mun þéttara en loft, inniheldur tiltölulega lítið af uppleystu súrefni og dregur í sig meira ljós en loftið gerir
- Fiskar eru flestir með ugga og hreistur í roðinu
- Fiskar eru margir auk þess með sundmaga sem heldur þeim réttum og gerir þeim kleift að fljóta upp og niður í vatninu án þess að þurfa að synda til þess

# Lögun fiska

- Nær allir fiskar hafa straumlínulagaðan líkama sem skiptist í haus, skrokk og sporð (stýrtlu og sporðblöðku) þótt skiptingin sé ekki alltaf sýnileg
- Hausinn nær frá trjónunni, sem er fyrir framan augun að fremsta hluta efri kjálkans, að aftari hluta tálknoksins sem ver tálknin, yfir kinnina sem nær frá auganu að tálknoksbeininu
- Neðri kjálkinn afmarkar kverkina
- Önnur líffæri geta verið á hausnum, eins og skeggþræðir sem stundum líkjast veiðihárum
- Margar tegundir fiska eru með fjölbreytta sprota eða gadda á hausnum. Nasaholur fiska tengjast ekki munnholinu heldur eru misdjúpar skálar

# Uggar fiska

- Eitt af því sem helst einkennir fiska eru uggar sem fiskurinn notar við sund
- Lögun og samsetning ugga er mjög breytileg eftir fiskum og á sumum hafa einstaka uggar þróast í eitthvað allt annað, til dæmis lýsandi agn á höfðinu á kjaftagelgjum og sogskál á kviðnum hjá hrognkelsum
- Helstu uggar fiska eru bakuggar, sem geta verið allt að þrjú talsins, sporðblaðkan sem kemur aftur úr styrtlunni og flestir fiskar nota til að knýja sig áfram, gotraufaruggi sem er staðsettur aftan við gotraufina, eyruggar sem venjulega eru rétt aftan við tálknlokið og kviðuggar sem venjulega eru fyrir neðan eyruggana
- Margir fiskar hafa auk þess fituugga, veiðiugga, rétt aftan við bakuggana.

# Roð fiska

- Skinnið á fiskum er kallað roð
  - Á flestum fiskum er roðið hreistrað en mismikið eftir tegundum
  - Gerðir hreisturs skiptast í skráptennur sem einkenna skötur og háfiska, tígullaga hreistur sem einkennir meðal annars geddur, disklaga hreistur sem einkennir meðal annars síld og silung, og kamblaga hreistur sem einkennir t.d. Karfa
  - Hreistrið hefur þróast út frá brynvörn fornfiska eins og brynháfa
  - Hægt er að lesa aldur fisksins í árhringjum á disklaga og kamblaga hreistri
- Hliðarrákin sem liggur langsum eftir líkama fisksins er skynfæri sem skynjar hreyfingu og titring í vatninu



# Búsvæði fiska

- Fiskar eru stundum flokkaðir eftir þeim stað í vatni sem þeir halda sig mest
  - Þetta atriði hefur mikil áhrif á bæði útlit, veiðiaðferð og fæðuval fiska:
    - Uppsjávarfiskar eru feitir fiskar sem lifa margir í torfum, eins og til dæmis síld og loðna, og nærast á svifi
    - Botnfiskar lifa á sjávarbotninum, einir eða í litlum hópum
      - Sumir botnfiskar marka sér yfirráðasvæði á botninum sem þeir verja fyrir öðrum fiskum og eru gjarnan ránfiskar
        - Dæmi um botnfiska eru keila og þorskur
    - Djúpsjávarfiskar lifa á miklu dýpi þar sem nánast ekker ljós er og þrýstingur vatnsins er mikill
      - Djúpsjávarfiskar eru gjarnan með ljósfæri sem lýsa með lífljómun
    - Miðsjávarfiskar eru fiskar sem færa sig á milli botns og uppsjávar, til dæmis eftir tíma dagsins.

# Búsvæði fiska

- Fiska að finna alls staðar í hafinu
  - Tegundir sérhæfa sig fyrir mismunandi búsvæði og fæðu
    - Sumar tegundir vilja halda sig nálægt yfirborði sjávar og skiptir þá litlu máli hvar botninn er
      - Uppsjávarfiskar
        - Silfraðir á lit (sjást illa)
        - Aðalfæa lítilla uppsjávarfiska er svifdýr
        - Stærri tegundir éta þær minni



# Búsvæði fiska

- Miðsævis- og djúpsjávarfiskar lifa neðar en uppsjávarfiskar
  - eru ekki heldur háðir botninum
  - eru oft með ljósferi
  - Miðsvæðisfiskar
    - Stór augu
  - Djúpsjávarfiskar
    - Lítil augu
- Halda sig langt frá landi og sjást sjaldan við venjulegar fiskveiðar



# Fæðuval fiska

- Uppsjávarfiskar eins og sardínur lifa venjulega á svifi sem þeir sía úr sjónum með hjálp tálknatinda
- Nokkur stór sjávardýr hafa sama fæðuval eins og skíðishvalir og vissar tegundir háfiska, en flestir hinna stærri uppsjávarfiska eru kjötætur sem éta aðra fiska, smokka og krabbadýr
- Þótt flestir botnfiskar séu ránfiskar þá eru sumir þeirra jurtætur eða grotætur sem lifa á leifum annarra dýra sem finnast á botninum
- Sumir lifa í samlífi með öðrum sjávardýrum, venjulega stærri ránfiskum, og nærast á matarleifum eða sníkjudýrum á roði hýsilsins
- Sumir djúpsjávarfiskar, og eins sumir strandfiskar, nota sprota út úr höfðinu sem agn til að veiða bráð sína
- Þessar tegundir eru með gríðarmikinn skolt til að grípa bráðina þegar hún kemur nógu nálægt.

# Taugakerfi fiska

- Fiskar eru með háþróað taugakerfi sem er miðstýrt af heila
  - Heilinn skiptist í nokkra hluta
    - Fremsti hlutinn ræður þefskyni fisksins
    - Ólíkt flestum hryggdýrum vinnur stórheili fiska fyrst og fremst með þefskyn þeirra en ber ekki ábyrgð á öllum sjálfráðum hreyfingum
    - Sjónblöðin vinna úr upplýsingum frá augunum meðan mænukylfan stjórnar innnyflunum

# Taugakerfi fiska

- Flestir fiskar eru með háþróuð skynfæri
- Nær allir dagfiskar hafa góða augu með litasjón sem er að minnsta kosti jafngóð og manna
- Margir fiskar hafa auk þess sérhæfða efnanema sem gefa þeim öflugt þef- og bragðskyn
- Fiskar skynja bragð á mörgum stöðum líkamans
- Þeir eru með eyru inni í höfðinu en heyra ekki vel með þeim
- Aftur á móti hafa fiskar hliðarrák sem gerir þeim kleift að nema vatnsstraum og titring og skynja þannig hreyfingu annarra dýra í vatninu
- Sumir fiskar, eins flestir brjóskfiskar og leirgeddur til dæmis, hafa skynfæri sem skynja veikan rafstraum
- Aðrir, eins og hrökkáll, geta framleitt eigið rafmagn
- Fiskar hafa kvarnir inn í höfðinu sem hjálpa til við stöðuskyn.

# Skynfæri fiska

- Skynfæri
  - Gott bragð og lyktarskyn
  - Heyra ágætlega
    - Með innri eyru
      - Kvarnir
        - Aðal jafnvægisskynfæri fiskanna
        - Aldursgreining á fiskum
  - Góð sjón
  - Rákin
    - Mikið af skynfrumum sem nema þrýstingsbreytingar
  - Brjóskfiskar með líffæri sem nefnist „ampullae of lorenzini“ sem skynjar rafsvið



# Öndunarkerfi fiska

- Flestir fiskar anda með tálknum sem eru fest við tálknbogagrindur úr brjóski eða beini sitt hvorum megin við kokið
- Tálknin eru gerð úr tálknblöðum sem hver inniheldur tálknblöðkur sem aftur innihalda net háræða
- Þetta gefur mikinn flöt fyrir skipti súrefnis og koltvísýrings
- Fiskar anda með því að draga súrefnisríkt vatn inn um munninn og dæla því gegnum tálknblöðin
- Blóðið í háræðunum rennur í öfuga átt við vatnið þannig að loftskiptin fara fram með gagnstreymi
  - Þeir þrýsta síðan súrefnissnauðu vatninu út um tálknopin
- Margir brjóskfiskar og flestir beinfiskar sjúga vatnið inn um munninn en til dæmis háfiskar verða að synda stöðugt til að halda gegnumstreymi vatns um tálknin
- Tálknopin eru hulin beinþynnum sem nefnast tálknlok.



# Öndunarkerfi fiska

- Líffæri fiska

- Fiskar anda allir með tálknum

- Hraðsyndir fiskar sem þurfa mikla orku eru með stór tálkn sem geta tekið upp mikið súrefni

- Margir fiskar nota tálknin til að sía fæðu úr sjónum

- Fiskar sem lifa á svifdýrum (síld, loðna)

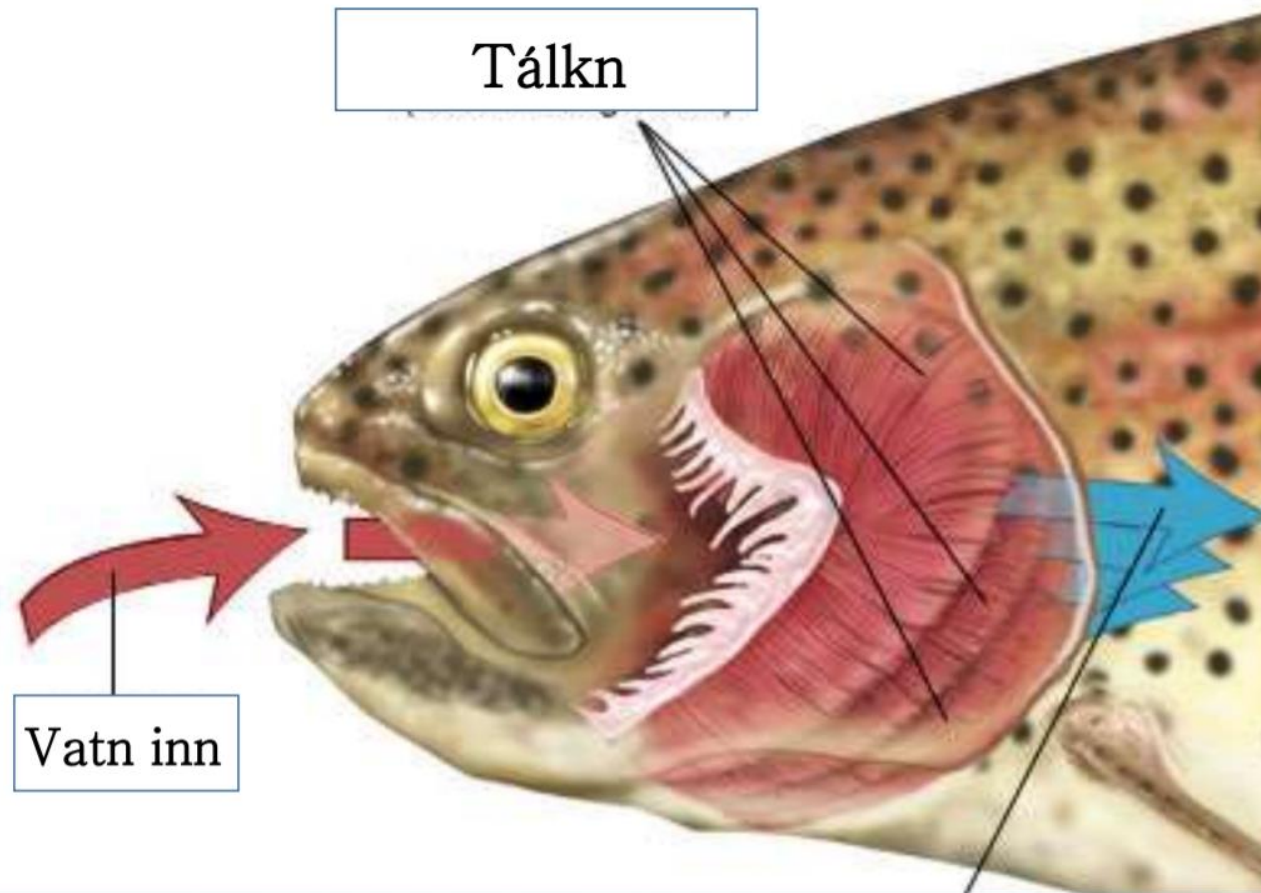
- Mjög þétt tálkn og tálknbogatinna

- Sjórinn fer í gegn en smásæ svifdýrin sitja eftir



# Tálkn

- Fiskar anda með tálknum
  - Súrefnisríkur sjór fer upp í munn fiskanna
  - Flæðir um tálknin
  - Fer út um tálknopin
- Í tálknunum er þétt æðanet og þar tekur blóðið upp súrefni og losar koltvíoxíð





