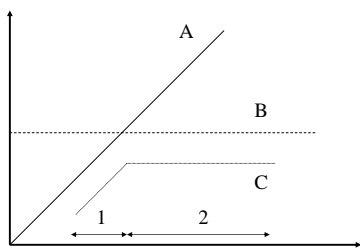


Osmoregulatsioon veeloomadel

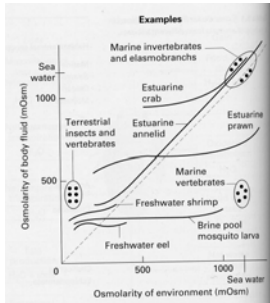
Arvo Tuvikene, Ph.D
EPMÜ PKI vanemteadur

- Erinevad loomad elavad vetes, mille soolsus varieerub peaaegu destilleeritud veest kuni sellisteni, mis on sooladest küllastunud (Suur Soolajärv- vähilaadne Artemia, Surnumeres - bakterid)
- Stenohaliinsed loomad saavad elada ainult suhteliselt kindla soolsusega vees (mõned lõuatud). Eurihaliinsed loomad on võimelised liikuma mere- ja magevee vahet (lõhilased, angerjad, kõhrkalad, sõõrsuud).

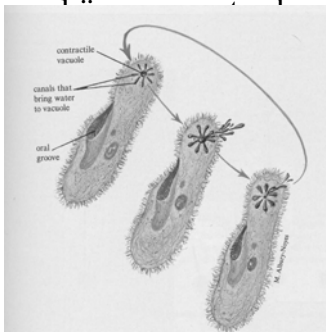
Kehavedelike
summaarne
konsentratsioon
mM



A - osmokonformist, B - osmoregulaator,
C - osmokonformist/-regulaator



Mere selgrootud valdavalt isoosmooseds, magevee omad



Habitat	Solute			Osmotic concentration (mOsm liter ⁻¹)
	Na	K	Urea ^a	
Sea water	~450	10	0	~1000
Chelostomes				
Hogfish (<i>Morone</i>) ^b	Marine	549	11	1152
Lamprey (<i>Petromyzon</i>) ^c	Marine			317
Lamprey (<i>Lampetra</i>) ^d	Fresh water	120	3	<1
Elasmobranchs				
Ray (<i>Raja</i>) ^e	Marine	289	4	444
Dogfish (<i>Squalus</i>) ^f	Marine	287	5	354
Fresh water ray (<i>Potamotrygon</i>) ^g	Fresh water	150	6	<1
Coelacanth (<i>Latimeria</i>) ^h	Marine	197	7	350
Salcosts				
Goldfish (<i>Carassius</i>) ⁱ	Fresh water	115	4	259
Tadpole (<i>Capsus</i>) ^j	Marine	160	5	392
Eel (<i>Anguilla</i>) ^k	Fresh water	155	3	323
	Marine	177	3	371
Salmon (<i>Salmo</i>) ^l	Fresh water	181	2	340
	Marine	212	3	400
Amphibians				
Frog (<i>Rana</i>) ^m	Fresh water	92	3	-1
Crab-eating frog (<i>R. cancrivora</i>) ⁿ	Marine	252	14	350

^aWhen no value is listed for urea, the concentration is of the order of 1 mmol per liter and osmotically insignificant.
^bValues for ray, dogfish, and coelacanth include trimethylamine oxide.
^cBailey (1971). ^dRiberston (1954). ^eThomson et al. (1967). ^fLockett (1980).
^gMayer (1969). ^hGordon et al. (1961).
ⁱValues for frogs kept in a medium of about 800 mOsm per liter, or four-fifths of normal sea water.

Kalad ja sõõrsuud

- Kala nahk on vee suhtes mitteläbilaskev ja seda ka sellistel liikidel, kellel toimub oluline hapniku omastamine läbi naha (on teadlastele veel suur mõistatus).
- Kalade vett läbilaskvad pinnad on lõpused, suuõõs, magu.

- Kõigil mageveekaladel on keha vedelike kontsentratsioon kõrgem kui ümbritsev keskkond. Sellises olukorras organism omandab vett ja kaotab ioone.
- Enamusel merekaladel (erand kõhrkalad, vihtuimsed, sõõrsuud) on keha vedelikud lahjemad kui ümbritsev keskkond ja nad kaotavad vett omandavad ioone.

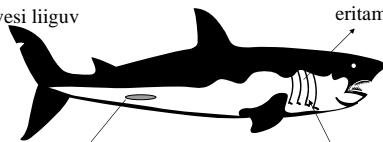
- Siirdekaldel on märkimisväärne võime adapteeruda nende vastupidiste osmoregulatsiooni probleemidega ja lülitada ümber osmoregulatsiooni mehhanisme liikudes mere- ja magevee vahet.