**Heilbrigð tálkn** eru rauðar vegna þess að þau eru fyllt af súrefnisríku blóði. Þau taka súrefni úr vatninu með dreifingu og reka koldíoxíð út í vatnið. Hjá laxfiskum, sem og öðrum beinfiskum, eru fjórir tálkn-bogar hvoru megin við kokið. Að utan eru þeir varðir með tálknloki. Á hverjum tálknboga eru tvær samhliða raðir tálknblaða sem liggja hornrétt á tálknbogann. Á hverju tálknblaði eru síðan margar þunnar tálknblöðkur. Það er aðallega í tálknblöðkunum sem efnaskiptin milli blóðsins og umhverfisins fara fram. Þessi uppbygging tálknanna leiðir til mikils yfirborðsflatar á tiltölulega litlu svæði.

# Innri líffærafræði í laxi

Innri líffæri og virkni þeirra



Text and logo for Open Licence

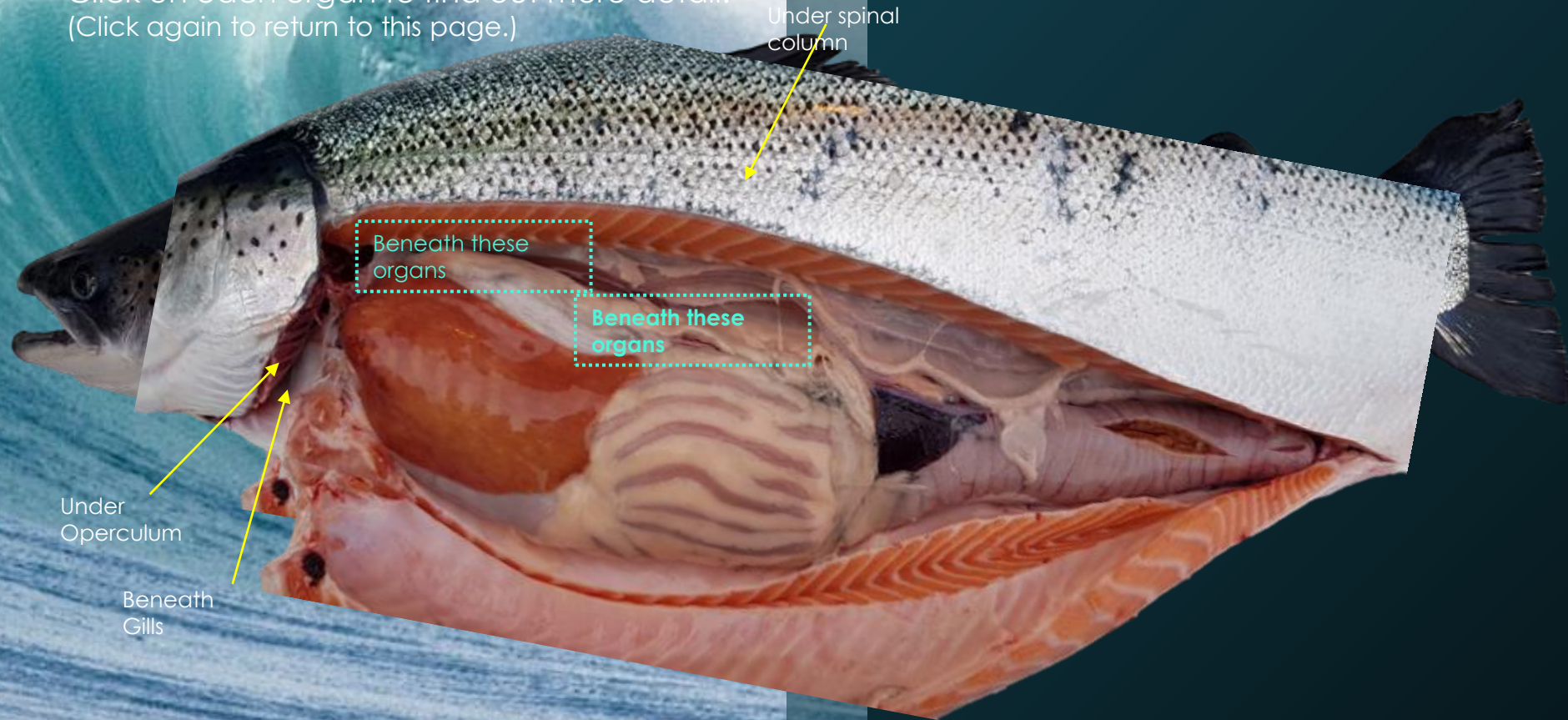
All images Copyright: Kare Romuld, Guri Kunna videragaende skole, Froya, Norway

Close the  
activity

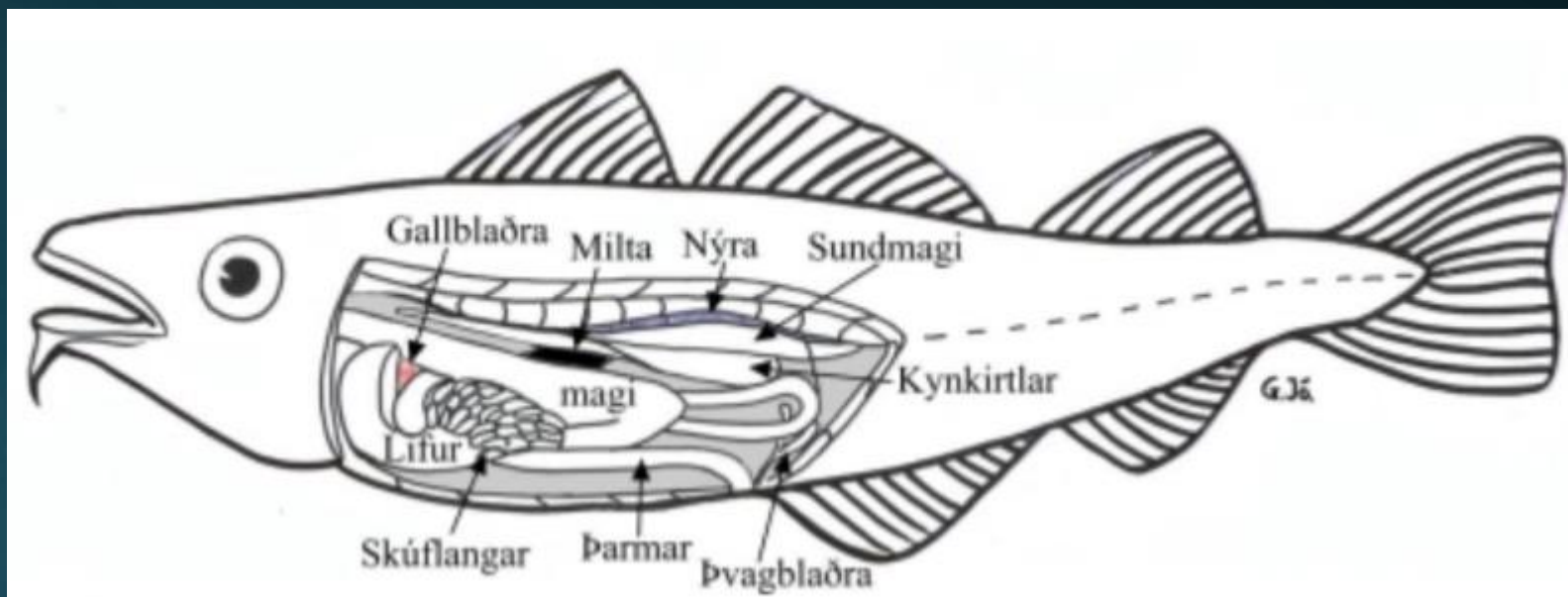
# Internal anatomy of the Salmon

Click on mouse over each organ to show its name.  
(10 organs are named. Yellow arrows/boxes indicate organs revealed with further dissection.)

Click on each organ to find out more detail.  
(Click again to return to this page.)



Close the activity



# Meltingarkerfi fiska

- Með tilkomu kjálka gátu fiskar farið að éta mun fjölbreyttari fæðu, þar með talið jurtir og aðrar lífverur
- Fiskar taka fæðuna inn í gegnum munninn og hún er færð niður í vélindanu
- Þegar hún kemur í magann er hún brotin niður frekar og, hjá mörgum fiskum, unnin áfram í fingurlaga pokum sem heita skúflangar
- Líffæri eins og bris og lifur framleiða ensím og ýmis efni til meltingarinnar meðan fæðan flyst eftir meltingarveginum
- Görnin lýkur síðan við úrvinnslu fæðunnar og upptöku næringarefna
- Brjóskfiskar og frumstæðir beinfiskar eru með spíralgörn þar sem fæðan er áfram unnin

# Meltingarkerfi fiska

- Líffæri fiska

- Leið fæðunnar

- Munnhol → vélinda → magi

- Magi Þorsks er með öflugum meltingarensímum og getur þanist mikið út þegar nóg er af fæðu

- Magi Ýsu er með veikari meltingarensímum en með mjög vöðvaríkan maga

- Mylur lítil skeldýr í maganum

- Steinbítar

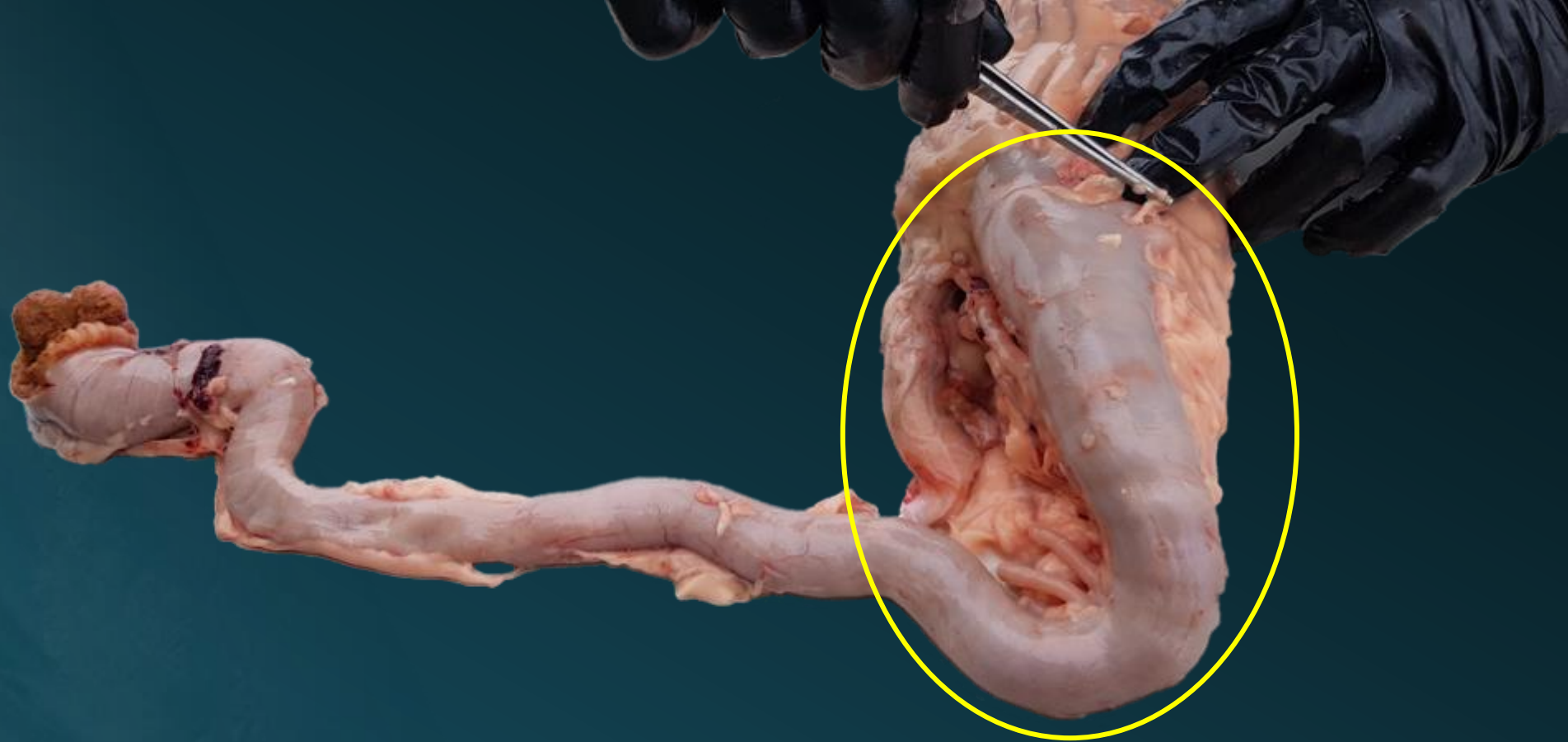
- Hafa mjög lítinn maga

- Borða skeldýr og skrápdýr

- Meltingin fer fram í öllum görnunum







Maginn er „U-laga“ Sac-eins meltingarfæri sem fær fæðuna frá vélindanu. Maginn inniheldur meltinar ensím og kirtla. Maginn hjá Laxfiskum er tiltölulega vöðvastæltur, það hjálpar honum að þjappað matinn til að auðvelda meltingu. Vöðvarnir geta einnig slakað á, svo að hægt sé að koma með meiri mat á meðan á mikilli fóðrun stendur. Sýrustig magans er 5. Þetta pH er krafist af próteini sem melta ensím (próteasa) eins og pepsín sem byrjar að brjóta niður prótein.

# Meltingarfæri

- Í maga þörmum og skúflöngum fer meltingin fram. Melting felst í því að brjóta niður fæðuna sem í meltingarveginn kemur, og flokka hana í agnir, sem eru annaðhvort sogaðar upp í blóðið eða losaðar út sem úrgangur. Það eru Pyloric Caeca gerhvatar (ensím) sem sjá um niðurbrot fæðunnar.
- Virkni þess er ekki að fullu skilin, en vitað er að það skilur út ensím sem hjálpa til við meltingu, geta virkað til að gleypa meltan mat eða gera bæði.



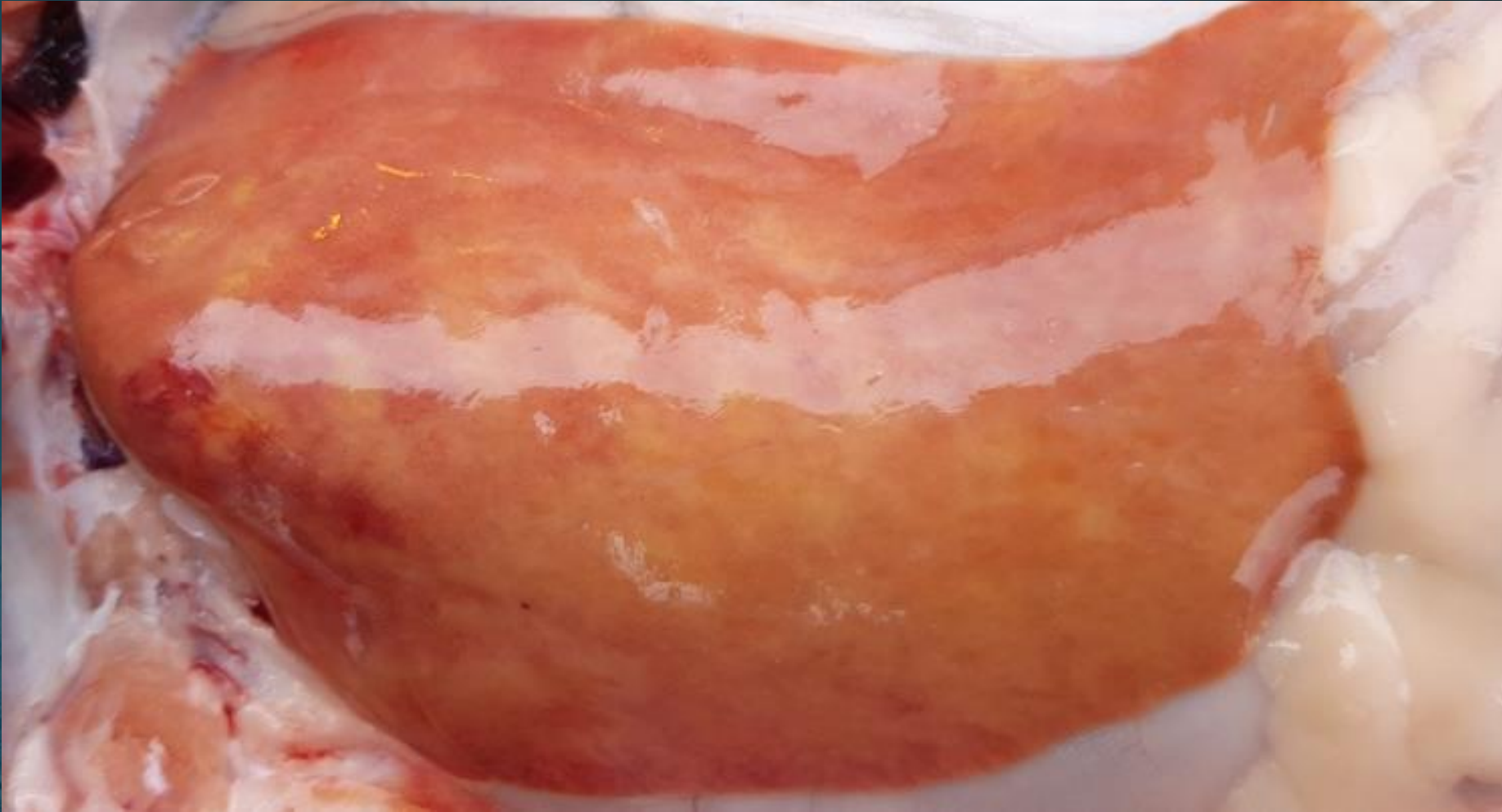
**Meltingarfæri** Í maga, þörmum og skúflöngum þar fer meltingin fram. Melting felst í því að brjóta niður fæðuna sem í meltingarveginn kemur, og flokka hana í agnir, sem eru annaðhvort sogaðar upp í blóðið eða losaðar út sem úrgangur. Það eru gerhvatar (ensím) sem sjá um niðurbrot fæðunnar.

Þarmurinn nær frá pyloric caeca til endaparmsop sem er tiltölulega stutt miðað við spendýr og grasbítfiska. Sem kjötætur er náttúrulegt mataræði laxfiska mikið prótein og lífið í kolvetni. Þess vegna er meltingin mest í maganum.



**Hlutverk Pyloric Caeca** er ekki að fullu skilið. Líffæri sem er staðsett á milli maga og þarma. Talið er að hún skilji að meltingarensím og þar fari næringarefnisupptaka fram. Vitað er að þau brjóta niður ensím sem hjálpa til við meltingu og taka upp melta fæðu úr maga.

**Lifrin** er stærsta líffæri fisksins og er hluti af meltingafærunum.



# Meltingarkerfi fiska

- Líffæri fiska

- Lifrin

- Fjölnotalíffæri

- Brýtur niður ýmis efni en býr önnur til
      - Virkar sem forðabúr fyrir marga þorskfiska
      - Aðrar tegundir safna fitu á milli vöðvalaga

- Lax, makrill, síld

- Kallaðir feitir fiskar

- Eru ekkert endilega með meiri fitu en aðrir fiskar, fitan er bara dreifð um allan líkamann



# Lifrin

Hlutverk lifrarinnar er mjög margþætt

- **Lifrin** er stærsta líffæri fisksins og er hluti af meltingaferunum.
- Lifrin er nauðsynlegt til að viðhalda efna- og syurmagni í blóði (alveg eins og hjá spendýrum).
- Lifur framleiðir gall sem lifrin geymdir í gallblöðru og sleppir síðan vegna niðurbrots fitu.
- Lifur og gallblaðra. Hlutverk lifrarinnar er mjög margþætt. Hún myndar t.d. gall, safnar í sig fitu og sykrum, brýtur niður mörg efni og byggir önnur upp.
- Gallið er geymt í gallblöðrunni og þegar fæða kemur í meltinga veginn losnar gallið. Gallið tekur einkum þátt í að sundra fitu upp í litlar fitukúlur.
- Að lokum, lifrin er hreinsandi líffæri. Það fjarlægir efnaskiptaúrgang úr blóði og hjálpar til við endurvinnslu gamla blóðkorna.