Pihklased ja silmud

- Pihklane on ülimalt stenohaliine loom. Pihklase veri on iso-osmootne ümbritseva mereveega. Na ja Cl kontsentratsioonid on samuti sarnased mereveele.
- Osmootne tasakaal tagatakse aminohapete kõrge tasemega rakkudes ja just aminohapete sisaldust muudetakse, kui pihklasel esineb osmootne stress.
- Pihklaste lõpustel puuduvad ioone omandavad rakud, silmudel esinevad – üks peamine põhjus miks silmud saavad elada magedas vees aga pihklased mitte.

Peamised kohad, kus kõhrkalad omandavad ja kaotavad soolasid ja vett

Kala kergelt hüperosmootne väliskeskkonna suhtes – vesi liigub sisse



Soolade aktiivne eritamine

Aktiivne soolade eritamine rektaalnäärme abil uriini

Soolade ja vee omandamine difusiooni teel

Veri sisaldab suures koguses kusiainet e. ureat (0,4M, reabsorptsioon neerudes 95%, vastuoolu printsiip), trimetüülamiinosiid (TMO, mõned vabad aminohapped (0,2M)

- Vastuvoolu printsiip (gaasid, ioonid, soojus)

	Samasuunaline		
⇒	100	80	50

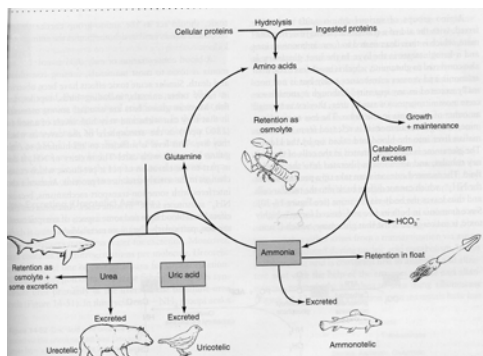
⇒	90	70	48
---	----	----	----

	Vastassuunaline		
⇒	100	50	20

⇐	80	40	10
---	----	----	----

Urea

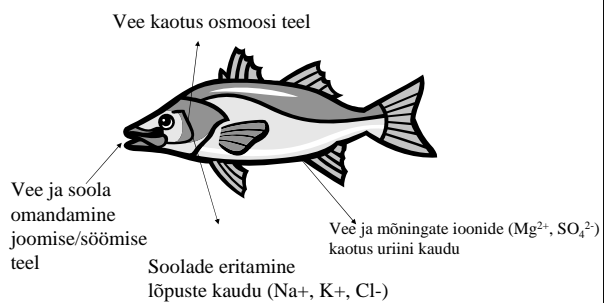
- Moodustab kuni 50% kõhrkalade osmootselt kontsentratsioonist.
- Urea on mürgine – imetajatel 0,5M uree denatureerib valgud (TMO vähendab urea toksilisust)

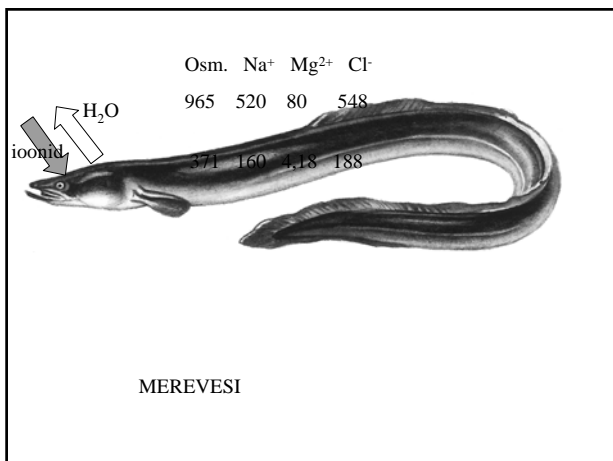


Kõhrkalade rektaalnääre

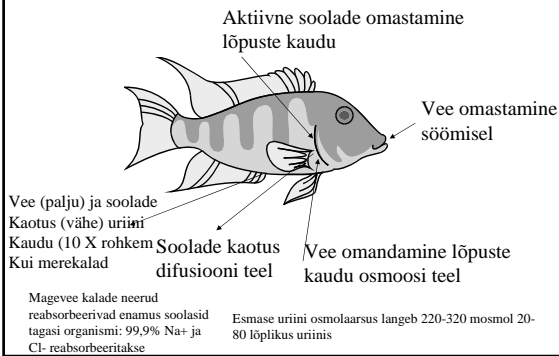
- Intensiivne soolade eritamine merevette

Mereluukalade osmo- ja ionregulatsiooni probleemid





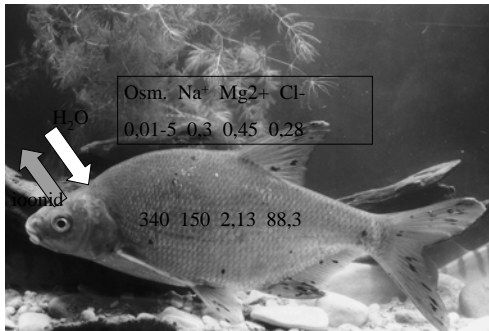
Magevee luukaladel esinevad osmoosed ja ioonsed probleemid



- Kõige suuremat sooluse vahe kannatab välja Lõuna Kalifornias elav *Fundulus*: võib elada magedas vees kui ka 12,8% soolastes tiikides.