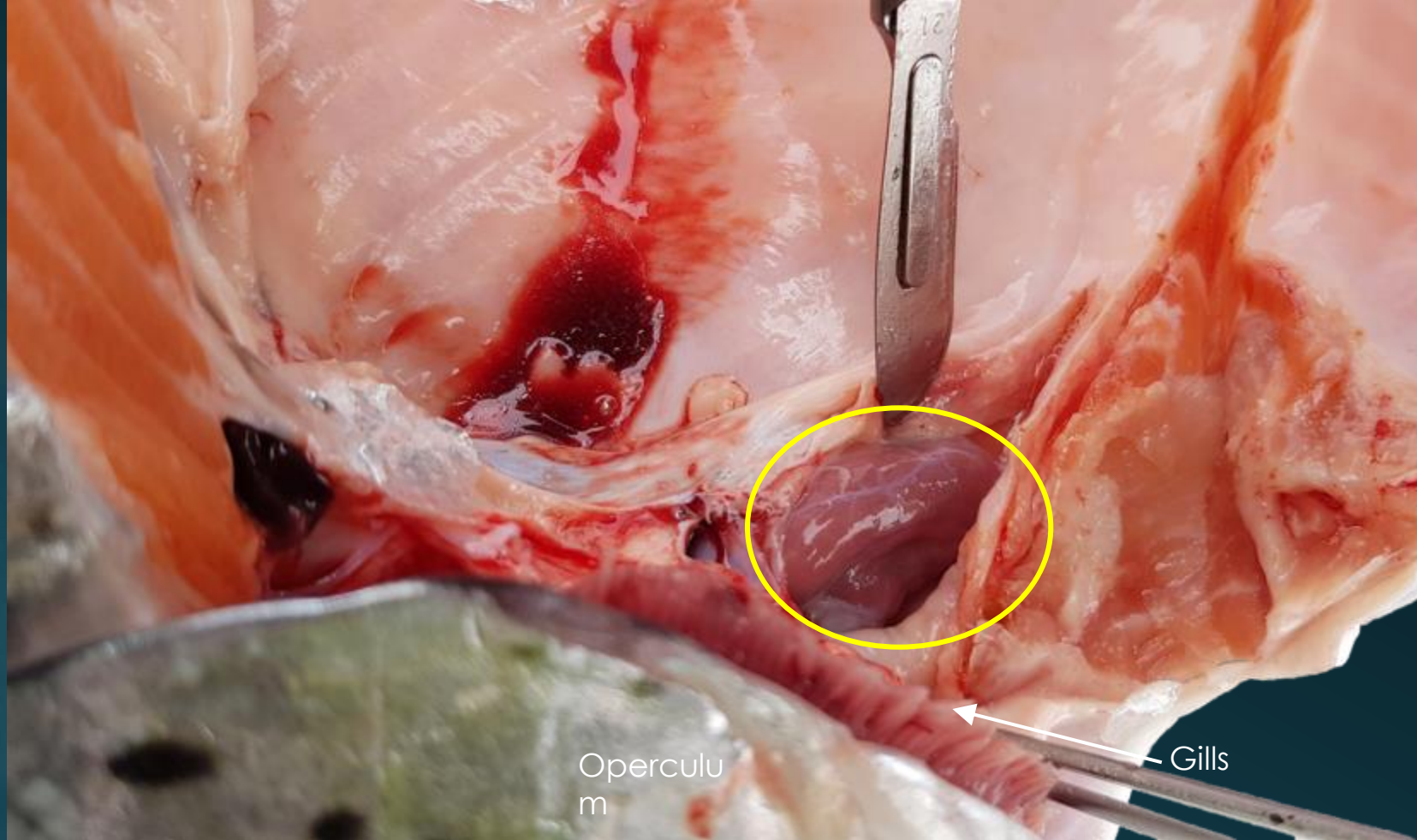
# Blóðrásarkerfi fiska

- Líffæri fiska

- Hjartað

- Fiskar eru með lokað blóðrásarkerfi með hjarta sem dælir blóðinu í hringrás um líkamann
    - Blóðið fer frá hjartanu í tálknin, þaðan um allan líkamann og aftur að hjartanu
    - Í flestum fiskum er hjartað
      - fjórskipt: bláæðastokkur, forhólf, slegill og slagæðarkúla
      - Þrátt fyrir að hafa fjóra hluta er hjarta fiska aðeins með tveimur hólfum
        - Bláæðastokkurinn er þunnur belgur þar sem blóðið safnast úr æðum fisksins áður en það flæðir yfir í forhólfið sem er stórt vöðvahólf
        - Forhólfið virkar eins og ventill sem hleypir blóðinu yfir í slegilinn sem er þykkt vöðvahólf sem sér um sjálfa dælinguna
        - Hann dælir blóðinu út um slagæðarkúluna sem tengist við meginslagæðina þaðan sem það rennur út í tálknin.





**Hjartað** í hryggdýrum, sem anda með tálknum (fiskar og seiði froskdýra) **hafa tvö hjartahólf.** **Hjartað er tengt við tálknin** með göngum. Þegar blóðinu hefur verið dælt til tálknanna til að taka upp súrefni fer það um restina af líkamanum.

Blóðið fer um baklægu meginslagæðina (dorsal aorta) og þaðan til beinagrindarvöðva eða innri líffæra. Þaðan fer það síðan um nýrna- eða lifrarportæðina og frá þeim aftur til hjartans. Í baklægu slag-æðinni er blóðþrýstingurinn tiltölulega lágur vegna þrýstingsfallsins sem verður í tálknunum.



Þetta er ekki eins og spendýrum, þar sem blóðið fer aftur í hjartað áður en það er dælt um líkamann innan „tvöfalda blóðrásarkerfis“.

**Hjartavöðvafrumur** í fiskum eru dæmigerðar hrygg-dýrshjartavöðvafrumur, en þó nokkuð minni en hjá spendýrum. Þær hafa samdráttahæfileika, hægt er að örva þær með ytra áreiti og þær geta leitt rafboð. Hjarta laxfiska og annarra beinfiska má skipta í fjögur hólf sem liggja í einni röð, en þó ekki í beinni línu. Aftast liggur bláæðagúlpur (sin-us venosus) sem tekur við súrefnissnauðu blóði frá líkamanum. Það berst til hjartans eftir þremur aðalæðum, lifrabláæð og tveimur kviðlægum meginbláæðum (duct-us cuvieri). Frá bláæðagúlpnum fer blóðið í gáttina (atrium). Gáttin er tiltölulega stór en veggirnir eru þunnir og klæddir með mjúku þekjufrumulagi. Úr gáttinni fer blóðið niður í hvolfið en veggir þess eru þykkir og svipar mjög til spendýrshjarta. Slagæðakúla (bulbus arteriosus) tekur við blóðinu frá hvolfinu. Hún er gerð úr þykkum teygjanlegum bandvef en þar eru engar hjartavöðvafrumur.

# Blóðrásarkerfi fiska

- Líffæri fiska

- Nýru

- Hreinsa blóðið

- Dökkrauð, aflöng og liggja þétt við hryggsúluna

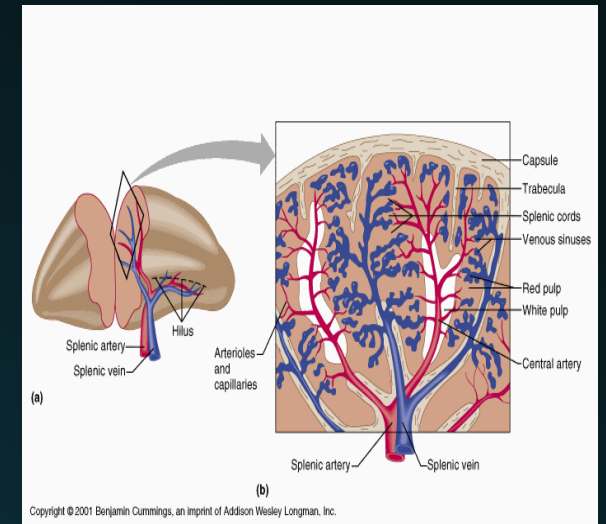
- Milta

- Framleiðir og eyðir blóðkornum

- Mikilvægur hluti ónæmiskerfisins

- Gallblaðra

- Mikilvægt fyrir meltinguna





**Lax hefur tvö nýru sem eru saman** þau eru staðsettir undir mænunni, þau hafa runnið saman í eina blóðrönd sem liggur undir hryggnum í kviðarholinu. Fremra nýrað framleiðir rauð blóðkorn og aftan nýrun hreinsar blóðið. Þau eru samsett úr fjölda nýrunga en þeir samanstanda af nýrnahylki, nýrnapiplu og safnrás. Safnrásin opnast út í þvagleiðara og þvagleiðarinn liggur niður í þvagblöðru sem tæmist eftir þvagrás við gotraufina.

# Nýru fiska

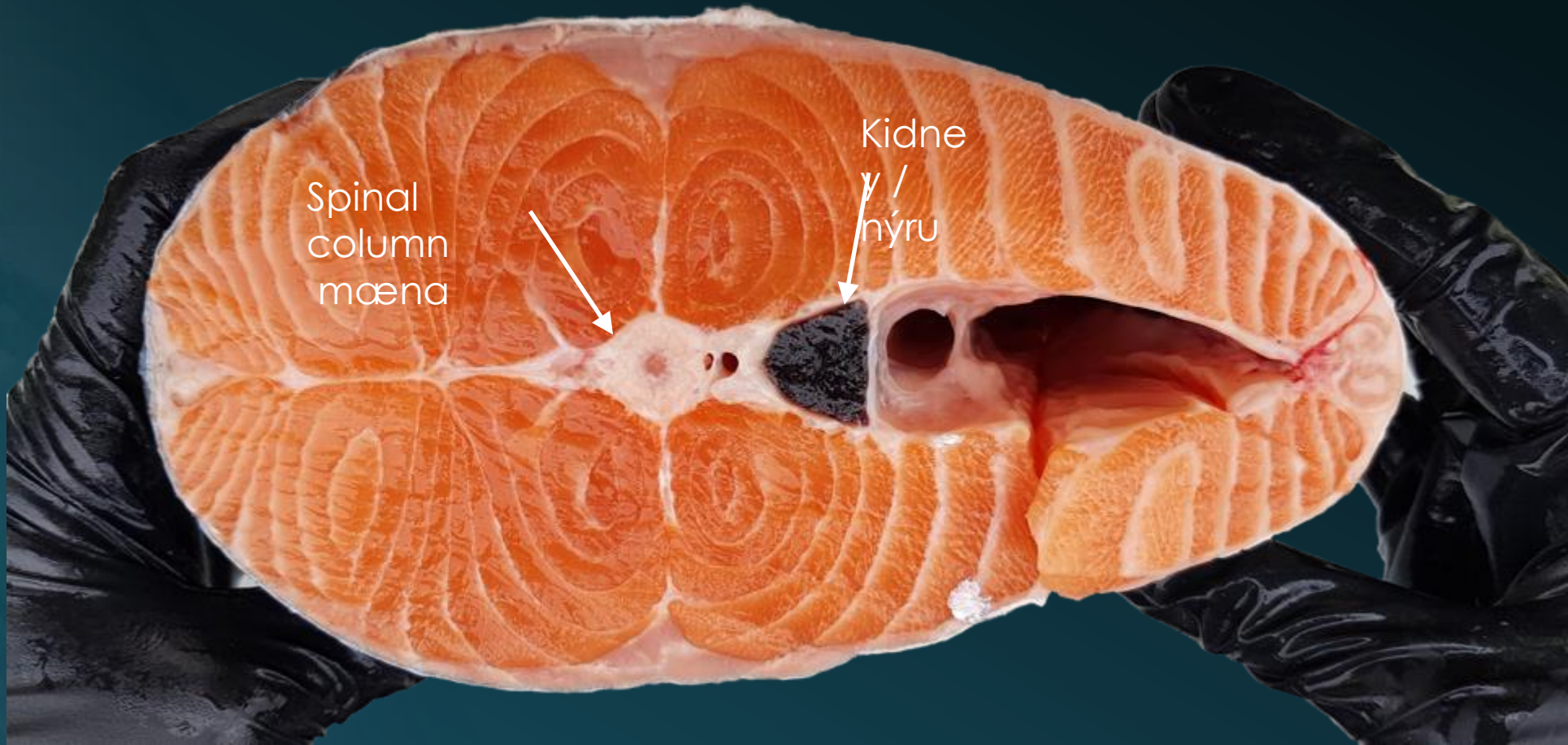
Nýrun í fiskinum eru mjó og löng og dökkrauð að lit og kallast oft blóðrönd (blóðdálkur). Þau liggja meðfram endilöngum hryggnum aftur frá haus til enda bolsins.

Frá þeim liggur þvagpípa oft með þvagblöðru sem opnast í eða við gotraufina.

Nýrun sjá um að sía salt/vatn úr blóði, skilja út þvagefni og önnur úrgangsefni og einnig að framleiða og geyma blóðkorn og skilja út dauð blóðkorn.

Í nýranu er mikið af gerhvötum (ensímstarfsemi) og skemma þau fljótt út frá sér nærliggjandi hold.

Til að auka geymslupól á ferskum og frystum fiski er blóðröndin oft fjarlægð.



Spinal  
column  
mæna

Kidne  
/ /  
nýru



**Miltað** er geymsla fyrir blóð og er rauðbrúnt líffæri milli maga og þarma. Hlutverk miltans er að eyða gömlum rauðum blóðkornum og mynda ný hvít blóðkorn. Eftir slægingu er miltað oft eftir fast uppundir sundmaga. Miltað litar og skemmir fljótt út frá sér ef það er ekki fjarlæggt.

# Þveitikerfi fiska

- Líkt og mörg vatnadýr þveita fiskar niturúrgangi sínum í formi ammóníaks
- Hluti úrgangsins fer út í vatnið um tálknin
- Annar hluti fer um nýrun, líffæri sem sía úrgang úr blóðinu
- Nýrun hjálpa fiskum við að halda magni ammóníaks í líkamanum stöðugu
- Sjávarfiskar hafa tilhneigingu til að missa vatn með himnuflæði
- Hjá sjávarfiskum safna nýrun úrgangsefnum og skila eins miklu vatni og hægt er aftur til líkamans
- Hið gagnstæða gerist hjá vatnafiskum sem taka stöðugt upp vatn
- Nýru ferskvatnsfiska eru sérhönnuð til að dæla út miklu magni útpynnts þvags

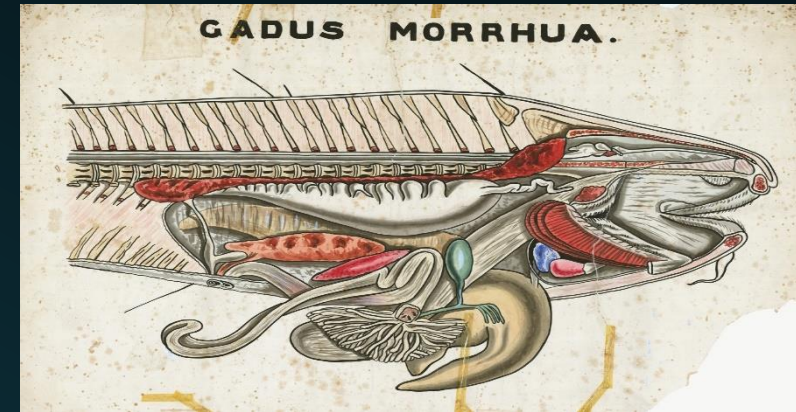


# Þveitikerfi fiska

- Sumir fiskar hafa sérhæfð nýru sem geta breytt um aðferð og gera þeim kleift að lifa bæði í söltu og fersku vatni
- Brjóskfiskar halda efnajafnvæginu við með því að halda eftir miklu magni af þvagefnum
- Þessi efni gera það að verkum að kjöt þessara fiska er eitrað ef það er ekki verkað sérstaklega (með kaesingu)

# Hlutverk sundmaga í fiskum

- Líffæri fiska
  - Sundmagi
    - Sparar orku
      - Stillir eðlisþyngd sína svo hún sé jöfn sjónum í kring
        - Mismikið magn í sundmaganum fer eftir dýpi
          - Ókostur Takmarkar hve hratt fiskurinn getur breytt um dýpi
  - Flatfiskar, Uppsjávarfiskar (makrill, túnfiskur) og Brjósksfiskar
    - Hafa ekki sundmaga
      - Spara orku með að liggja á botninum (Flatfiskar)
      - Þurfa að komast hratt milli dýptarsvæða til að ná í fæðu og forðast afrán (Uppsjávarfiskar)
      - Með stóra og fituríka lifur (Brjósksfiskar)
        - Fitan eðlisléttari en sjórinn og virkar svipað og loftið í sundmaga beinfiska





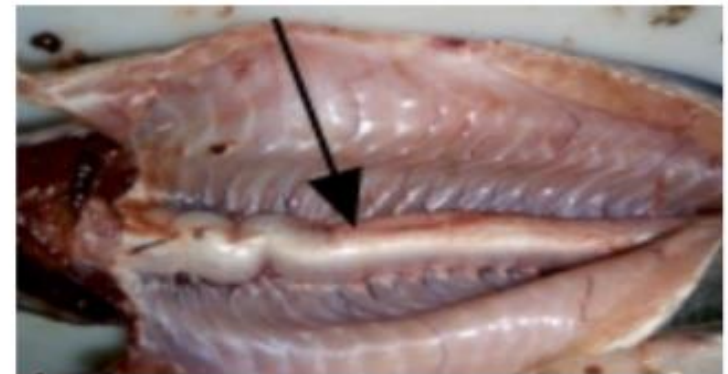
## Sundmaga

hafa flestir fiskar að undanteknum brjóskfiskum, flestum flatfiskum og nokkrum makríl tegundum.

Sundmaginn er loftfyllt blaðra með mismundi miklu lofti eftir dýpt, sundmaginn er undir hryggnum, fyrir neðan nýrun.

Hann þjónar jafnvægislutverki og með honum stjórnar fiskurinn á hvaða dýpi hann heldur sig í vatninu. Maginn (pokinn) sem inniheldur mismikið af lofti.

Hann dregst saman þegar fiskarnir fara niður en þenst út þegar þeir fara upp.



*Útþaninn sundmagi í ufsa.*

# Hvíld fiska

- Fiskar sofa ekki heldur skipta milli vökuástands og hvíldarástands
- Þegar fiskur er í hvíld virðist hann fullkomlega hreyfingarlaus þrátt fyrir að hann hreyfi sig í raun mjög hægt til að halda jafnvægi í vatninu
- Fiskar eru ekki með augnlök þannig að augu þeirra eru alltaf opin
- Sumar tegundir færa sig niður á botn vatnsins eða árinna og aðrar fela sig í holum til að verjast rándýrum

# Æxlun fiska

- Flestir fiskar æxlast með kynæxlun og eru eggbaerir þar sem egginn (hrogninn) frjóvgast utan líkama móðurinnar og foreldrarinnar annast seiðin yfirleitt ekki
- Hjá þeim tegundum sem lifa í torfum gjóta hrygnurnar í vatnið þar sem torfan heldur sig og hængarnir sleppa sæðinu á sama tíma
- Hjá nokkrum uppsjávarfiskum fljóta hrogninn um við yfirborðið og geta orðið fæða svifdýra og sunddýra;
  - af þessum sökum þarf hrygnan að hrygna miklum fjölda hrogna
- Hjá öðrum tegundum sökkva hrogninn niður á botn eða er hrygnt við botninn þar sem frjóvgun á sér stað
- Í þeim tilvikum er ekki þörf á jafnmiklum fjölda hrogna.



Kynkirtlar þegar fiskar hafa náð ákveðnum þroska fara kynfæri þeirra að stækka. Hjá hrygnunum eru það eggín í eggjastokkunum (hrognasekkir) og hjá hængunum eru það sæðisagnirnar („mjólkin“) í sæðiskirtlunum (svil). Það ber lítið á eggjastokkum og sæðiskirtlum framan af, en um hrygningartímann geta þau fyllt kviðarholið. Hrognafylling hrygnunnar er oftast á milli 10-20% en getur farið upp í 30% af þyngd loðnu. Hlutfall svilja í hængum er mun lægra.

# Æxlun brjóskfiska

- Kynkyrtlar
  - Hluti af innyflum
  - Hafa fá en stór egg
    - Fóstrin þroskuð
    - Egginn klekjast inn í þeim og þær gjóta ungum
  - Áhersla á gæði ekki magn



# Æxlun beinfiska

- Beinfiskar

- Eignast milljónir afkæma í einu
  - Eggjum og sæðisfrumum er dælt í gríðarlegu magni út í sjó
- Kynkirtlar hrygnanna
  - Hrogn
- Kynkyrtlar hænganna
  - Svil





# Æxlun

- Beinfiskar

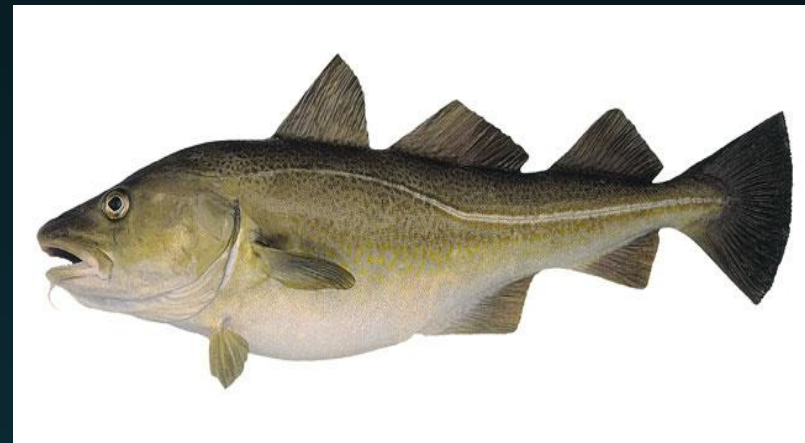


- Atferli og hegðun til þess gerð að hámarka líkurnar á því að afkvæmin lifi af
  - Langflestar tegundir fiska hrygna á ákveðnum tímum og ákveðnum stöðum
  - Á sama tíma á hverju ári halda fiskar af hverri tegund í göngur frá fæðuslóðunum til hrygningaslóðanna
  - Öflugir fiskar (túnfiskar) geta synt yfir heimshöfin
  - Aðrir fara bara örfáa km
  - Loðna og lax leggja allt í þetta og deyja eftir hrygningu

# Æxlun

- Beinfiskar

- Það er ástæða fyrir því hversvegna ákveðnar hrygningarstöðvar eru valdar
  - Hentugur sjávarhiti
  - Straumar frá fæðuslóðunum bera seiðin yfir á hentug svæði
  - Þar kom foreldrið sjálft undir☺
    - Það lifði jú sjálft af góðum staðum til að hrygna á
  - Lax gott dæmi um það og reyndar flestir aðrir fiskar líka
- Flestir fiskar hrygna að vori
  - Frumframleiðslan mest og best og því nóg af æti



# Hvað ákvarðar stærð fiska

- Aldur og vöxtur fiska

- Fiskar vaxa alla æfi

- Ekki línulegur heldur vaxa þeir hraðast þegar þeir eru ungir en svo hægir á vexti

- Við kynþroska

- Umhverfisaðstæður

- Fæðumagn og hitastig



# Hvað ákvarðar stærð fiska



- Aldur og vöxtur fiska
  - Ýsa vex hraðar en Þorskur fram að 2 ára aldri en þá fer Þorskurinn fram úr
    - Ýsan verður kynþroska fyrr
    - Fæðuval gjörólíkt
      - Ýsan er f.o.f. botndýracæta
      - Þorskurinn étur krabbadýr og aðra fiska
        - Líklega næringarríkari fæða
    - Flestir af okkar nytjastofnum geta náð 15 til 25 ára aldri
      - Undantekning Karfi 50-100 ára og laxfiskar og loðna verða mjög skammlíf

# Vöðvakerfi fiska

- Flestir fiskar hreyfa sig með því að draga saman til skiptis vöðvapör sitt hvorum megin við hrygginn
- Þessir samdrættir mynda S-laga sveigjur sem færast aftur eftir skrokknum
- Þegar þær ná sporðinum verður til afturhnykkur sem, ásamt uggunum, færir fiskinn áfram
- Uggar fisksins virka eins og stýriskambur flugvélar
- Uggarnir auka einnig yfirborð halans og gefa aukinn kraft í hreyfinguna
- Straumlínulaga skrokkur fisksins dregur úr vatnsviðnámi þegar hann syndir áfram
- Þar sem líkamsvefurinn er þéttari en vatnið þarf fiskurinn að bæta upp muninn eða sökkva ella
- Þess vegna hafa flestir beinfiskar sundmaga sem stjórna floti þeirra.