Magevee kalad ionide omastamisel väga efektiivsed

- Võimelised näiteks Na^+ omastama veest, kus sedaiooni on 10^{-4} M
- Na^+ vahetatakse välja NH_4^+ ja $\text{Cl}^- \text{HCO}_3^-$ vastu (August Krogh'i teooria)
- Merevees eritatakse nii NH_4^+ kui ka Na^+ , Na^+ vahetatakse välja H^+ vastu.

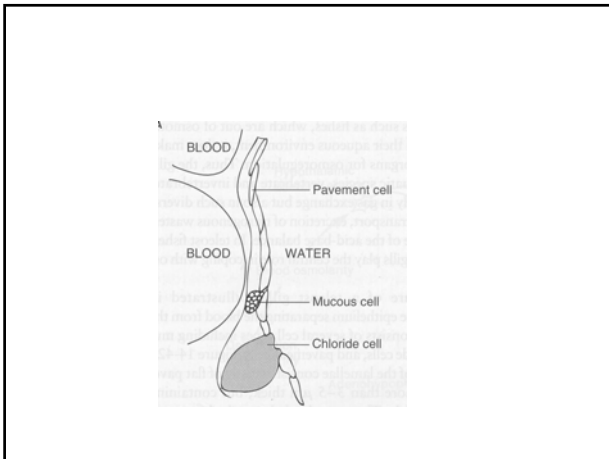


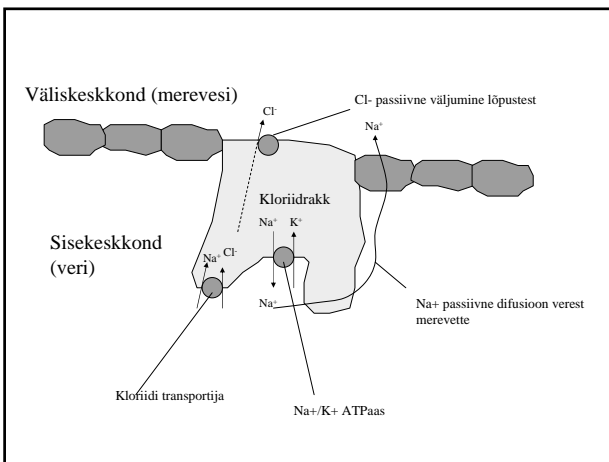
MAGEVESI

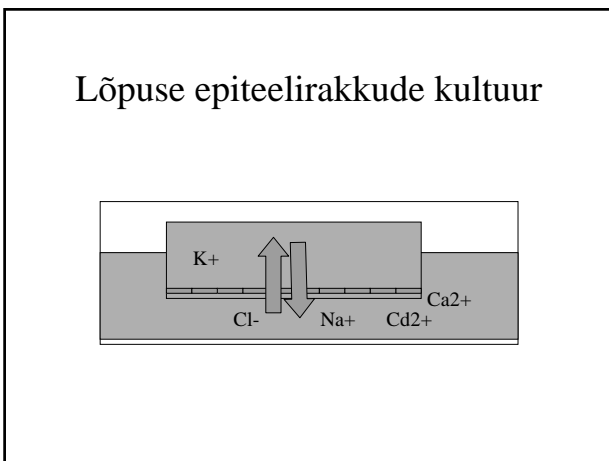
Siirdekalad

Kloriidrakud

- Peamiselt merekaladel
- Siirdekaladel elades meres (tekivad juba magevees enne merre siirdumist, hormonaalne kontroll)
- Magevees peamine ülesanne Ca^{2+} omandamine veest















Loomade osmoregulatsiooni strateegiad

	Vere konts. võrreldes keskkonnaga	Uriini kontsentratsioon võrreldes verega	
Kõhrkala	Isotooniline	Isotooniline	
Mere luukala	Hüpotooniline	Isotooniline	
Magevee luukala	Hüpertooniline	Tugevalt hüpertooniline	
Kahepaikne	Hüpertooniline	Tugevalt hüpertooniline	
Mereroomaja	Hüpotooniline	Isotooniline	
Mereimetaja	Hüpotooniline	Tugevalt hüpertooniline	

Hapniku tarbimine ja toksiliste ainete omastatavus

- O₂ on rasvlahustuv molekul ja käitub lõpuse membraani läbides samuti kui enamus rasvlahustuvaid toksilisi aineid. Hapniku omastamise tingimuste järgi võib ennustada toksiliste ainete omastatavust.