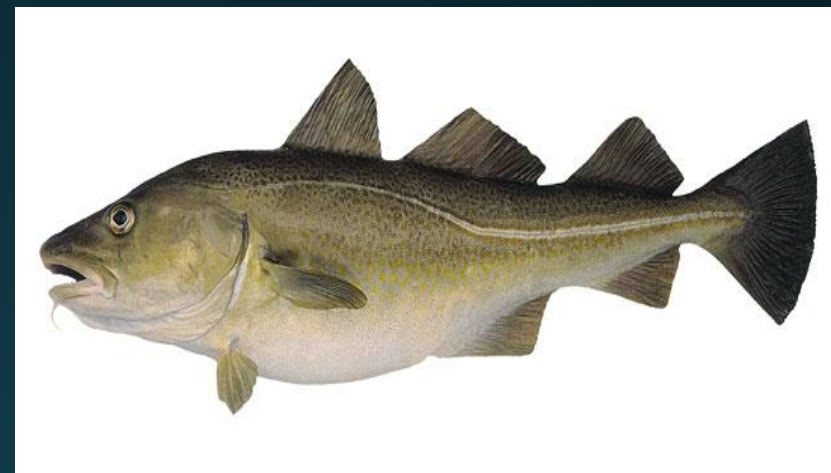
# Vöðvabygging fiska

- Löggun og líkamsbygging fiska
  - Útlit fiska segir mikið til um lifnaðarhætti þeirra
    - Hraðsyndir fiskar (hákarlar, túnfiskar og makrill)
      - Straumlínulaga
        - Stífir og lítt hreyfanlegir til að lágmarka mótstöðu
          - Koma sér eingöngu áfram á sporðinum
            - Eru flestir uppsjávarfiskar
  - Botnfiskar
    - Fjölbreyttir að lögun til að geta falið sig
      - Flatfiskar (fela sig á flötum botni)
      - Slöngulaga (til að geta falið sig í gjótum eða smogið um botngróðurinn)
      - Aðrir líkjast steinum á botninum eða jafnvel gróðri til að fela sig



# Vöðvabygging fiska

- Löggun og líkamsbygging fiska
  - Vöðvamiklir og með áberandi liðskipta vöðva
    - Skiptast í rauða og hvíta vöðva
      - Rauðir vöðvar
        - Mýóglóbín
          - Geymir súrefni
          - Þolsund
      - Hvítir vöðvar
        - Sprettisund
    - Allir fiskar eru með báðar gerðir
    - Gallinn við rauðu vöðvana er að þeir eru miklu orkufrekari



# Hversvegna eru ekki allir fiskar eins?

- Lögun og líkamsbygging fiska
  - Litur fiska gengur út á það að gera þá illsjáanlega
    - Dökkir að ofan og ljósir að neðan
      - Sjást illa ofan frá þegar þá ber við dimmt djúpið
      - Sjást illa neðan frá þegar þá ber við bjart yfirborðið
    - Uppsjávarfiskar
      - Gjarnan silfurlitaðir til að sjást illa í glitrandi yfirborðssjónum
    - Botnfiskar
      - Brúnleitir til að renna betur saman við botninn
    - Flatfiskar
      - Geta breytt um lit m.t.t. Umhverfisins
    - Djúpsjávarfiskar
      - Oft svartir eða rauðir til að sjást illa í dimmu djúpinu
      - Margir með ljósfæri





# Brjóskfiskar

- Brjóskfiskar (Chondrichthyes)
  - Brjóskið er léttara og sveigjanlegra en bein, en ekki eins sterkt
  - Forn hópur dýra sem hafa lítið breyst á 100 mill. árum
- Hákettir (rottufiskar)
  - 6 tegundir við Ísland
  - Djúpsjávarfiskar sem lifa á botndýrum
    - Geirnyt (*Chimaera monstrosa*)
      - Sá eini sem veiðst hefur við Íslandsstrendur er ekki bundin við djúpsvæði



# Brjóskfiskar

- Brjóskfiskar (Chondrichthyes)

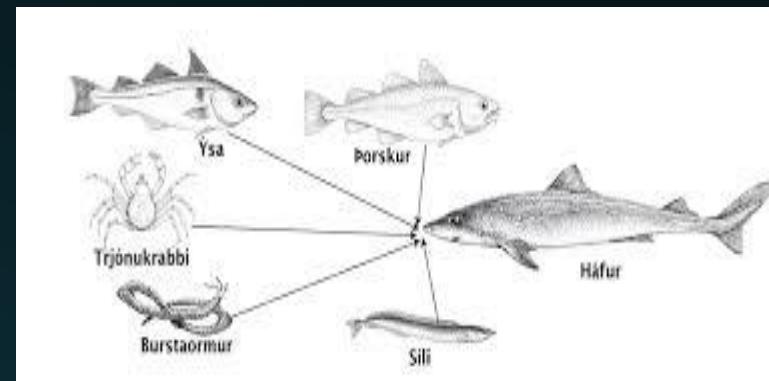
- Þvermunnar

- Háfar

- Borða í raun allt sem fyrir þeim verða
      - Fæða lifandi afkvæmi
      - Vex hægt
      - Geta orðið mjög gamlir

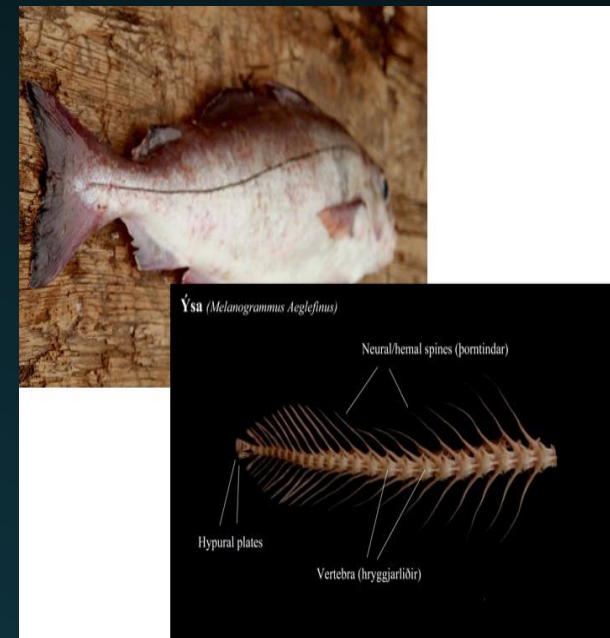
- Skötur

- Éta ýmsa bráð, s.s. Fiska eins og sandsíli, loðnu og smáa þorskfiska, einnig botnlæg krabbadýr og aðra hryggleysingja
      - Hrygnir á sumrin
      - Vinnsla
        - Geymd við stofuhita, þvagefnin brotna niður í blóðinu í sterklyktandi ammoníusambönd
          - Skaðlegar bakteríur sem valda úldnun geta ekki þrifist þar sem sýrustigið er of hátt



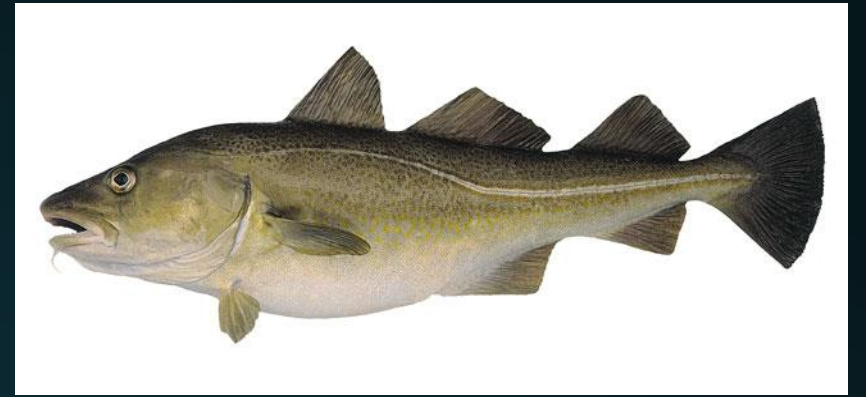
# Beinfiskar

- Beinfiskar
  - 95% fiska í heiminum
  - Nánast allir í undirflokki nýugga (teleostei)
  - Með innri stoðgrind úr beini
  - Velgegni að stórum hluta að þakka
    - Uggunum
      - Mjög léttir og hreyfanlegir
        - Flestir með sundmaga uggarnir því notaðir til fínhreyfinga og jafnvægis
      - Nútíma beinfiskar því mun liprari í hreyfingu en brjóskfiskar og frumstæðir beinfiskar
    - Kjaftinum
      - Framskjótanlegur og geta þannig sogið upp í sig fæðu eldsnökt



# Beinfiskar

- Beinfiskar
  - Ættbálkar um 51
    - Allt frá pínulitlum og furðulegum sæhestum til rennilegra og risastórra túnfiska
    - 23 ættbálkar finnast við Íslandsstrendur



# Beinfiskar

- Beinfiskar

- Þorskfiskar

- Einkennisfiskar norðurhafa

- Þorskur

- Ýsa

- Ufsi

- Kolmunni

- Safnar fitunni í lifrina

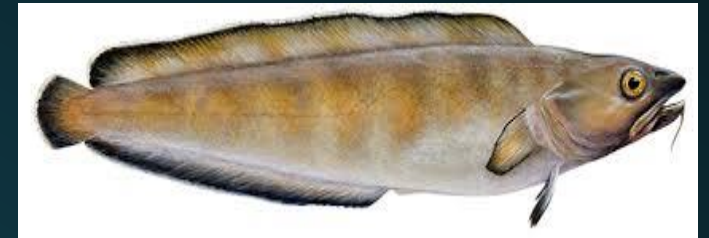
- Keila

- Langa

- Blálanga

- Lýsa

- Flestir botnfiskar en kolmunninn er þó uppsjávarfiskur



# Beinfiskar

- Beinfiskar
  - Brynvangar
    - Flestir vel varðir
    - Nytjafiskar (Karfi)
      - Gullkarfi
      - Aldamótakarfi (gæti verið sér tegund)
      - Djúpkarfi
      - Úthafskarfi
      - Litli karfi
      - Vínlandskarfi
    - Veiðar
      - Hætta á ofveiði
        - Eru hægvaxta
        - Verða seint kynproska 12-15 ára
        - Gjóta lifandi ungum (t.t.l. fáum í einu)



# Beinfiskar

- Beinfiskar

- Brynvangar

- Flestir vel varðir

- Nytjafiskar (Hrognkelsi)

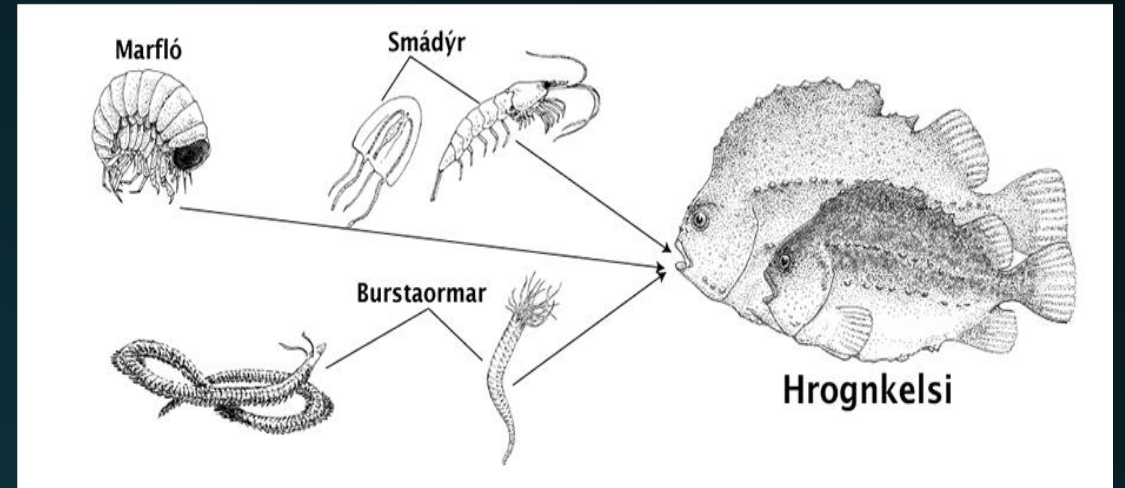
- Þykkur, ósjálegur, næsta kúlulaga fiskur

- Hrygnurnar (grásleppur) mun stærri en hængarnir (rauðmagar)

- Uppsjávarfiskur

- Hængarnir verja hreiðrin að harðfylgi þangað til eggjast út

- Grásleppur veiddar vegna hrognana



# Flatfiskar (Pleuronectiformers)

- Flatfiskar

- Mikilvægir nytjafiskar víða um heim
  - Auðþekktanlegir á útlitinu
    - Flatir með augun á annarri hliðinni (hér við land snýr hægri hliðin upp)
- 8 tegundir veiddar reglulega hér við land
  - 2 bera af
    - Grálúða
      - Veidd af togurum á djúpsljóð
    - Lúða
      - Veidd með ýmsum veiðifærum á bæði grunn- og djúpslóð





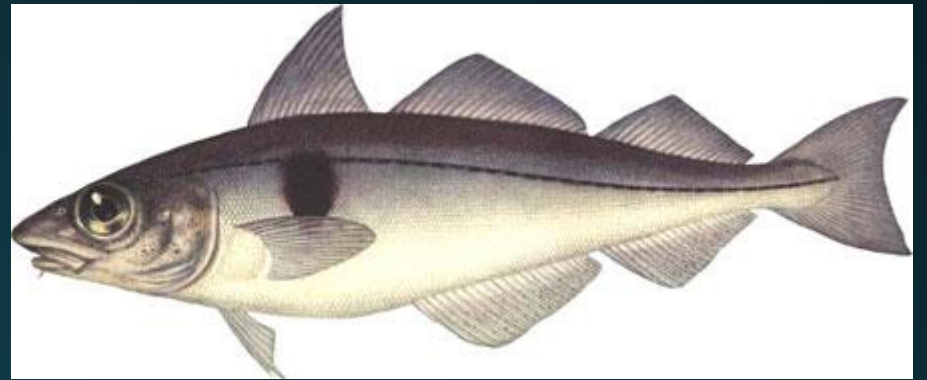
# Fiskar við Ísland

- Helmingur allra beinfiska við Ísland eru botnfiskar
  - Halda sig oft við botnin en ekki alltaf
    - Þorskur, ýsa, karfi
      - Lifa á landgrunninu eða landgrunnsköntum
        - Fjölbreytt útlit vegna breytilegs botns



# Fiskar við Ísland

- Algengustu fisktegundirnar eru svifaetur
  - Uppsjávarfiskar (t.d. loðna, síld)
    - Krabbaflær
  - Karfi
    - Svifdýraáta (ljósáta)
- Botndýracætur
  - Ýsa, steinbítur og flatfiskar
    - Svifdýracætur
    - Borða minni fiska (loðnu, síld)



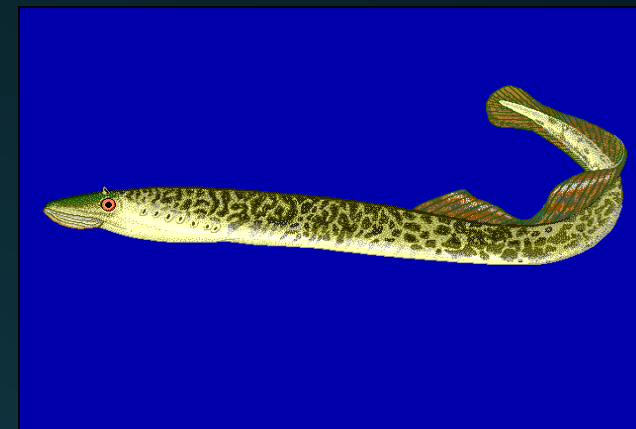
# Fiskar við Ísland

- Staærsti munurinn á milli botnfiska og uppsjávarfiska er hreyfanleikinn
  - Botnfiskar bundnir við landgrunnið
    - För tengd ákveðnum skilyrðum
      - Árstíðum
      - Landslagi botnsins
  - Uppsjávartegundir mun hreyfanlegri
    - Útbreiðsla ekki tengd botnngerðinni
      - Hitastigi sjávar
      - Magni fæðu



# Fiskar við Ísland

- Hefðbundið er að skipta núlifandi fiskum í þrjá flokka
  - Brjóskfiska
    - 40 tegundir fundist við Ísland
  - Beinfiska
    - 400 tegundir fundist við Ísland
      - 30 nýttar
  - Vankjálkar (hringmunnar)
    - Slímálmur og steinsugur
      - Sjúga sig fasta á hold fiska og éta vefi þeirra



# Fiskar við Ísland

- Ránfiskar
  - Fiskar sem éta aðra fiska
    - Þorskur algengur í hlýjum sjó
    - Grálúða, hákarl algengur í köldum sjó
  - Fiskar sem tilheyra þessum flokki
    - Ufsi, lýsa, langa, lúða, skötuselur, háfur
      - Borða svif eða litla hryggleysingja þegar þeir eru ungir
        - Skipta yfir í fiskát á efri árum



# Breytileiki eftir árstíma

- Framboð af fæðu
- Umhverfi, t.d. hitastig, selta, straumar, birta, dýpi ofl.
- Önnur dýr fæðukeðjunnar
- Áhrif af manna völdum, t.d. mengun og áhrif veiða

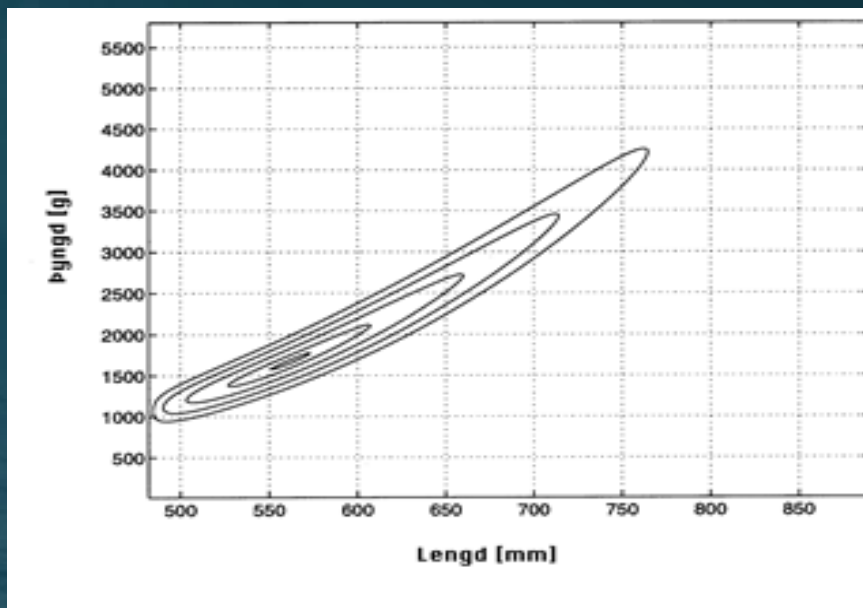
# Breytileiki eftir veiðisvæði

- 1. Meðalstærð afla og hins vegar
- 2. Holdafar fisksins, sem oft er mælt með svokölluðum holdastuðli sem er mælikvarði á samband lengdar og þyngdar.

$$\textit{Þyngd} = \textit{Holdastuðull} \cdot \textit{Lengd}^3$$

# Breytileiki eftir veiðisvæði

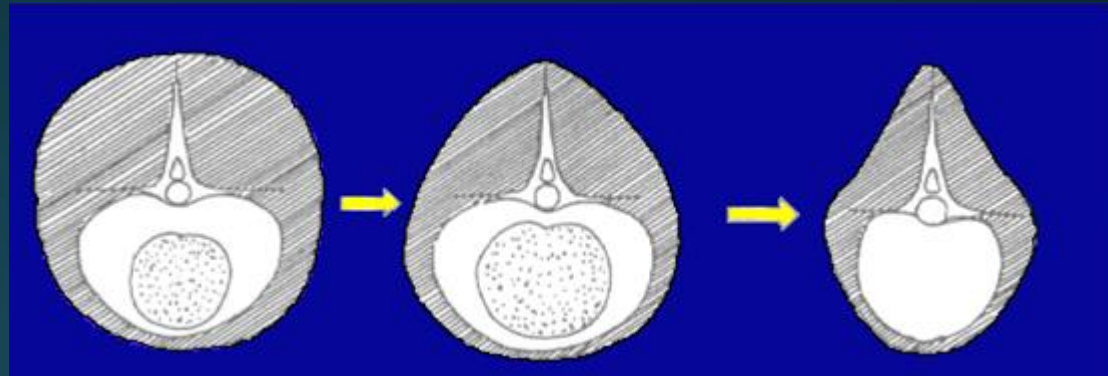
- Rannsóknir sýna að í stærðardreifingu fisks kom fram að frávik frá meðalsambandi lengdar og þyngdar vex með stærð fisks og bendir það til að meiri breytileiki sé milli einstaklinga í stærri fiski en minni.



Mynd 1. Stærðardreifing úr einu hali af þorski sem veiddur var af Snorra Sturlusyni út af Vestfjörðum í ágúst 1989. Stærðardreifingin er sýnd með hæðarkúrfum. Þannig er algengasti fiskurinn innan innstu kúrfu, en aðeins 5% líkur eru á því að finna fisk utan ystu kúrfu.



# Árstíðabundnar breytingar í efnasamsetningu þorskhólds



Þorskur í byrjun  
kynþroska

Þorskur rétt  
fyrir  
hrygninguna

Þorskur strax  
eftir hrygninguna

# Breytingar í efnasamsetningu þorskhalds

- Prótein og fita minnkar í þorskhöldinu seinni hluta vetrar og á sama tíma eykst vatnsinnihaldið
- Snemma sumars ganga þessar breytingar yfirleitt til baka
- Tvennt hefur verið nefnt sem orsök þessara breytinga
  - Annars vegar, að við uppbyggingu hrognar og svilja, þá noti þorskurinn að hluta til byggingarefni frá sínu eigin holdi
  - Einnig hefur verið nefnt að breytt fæðuframboð og fæðuupptaka þorsksins geti átt þar hlut að máli

# Efnasamsetning fiskholds

- Efnasamsetning

- Fiskur er samsettur úr próteini, fitu, vatni og ösku.

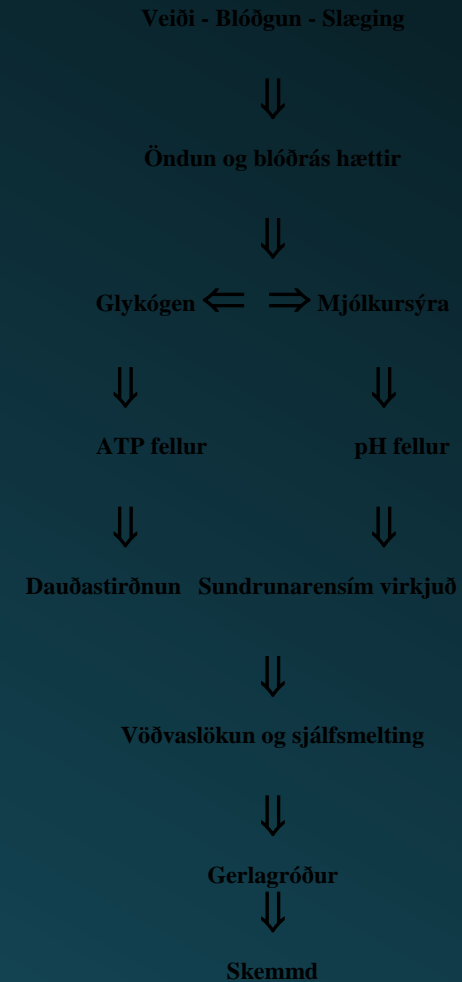
	<b>Vatn</b> (%)	<b>Prótein</b> (%)	<b>Fita</b> (%)	<b>Kolvetni</b> (%)	<b>Aska</b> (%)
<b>Magur fiskur</b>	80	16-19	0,1-2	0	0,5-2
<b>Feitur fiskur</b>	60-80	16-19	0,5-22	0	0,5-2

# Efnasamsetning fiskholds

- Próteinin skiptast þannig; trefjaprótein (vöðvaprótein), umfrymis prótein, myoglobin, ensím og bandvefsprótein (kollagen)
- Fitan er mismikil eftir tegundum og askan er ýmis steinefni sem finnast í holdi fisksins.
- Magur fiskur hefur u.þ.b. 20% prótein í sér og 80% vatn
- Feitur fiskur hefur u.þ.b. 20% prótein
- Summa vatns og fitu = 80%

# Efnabreytingar í nýveiddum fiski

- Allur fiskur fer í gegnum sama ferli efnabreytinga eftir veiði (sjá til hægri)





## Efnabreytingar

- Breytingar í efnasamsetningu fiskholds mestar í kringum hrygninguna
- Framboð af æti hefur áhrif á efnasamsetningu fiskholds
- Efnabreytingar hafa áhrif á los í fiskholdi



# Sníkjudýr

- Af innvortis sníkjudýrum hjá þorski eru hringormarnir langþekktastir
  - Selormar og hvalormar eru efnahagslega skaðlegustu hringormarnir í íslenskum fiski
    - Selormur
      - Sýkingarferli strandlægt og botnlægt
    - Hvalormur
      - Sýkingarferli uppsjávar við strönd eða í úthafi

# Áferð fiskis

- Það eru nokkrir þættir sem hafa áhrif á áferð fiskis
  - Hitastig við stirðnun hefur áhrif ( um  $0^{\circ}\text{C}$  best)
    - Forðast mikla meðhöndlun með fisk í stirðnun
    - Hætta á losi eykst við langvarandi geymslu í ís
  - Sýrustig ( pH ) hefur mikil áhrif
    - Fiskur í nægu æti; lágt pH ( oft um 6,5 )
      - Slíkur fiskur missir eitthvað vatn; áferð stinn og hætta á losi





## Áferð fisks

- Fiskur í sveltí; hátt loka pH ( um hlutlaust ) fiskur missir lítið vatn; áferð mjúk og lítil hætt á losi
- Stundum fer saman lágt loka pH og laus áferð einkum fiskur sem er að jafna sig eftir hrygningu
  - Slíkum fiski er mjög hætt á losi- vandamál við vinnslu



## Áferð fisks

- Hitastig skiptir höfuðmáli ef mjög hátt ( 16-17°C ) getur það leitt til sterks samdráttar og myndunar holdsprungna
  - Beinagrind heldur á móti herpingu, ef fiskur er flakaður fyrir stirðnun getur það leitt til styttingar, vökvataps og seigrar áferðar
    - Frysting á flaki - hröð þíðing , flak seigt við suðu
    - Hæg þíðing - Ís heldur á móti herpingu
- Ekki virðist skipta máli hvort heill fiskur sé frystur fyrir eða eftir stirðnun

# Los í fiski

- Vitneskja um hversu mikið los er í fiskholdi hefur mikla þýðingu fyrir fiskvinnsluna
  - Miðað við núverandi vinnslufyrirkomulag og mælitækni kemur los í fiskholdi fyrst fram þegar fiskurinn er unninn
  - Vinnsluhæfni fisks má t.d. skipta í þrjá flokka eftir losi:
    - Hæft í vélflökun
    - Hæft í handflökun en ekki vélflökun
    - Einungis hæft í marning



Losið hefur einnig afgerandi áhrif á hversu verðmættar afurðir má framleiða úr fiskinum

- Veiddisvæði
  - Hrygningartímabilið
    - Þorskhöld er lausara í sér um eða eftir hrygningartímabilið
  - Ástíðabundið
    - Fiskur t.d. sem veiddur er snemmsumars virðist oft vera lausari í sér
  - Fæða
    - Fiskur sem er í miklu æti hefur oft greinst með mikið los
  - Stærð fisksins
    - Talið er að stærri þorskur sé ekki eins laus í sér og minni þorskur

Aukið los og lægra sýrustig (pH gildi) virðist fara saman



# Losið hefur einnig afgerandi áhrif á hversu verðmætar afurðir má framleiða úr fiskinum

- Veiðisvæði
  - Hitastig
    - Hærra hitastig í fiskholdi meðan á dauðastirðnun varir, eykur los
  - Gerlamyndun
    - Skemmdir vegna gerlamyndun hefur áhrif á los
  - Meðhöndlun
    - Allt hnjask sem fiskurinn verður fyrir við meðhöndlun, getur orsakað los
  - Dauðastirðnunin
    - Þ.e. hversu mikið hann erfiðar fyrir dauða og hve langan tíma veiðarnar taka

# Dauðastirðnun

- Strax eftir dauða fisks eru fiskvöðvar mjúkir og þetta ástand getur varað í nokkrar klukkustundir
- Vöðvarnir fara síðan í gegnum samdrátt vegna orkuskorts sem veldur því að vöðvaþrótein læsat og fiskbúkur stirðnar
  - Kallað dauðastirðnun.
- Hversu langan tíma það tekur áður en fiskur fer í dauðastirðnun er mjög mismunandi
  - Eftir tegundum
  - Næringarástandi
  - Hitastigi
  - veiðiaðferð
    - Hversu mikið hann spriklar eftir að hann er veiddur
- Því betur sem fiskur er á sig komin við dauða, því lengri tíma tekur það áður en stirðnun á sér stað

# Stirðnun

- Stirðnun í fiski byrjar oftast við styrtnu
  - Orkuþurrð vegna sprikls og færast síðan fram búkinn
- Litlir fiskar fara fyrr en stórir í dauðastirðnun
- Stirðnun stendur vanalega yfir lengur en 24 klst. við 0°C
  - Fyrir þorsk í ís má gera ráð fyrir um 20 til 65 klst.



# Áhrif á dauðastirðnun

**Tafla 1. Dauðastirðnun nokkurra fisktegunda (Huss 1983 og Stroud 1969)**

Fisktegundir	Geymsluhiti (°C)	Fyrir dauðastirðnun* (klst.)	Dauðastirðnun** (klst.)
Porskur veiddur í troll	0	2-8	20-65
	10-12	1	20-30
	30	0,5	1-2
Porskur (hvíldur)	0	14-15	75-96
Karfi (troll)	0	22	120
Lýsa (troll)	0	1	20
Rauðspretta (troll)	0	7-11	55
Ufsi (troll)	0	18	110
Ýsa (troll)	0	2-4	37

\*Tíminn frá dauða þar til stirðnun hefst. \*\*Tíminn frá dauða þar til stirðnunin er yfirstaðin.

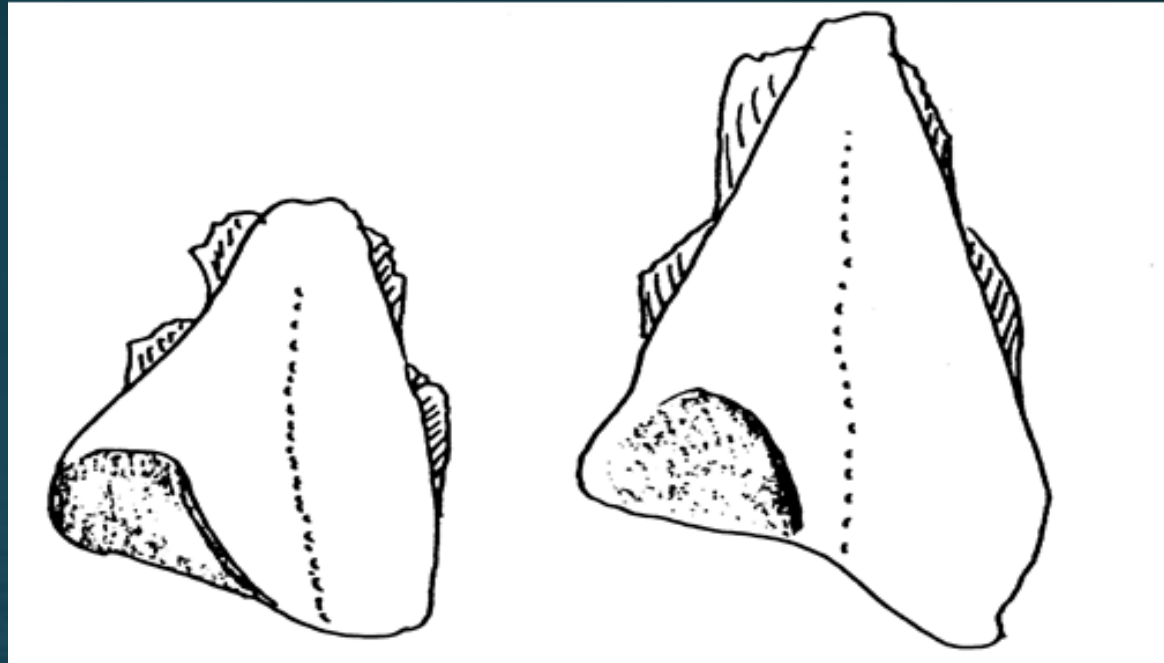


# Stirðnun

- Ef fiskur er hins vegar flakaður áður en hann gengur inn í dauðastirðnun geta skapast vandamál
- Fiskflökin geta þá styðst verulega og geta við matreiðslu (suðu) verið um 50% af upprunalegri lengd
  - hættu er á að flakið tapi miklum vökva og hafi gúmmíkennda, seiga áferð.

# Stirðnun á flökum

- Áhrif dauðastirðnunar á þorsk
  - a) flakað fyrir stirðnun og geymt ísað, stytting er um 24%
  - b) flakið er á fiskinum og geymt ísað.



# Sjálfsmelting

- Sjálfsmelting (autolysis) er notuð til að lýsa þeim breytingum sem eiga sér stað eftir dauða fisksins vegna ensíma úr fiskholdinu og ýmsum innyflum
  - Mjög áberandi í óslægðum fiski sem hefur verið í miklu æti
- Ef óslægður átufullur fiskur er illa ísaður getur sjálfsmelting verið mikið vandamál og leitt til þess að fiskurinn verði ekki hæfur til frystingar eða söltunnar innan fárra daga frá veiði
  - Ísun hægir á starfsemi ensímanna, en kemur ekki í veg fyrir sjálfsmeltingu í átufullum óslægðum fiski

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



***The European Commission support for the production of this publication does not constitute endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein***