

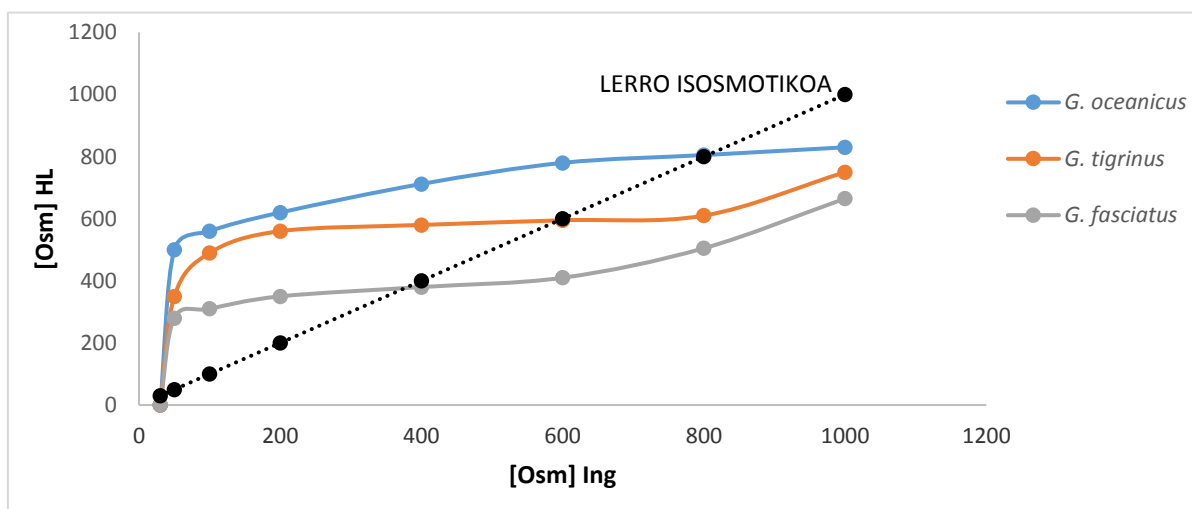
OSMOERREGULAZIOA

SARRERA

Animalien osmorregulazioa ulertzeko lehen eta behin aztertu behar dugu zer gertatzen den animaliaaren barnealdean. Horretarako, ikerketa bat egin zen *Gammarus* generoko hiru krustazeo anfibodo espezie ezberdinekin, bakoitza nitxo ekologiko ezberdinarekin:

- ***Gammarus oceanicus***: Itsas kostaldeko anfibodoa. itsastarra
- ***Gammarus tigrinus***: Ipar Amerikako estuarioetan eta ur kontinentaletan bizi den anfibodoa
- ***Gammarus fasciatus***: Ipar Amerikako ur kontinentaletan bizi den anfibodoa. Ur gezetako.

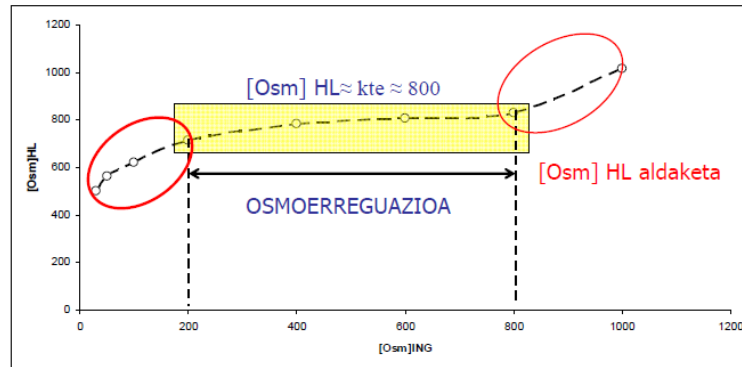
behin ezagututa, aztertu zen nola aldatzen zen beraien barne medioko (hemolinfako) kontzentrazio osmotikoa, [Osm]HL, kanpo inguruneke kontzentrazio osmotikoa [Osm]Ing, aldatzen zen heinean.



KO ING	<i>G.oceanicus</i>	<i>G. tigrinus</i>	<i>G. fasciatus</i>
	KO HL	KO HL	KO HL
30	500	350	280
50	560	490	310
100	620	560	350
200	712	580	380
400	780	595	410
600	805	610	505
800	830	750	665
1000	1015	875	850

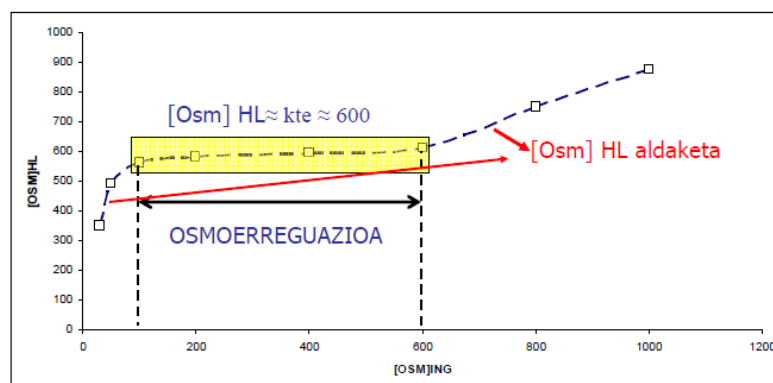
- *G. oceanicus*-en kasuan:

- 1000-800 mOsm-ko tartean hein komunztagarria
- 800-200 mOsm-ko tartean eraenketa oso ona, mantendu $[Osm]_{HL} \approx 800mOsm$ -tan gutxi gora behera. Tarte honetan animalia **eraentzaile ona** da. Horrek esan nahi du tarte honetan OSMOERREGULAZIOA eman dela.
- 200-30 mOsm-ko tartean eraenketa ahula.



- *G. tigrinus*-en kasuan:

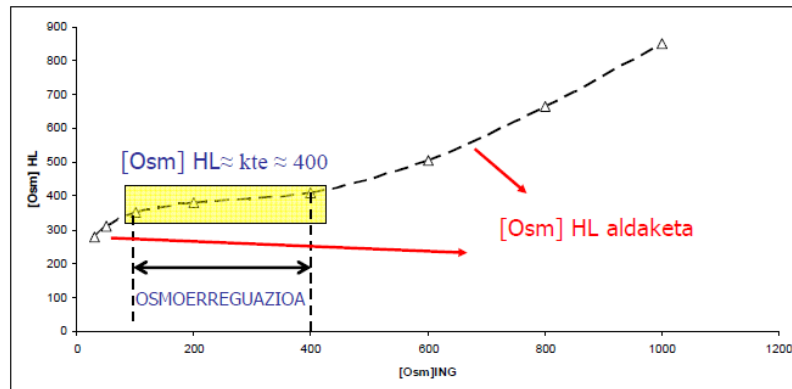
- 1000-600 mOsm-ko tartean $[Osm]_{HL}$ -ko aldaketa eman da, hein komunztagarria.
- 600-100 mOsm-ko tartean konstante mantendu du barne medioko kontzentrazioa, gutxi gorabehera $[Osm]_{HL} \approx 600mOsm$ -tan. Tarte horretan eraentzaile ona, beraz, OSMOERREGULAZIOA eman da.
- 100-30-ko tartean barne medioaren kontzentrazio aldaketa.



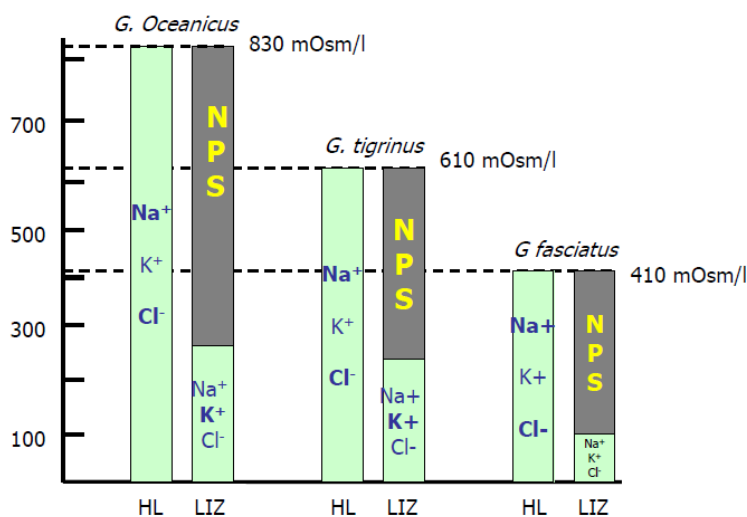
- *G. fasciatus*-en kasuan:

- 1000-400 mOsm-ko tartean, tarte edo hein komunztagarria, barne medioaren kontzentrazio osmotikoaren aldaketa.
- 400-100 mOsm-ko tartean osmorregulazioa eman da, barne kontzentrazio osmotikoa, hemolinfarena, nahiko konstante mantendu du, gutxi gorabehera $[Osm]_{HL} \approx 400mOsm$ -tan.

- 100-300 mOsm-ko tartean ez du barne medioko kontzentrazioa konstante mantendu, $[Osm]_{HL}$ aldaketa eman da.



BARNE-MEDIOAREN ERA LIKIDO INTRAZELULARRAREN KONTZENTRAZIO OSMOTIKOAREN ETA KONPOSIZIO IONIKOAREN AZTERKETA



Ondoko irudian azaltzen da hiru animalia espezie hauek, barne medioan (HL=hemolinfa) eta likido intrazelularrean (LIZ) duten konposizio ionikoa, ormoerregulazioa betetzen den tarte horretan non barne medioaren kontzentrazioa konstante mantentzen duten. Ikusten denez, hemolinfan konposizio ioniko bakarra gatzek osatzen dute (Na⁺, Cl⁻, K⁺ ..etab.) Likido intrazelularrean konposizio ionikoa, aldiz,

gatzek gain NPS deituriko molekula organikoek ere osatzen dute.

ONDORIOAK

1. Barne-medioa eta likido intrazelularrean artean **oreka osmotikoa** ematen da. (Mintz biologikoak dialitikoak). Barne medioaren konposizio ionikoa gehiengo solutu inorganikoa dira (Na⁺ eta Cl⁻), likido intrazelularrean, ordea, solutu organikoak oso (NPS) ugariak dira.
2. Espezie ezberdinek $[Osm]_{HL}$ eta $[Osm]_{LIZ}$ **optimo ezberdina** erakusten dute (moldatuta). Fluxu osmotiko pasiboen txikiak ur kontinentalen kolonizazioan daukan garrantzia.

Tarte osmotikoa konstante mantentzeko animaliek osmoeraenketa mekanismoak jartzen dituzte martxan.

Hemolinf ingurunea baino kontzentratuago → Osmoeraenketa hiperosmotikoa

Laburbilduz, ingurunea hemolinf baino kontzentrazio baxuagoan dagoenean, diferentzia osmotikoaren ondorioz ura gorputzean sartzen da. Horrek gradientearen aldeko uraren inbasio osmotikoa eta gatzen galera pasiboa ekarriko ditu.

Hau konpentsatzeko fluxu osmotiko aktiboa emango da.

- Uraren galera konpentsatorioa: Gernu hipotonikoa sortu (Giltzurrunetan). Gatzen parte bat ere galduko da gernuaren bidez.
- Gatzen xurgapena: Gatzen eransketa extrarrenal (Brankietatik)

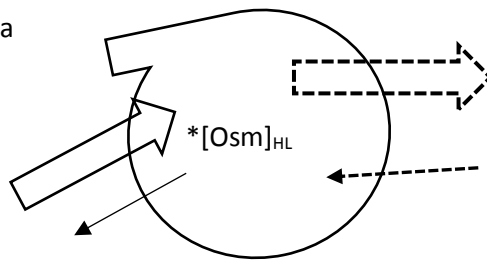
Ikusten denez, organo batzuek funtsezko funtzioez gain, funtzio gehigarriak dituzte osmoeraenketa burutu ahal izateko. Fluxu aktiboa eta pasiboa berdintzen direnean hemolinfaren kontzentrazioa konstante mantenduko da.

$$Osm]_{ING} = 1000 \text{ mOsm/L}$$

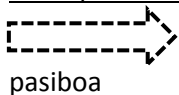
INGURUNE HIPERTONIKOA

- nahiz eta kutikula nahiko iragaztezina izan ura ateratzen da

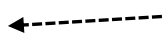
* $[Osm]_{HL} = 500 \text{ mOsm/L}$ → hemolinf kanpo ingurunea baino kontzentratuago
→ OSMOERAENKETA HIPOSMOTIKOA



Fluxu pasiboak



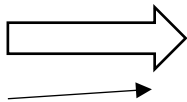
Uraren gradientearen aldeko (kontzentrazio baxutik → handienerako) galera pasiboa



Gatzen gradientearen aldeko sarrera (kontzentrazio altutik → baxura)

Nola konpentsatzen du animaliak sartzen den ura eta galtzen diren gatzak?

Kompentsazio fluxuak



Gernu ekoizpen hipertonikoa, uraren galera minimizatzeko

Gatzen kanporaketa estrarrenal

Hemolinf ingurunea baino kontzentrazio baxuagoa → Osmoeraenketa hiposmotikoa

Laburbilduz, ingurunea hemolinf baino kontzentrazio altuagoan dagoenean, diferentzia osmotikoaren ondorioz ura gorputzetik irtetzen da. Horrek gradientearen aldeko uraren galera osmotikoa eta gatzen sarrera aktiboa dakar.

Hau konpentsatzeko fluxu osmotiko aktiboa emango da.

- Uraren eskuraketa konpentsatorioa: batetik ura edango du animaliak eta bestetik, uraren galera minimizatzeko gernu hipertonikoa ekoiztuko du (Giltzurrunetan).

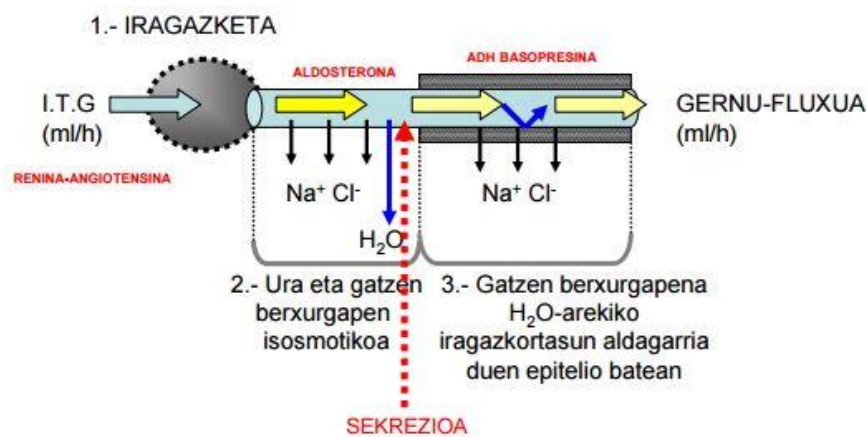
- Gatzen kanporaketa: organo berezietatik, gatzak kanporatuko ditu animaliak

Ikusten denez, organo batzuek funtsezko funtzioez gain, funtzio gehigarriak dituzte osmoeraenketa burutu ahal izateko, esaterako, animalia urtarren brankiak oxigenoa lortzeaz gain osmoeraenketarako erabiltzen dira.

Fluxu aktiboa eta pasiboa berdintzen direnean hemolinfaren kontzentrazioa konstante mantenduko da, eta beraz, osmoeraenketa perfektua emango da.

ORGANO NEFRIDIALAK: FUNTZIONAMENDUA

Organo nefridial guztiek hiru zati edo alde hauek dituzte, funtzio konkretu bat burutzen dutenak:

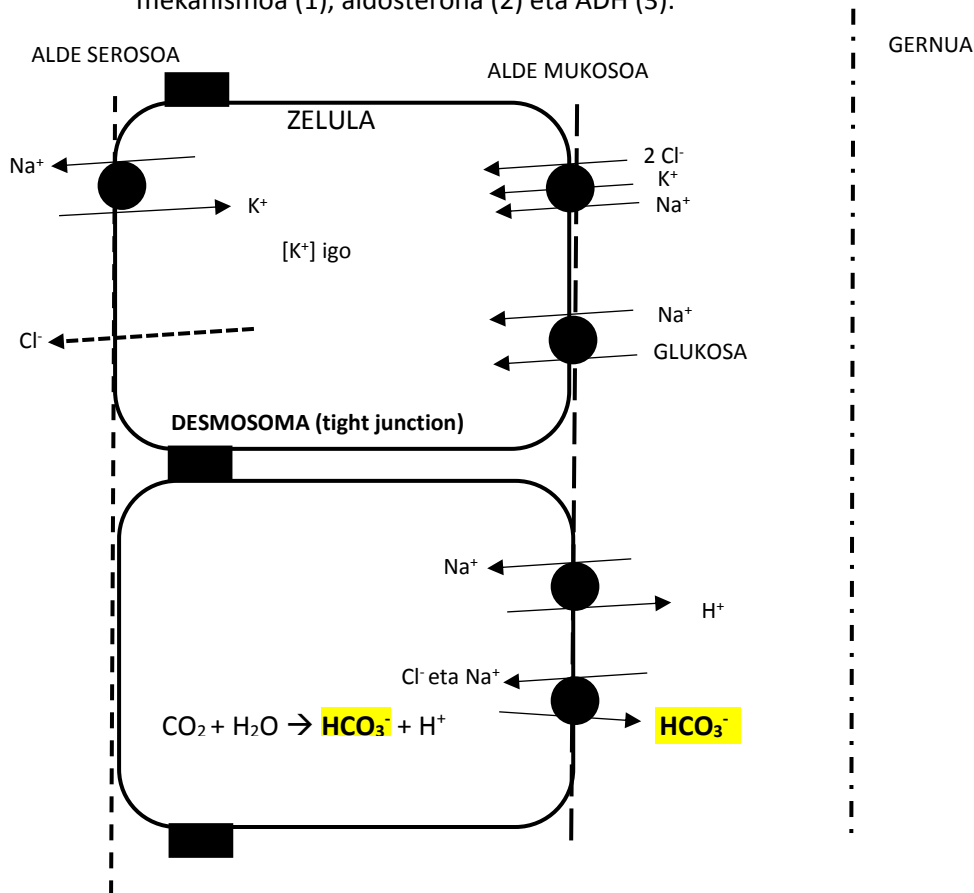


1. Aurrealdea edo proximala: zati honetan gernua ekoizten da **iragazketa bidez**. Normalean ultrairagazketaz ekoizten da (salbuespenak daude, adibidez, Malphigi tubuluetan eskrezio bidez sortzen da gernua). Tarte honetan parametro fisiologiko bat defini daiteke, I.T.G. (Iragazketa Tasa Glomerularra) mL/h
Esan dugun moduan, barne medioaren iragazketa ematen da (Soilik gatzak eta molekula txikiak: Ura, azukreak, hondar nitrogenatuak, urea, aminoazidoak...) eta sortzen den gernua, **gernu primarioa** da.
2. Tarteko segmentua: Ura eta gatzak **birxurgapen** isosmotikoa (+ glukosa eta beste beharrezko solutuak) ematen da tarte honetan. Gatzak xurgatzean, oreka osmotikoz ura ere xurgatzen da.
3. Atzealdea: Gatzak **birxurgapena**. Tarte honetan ikusi da epitelioak urearekiko iragazkortasun aldagarria duela, orokorrean baxua, baina erregulagarria dena animalia mota askotan.

Prozesu erregulagarriak

Giltzurrun guztietan hiru prozesu erregulagarri hauek ematen dira:

Iragazketa eta birxurgapenak erregulatzeko mekanismoak daude: Renina + angiotensina mekanismoa (1), aldosterona (2) eta ADH (3).



Zeluletan agertzen diren kanal guztiek kokapen bereziaketa konkretuak dituzte.

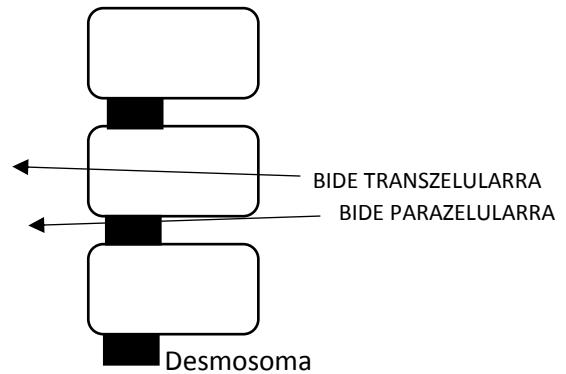
- **Alde serosoan:** Na⁺/K⁺ ATPasa beti → Sodioa (Na⁺) kanporatu eta potasioa (K⁺) barneratuz mintz potentzial bat sortzen du, (70mV)-koa eta mantzentzen du.
- **Alde mukosoan,** eta bakarrik hemen, honako kanal eta garraiatzaile bereziak aurkituko dira:
 - Garraiatzaileak:
 - **Sodio/Glukosa (Na⁺/Gluk):** Sodioaren kontzentrazio intrazelularra jaisten da Na⁺/K⁺ ATPasaren bidez. Hori dela eta, sodioak sartzeko joera izango du eta indar hori glukosa sartzeko erabiliko da.
 - **Sodio/Kloro/Potasio (Na⁺/Cl⁻/K⁺) kogarraiatazailea:** Garraio neutroa ematen da, sodio eta potasio bat eta bi kloro atomo sartzeko dira. Sodioa aktiboki kanporatzen da. Potasioa barruan mantentzen da aktiboki eta kloro kanporatzen da. Garraio netoa sodioa eta kloroa kanporatzen dira ATPasaren jarduerari esker.
 - Anhidrasa karboniko entzimak: CO₂ + H₂O → HCO₃⁻ + H⁺ erreakzioa katalizatzen du. Karbono dioxidoa barne mediotik zelulara sartzeko da eta protoiak eta azido karbonikoa gernura kanporatzen dira. Azido karbonikoa kanporatzearekin batera kloroa sartzeko da, baina sodioa ere.

Ekoizten den hasierako gernu primarioa 800 mosm-koa da, baina tarteko segmentutik igarotzen den heinean gero eta diluituagoa dagoen gernua ekoiztuko da gatzeko birxurgapena dela eta.

Gatzak ez ezik, tarteko segmentuan ura birxurgatzen da ere. Bi bide daude ura barneratzeko:

- Bide parazelularra : zelulen artean
- Bide transzelularra: zelulak zeharkatuz

Urarentzako errazago da zelulen artean igarotzea baina desmosomak daudenez hauen dentsitateak baldintzatuko du uraren trantsizioa. Geroz eta dentsitate altuagoa izan desmosomak uraren iragazkortasuna baxuagoa.



Atzealdeko tartean desmosomak askoz dentsitate altuagoak dira, beraz, ura soilik igaro daiteke transzelularri. Bide transzelular hori erregulatzeko eta bermatzeko AKUAPORINA garraiatzaileak daude mintzean. Hauek ADH hormonarekin batera, uraren iragazkortasuna erreagulatzen dute atzealdeko segmentuan.

Nola neurtzen da gatzak birxurgapena?

1. Gernu / Odol indizea: Sustantzia baten kontzentrazioa neurtzen da, gernuan eta odolean eta horren indizea kalkulatu da

$$[X]_G \text{ eta } [X]_O \rightarrow (G/O)_X$$

- $(G/O)_X > 1$: Sustantzia gernuan kontzentratzen da (Ur birxurgapena eta substantziaren sekrezioa)
- $(G/O)_X = 1$: Sustantzia ez da kontzentratzen ezta diluitzen
- $(G/O)_X < 1$: Sustantzia gernuan diluitzen da (Substantziaren birxurgapena)

Inulinaren testa: Animaliek ez dute inulina hidrolizatzeko gai den entzimarik, beraz ez da ez birxurgatzen ez sekretatzen. Ondorioz, uraren mugimendua adierazteko substantzia oso egokia da (uraren iragazpena adierazten du).

$$[IN]_G \text{ eta } [IN]_O \rightarrow (G/O)_{IN}$$

- $(G/O)_{IN} = 0$: Ez dago ultrafiltraziorik (sekrezioa giltzurrunean, iragazketarik ez)
- $(G/O)_{IN} = 1$: Ez da ura birxurgatzen
- $(G/O)_X > 1$: Ura birxurgatzen da, inulinaren kontzentrazioa handituz

Adibidez: $G/O=2$ bada, uraren %50a birxurgatu da gibleko kontzentrazioa bikoiztuz. Hau kalkulatzeko, baina, formula bat dago:

$$\% H_2O \text{ Birxurgapena} = \left(1 - \frac{1}{(G/O)_{IN}}\right) \times 100$$

$G/O = 4$ bada $\rightarrow (1 - \frac{1}{4}) \times 100 = \%75 \rightarrow$ Uraren %75 birxurgatu da.

2. C.R. Clearance ratio: Inulinaren eta X substantziaren gernu/odol indizeak konparatuz substantzia honen birxurgapena edo sekrezioa eman den ikus daiteke.

$$C.R. = \frac{(G/O)_X}{(G/O)_{IN}}$$

Adibidez:

- $(G/O)_X = 2$ bada eta $(G/O)_{IN} = 2 \rightarrow CR = 1$ izango da \rightarrow Uraren erdia xurgatu da, eta X substantziak inulinaren jokaera berdina izan du, beraz ez da birxurgapenik ez eta sekreziorik eman.
- $(G/O)_X = 2$ bada eta $(G/O)_{IN} = 4 \rightarrow CR < 1$ izango da \rightarrow Inulina 4 aldiz kontzentratu da, aldiz X substantzia 2 aldiz besterik ez, beraz X substantziaren erdia birxurgatu egin da.
- $CR > 1$ bada, substantzia sekretatu egin da.

Horrela ere X substantziaren birxurgapena kalkulatu daiteke:

$$\% X \text{ Birxurgapena} = (1 - CR) \times 100$$

3. Aklaramendu tasa: Denbora unitateko X substantzia gabe gelditzen den plasma (edo hemolinfa= barne-medio) bolumena. (ml plasma/h) \rightarrow Giltzurrunak egiten duen aklaramendua, giltzurrunetik pasatzean X substantziaz garbitzen den bolumena.

$$Akl_X = (G/O)_X \cdot V$$

$$Akl_{IN} = \text{Iragazte-tasa}$$

Aklaratzeko bi modu daude: Iragaztea eta sekrezioa. Bi modutara substantziak gernuan galtzen dira.

Zenbat da kanporatzen den X substantziaren kantitatea deborarekiko = iragazpen-tasa (XIT)

$$X \text{ substantziaren iragazpen-tasa (XIT)} = V \cdot [X]_G$$

$V \rightarrow$ gernu fluxua (L/egun)

$X \rightarrow$ substantziaren kontzentrazioa gernuan kontzentrazioa (mg/L) edo (mOsm/L)

XIT mg/egun edo mOsm/egun (animaliaren pisuarekiko egitekotan mg/egun·g edo mOsm/egun·g)

$$Akl_X \cdot [X]_O = [X]_G \cdot V \rightarrow$$

$$Akl_X = ([X]_G / [X]_O) \cdot V$$

$$Akl_X = (G/O)_X \cdot V$$

Iraizpen-tasa

$Akl_X \rightarrow$ denbora unitateko X substantzia gabe geratzen den plasma bolumena

$[X]_O \rightarrow$ X substantziaren kontzentrazioa odolean

Adibidez

$[X]_G = 100 \text{ mg/l}$; $[X]_O = 100 \text{ mg/l}$; $V = 0.2 \text{ l/egun}$

$XIT = 0.2 \cdot 100 = 20 \text{ mg/egun}$

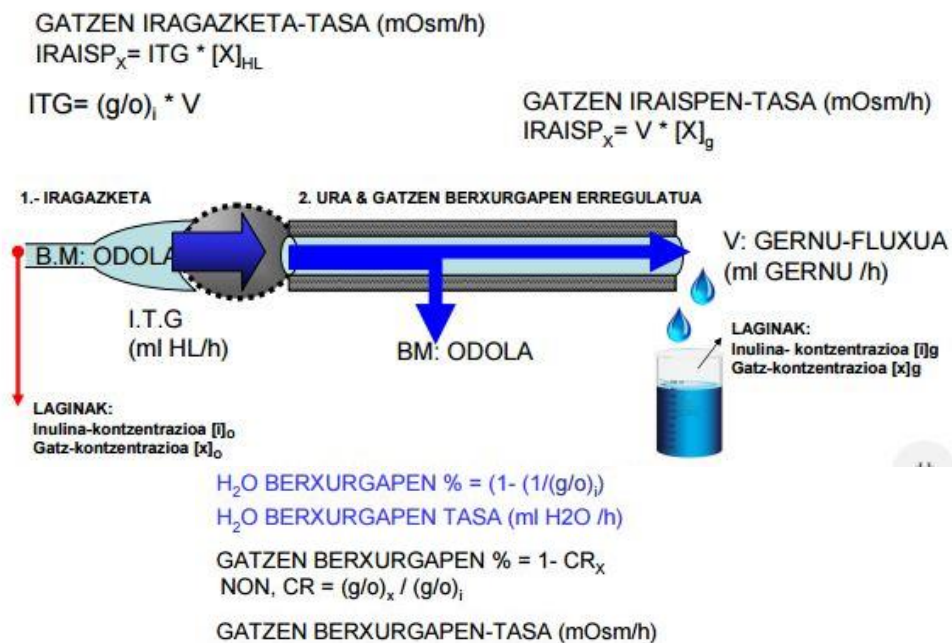
$Akl_X = (100/100) \cdot 0.2 = 2 \text{ l/egun} \rightarrow 2 \text{ litro aklatatu dira egunean } 20 \text{ mg kanporatzeko.}$

Aklaremendua egin daiteke iragazketaz edo sekrezioz. Baina inulina, ez da inoiz sekrezioz aklatatzen. Beraz,

$$Akl_{IN} = \text{Iragazte-tasa}$$

$$Akl_{IN} = (G/O)_{IN} \cdot V = \text{Iragazketa tasa glomerularra (ITG)}$$

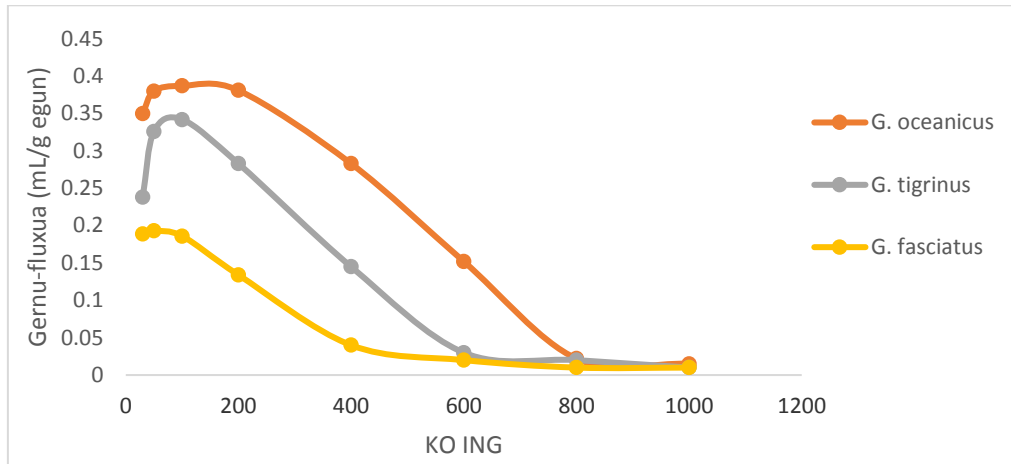
$Akl_{IN} = 2 \text{ L/egun}$ bada, egunean iragazpen-tasa glomerularra 2L/eguneko a izan dela esan nahi du.



Hemolinfaren kontzentrazio osmotikoa mantentzeko gernu fluxua erregulatu egiten da. Gernu eskaria handitzen da kanpo eta barne medioaren arteko kontzentrazioaren gradienteari arabera, hau da, zenbat eta handiagoa izan gradientea, gernu eskaria ere handitu egingo da. Bestalde, animaliak urarekiko duen iragazkortasuna handia bada, uraren galera gernuan ere handiagoa izango da.

Nola kalkulatu diren parametroak ikusi dugu, orain interpretatuko ditugu gure *Gammarus* generoko hiru espezieetan datuak aztertuz:

Grafiko honetan dugu 3 animalien gernu fluxuaren aldaketa kanpo medioaren kontzentrazioaren aldaketa ematen den heinean:



G. oceanicus-en kasuan 1000-800 mOsm kontzentrazio tartean animaliairen gernu-fluxua nahiko konstante eta baxua da. 800 mOsm-tik kontzentraziotiuk aurrera gernu-fluxua izugarri emendatzen da. Zeren arabera aldatzen da hau?

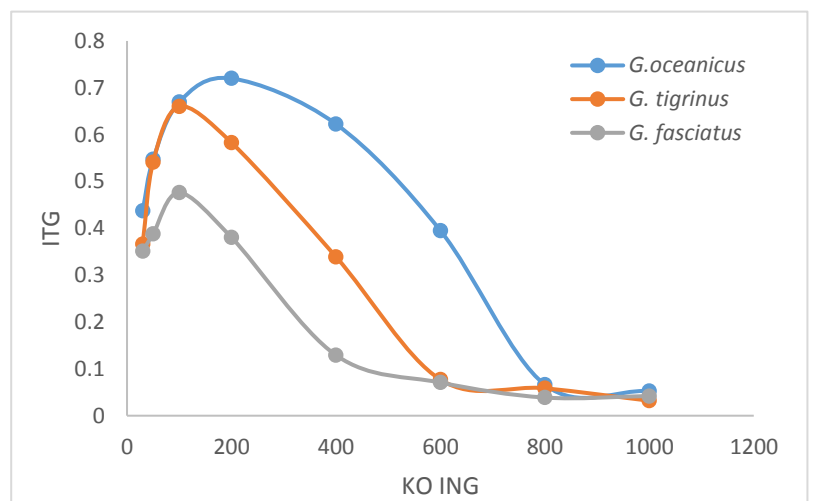
1. Gradientearen arabera. Gradientea gero eta altuagoa gernu-fluxua handituko da ere. Izan ere erlazio lineala dago gradiente osmotikoaren aldaketa eta gernu-fluxuaren artean.
2. Animaliak urarekiko duen iragazkortasunaren arabera

Grafiko honetan ikusten da hiru espezieek antzeko erlazioa dutela. Zergatik? 3 espezie hauek duten isolamendu osmotikoarekiko kutikula berdina delako.

Gernu-fluxua emendatzeko animaliek, iragazketa-tasa glomerularra (ITG) handitu edo urarekiko iragazkortasuna murrizten dute. Grafiko honetan ITG nola aldatzen ikusten da hiru animalietan

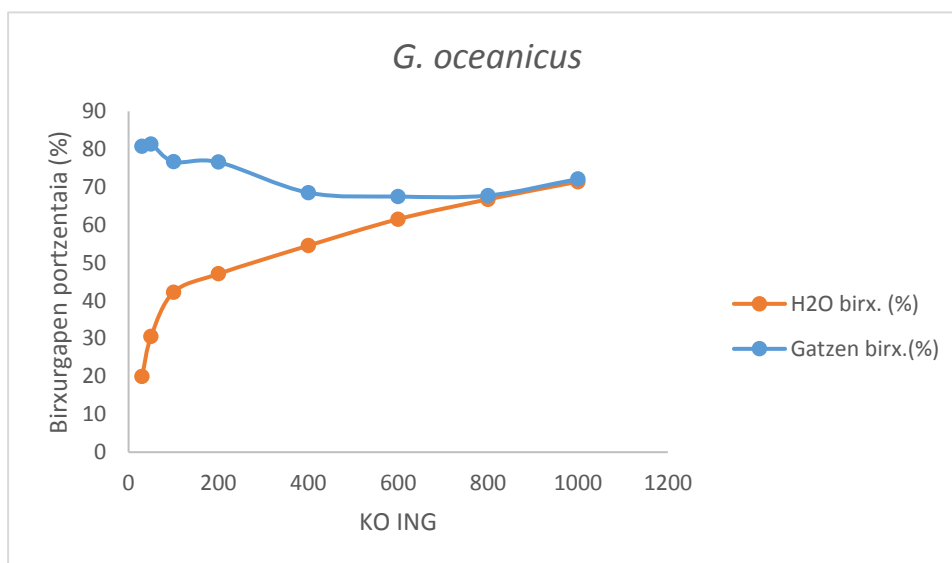
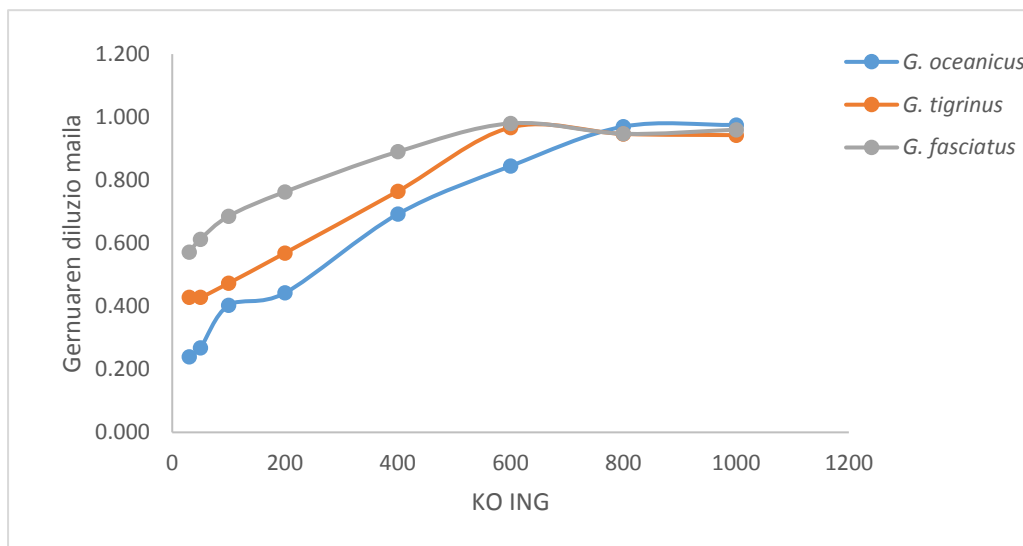
$$(GOGORATU \rightarrow ITG: (G/O)_{IN} \cdot V)$$

Grafikoan ikusten den bezala, ITG handitu da gernu-fluxua handitu den modu berean, beraz, ITG handituz bai ikusten da gernu-fluxua handitzen dela. Beti muga batera arte.



Bigarrenik, gernu gero eta diluituago bat ekoiztea onuragarriago da gernu-fluxua emendatzeko, eta hori lortzen da uraren iragazkortasuna aldatuz.

Ondoko grafikoetan ikusiko dugu uraren diluzio maila nefridioan, kanpo kontzentrazioa aldatzen den heinean, eta, uraren birxurgapenaren aldaketa (H_2O BX) uraren iragazkortasunaren aldaketa kanpo ingurunearekiko. Adibidea, *G. oceanicus*-en kasuan.

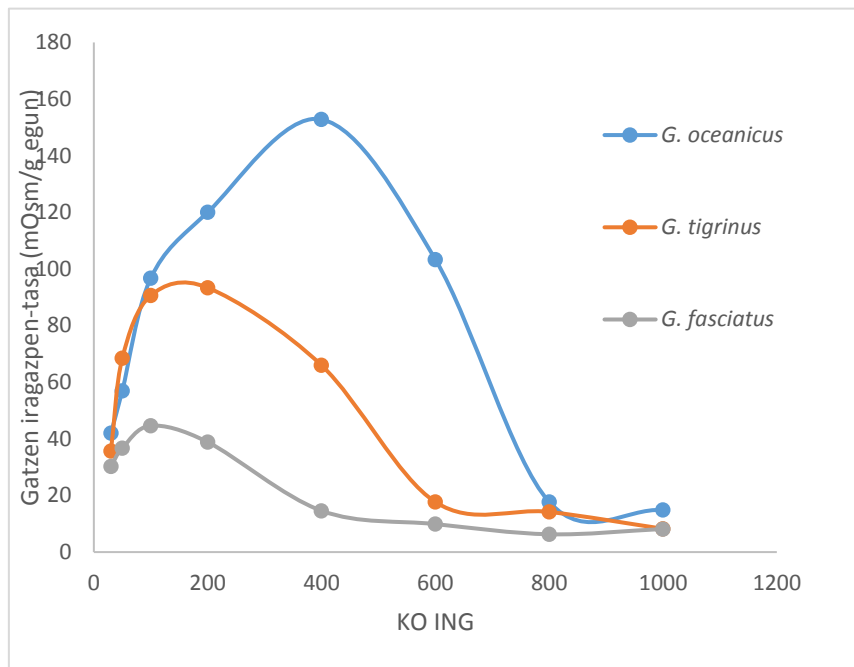


G. oceanicus-en kasuan 800 mOsm-tik behera gatzak ponpatze hasten dira, bertan ikusten da gatz eta uraren arteko iragazkortasun diferentzia.

Uraren iragazkortasuna aldatzen duena hormona antidiuretikoa da (ADH). Gamaridoen kasuan ez da hormona antidiuretikoa, hau soilik gizakiok dugu, baina bai edukiko dute honen analogo bat.

Laburbilduz, eraenketa erdian bi gauza garrantzitsu ITG emendatzen da eta uraren iragazkortasun selektiboa aldatzen da gernu-fluxua emendatzeko.

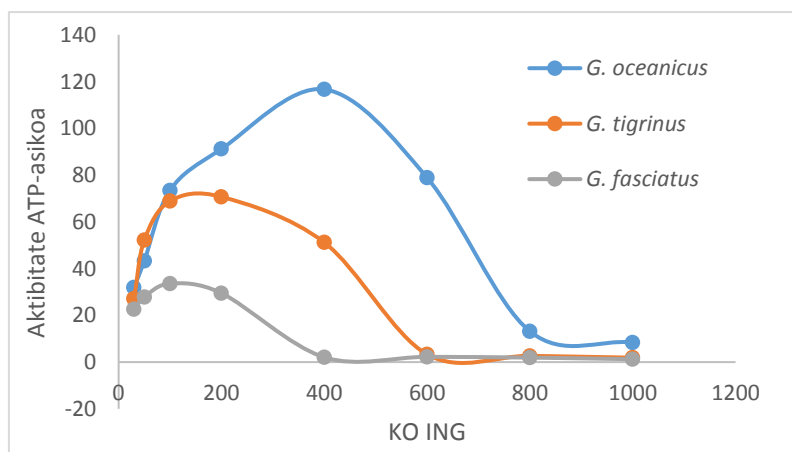
Metodo hau oso egokia da hiperosmotikoak diren animalientzak, ingurne hiposmotiko batean sartzen direnean uraren inbasio masiboak dakarren eragina murrizteko, gernu hiposmotikoa ateraz. Hala ere, arazo bat dago, gatz asko birxurgatzen diren arren, ur asko kanporatzean halabeharrez gatzak galduko dira. Grafiko honetan ikus dezakegu hiru gamaridoen gatz galera (gatz iragazpen-tasa) kontzentrazio osmotikoaren aldaketaren aurrean:



- *G. oceanicus*-en kasuan osmokonunztagarri den tarteetan gatz gutxi galtzen ditu. Eraentzaile den tartean (800-400), ordea, gernu fluxua emendatu duenez, eta urarekiko iragazkortasuna murriztu, gatz-galera handia da nahiz eta gatz asko birxurgatu. Gatz galera maximoa KO ING= 400 mOsm denean ematen delarik.

- *G. tigrinus*-en kasuan, eraentzaile ahula denean gatz gutxi galtzen du, baina gero emendatzen dihoa 200-100 mosm-ko tartean galera maximoa eman arte.
- *G. fasciatus*-ek 100 mOsm-tan du galera maximoa.

Orduan, ikusten denez, osmoeraenketa estrategia ez da soilik gernua ekoiztea. Gernua ekoiztea ona da uraren sarrera inbasiboa konpentsatzeko, gatz asko galtzen delako. Beraz, gatz hori ingurunetik errekuiperatu beharko da. Funtzio hori brankietan dauden gatz ponpen bidez ematen da. ikusteko animaliek nola aktibatzen duten brankien bidezko gatz eskuraketa estrarenala grafiko hau dugu, non azaltzen den brankien aktibitate ATPasikoa (hau da aktibitate metabolikoa) kanpo ingurune kontzentrazio aldaketa ematen den bitartean.



Ikusten denez, aurreko grafikoaren, gatz-galeraren grafikoaren oso antzekoa da, ia identikoa.

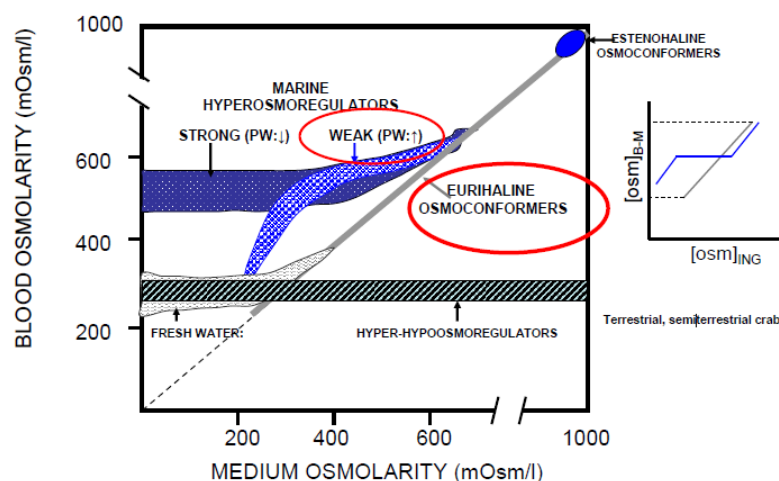
- *G. oceanicus*-en aktibitate maximoa 400 mOsm-tan
- *G. tigrinus*-en aktibitate maximoa 200-100 mOsm-tan
- *G. fasciatus*-en aktibitate maximoa 100 mOsm-tan

Hiru gamaridoen aktibitate maximoaren balioak, gatzen iragazpena-tasaren balio maximoak izan zituzten KO ING tarte berdinetan dituzte, honek erlazionatzen du guztiz gatzen galera eta aktibitate brankiala edo gatzen eskurapen estrarrenalak, hau da, osmoeraenketa.

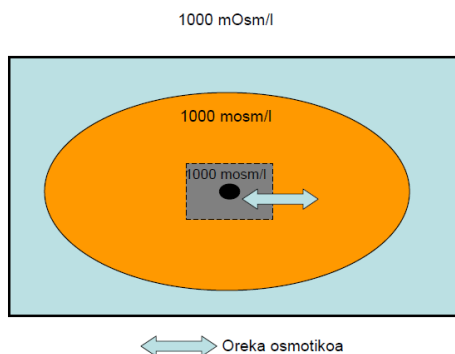
BOLUMEN ZELULARRAREN ERAENKETA ISOSMOTIKOA

Lehen ikusi dugu Gamaridoen kasuan nola ematen den eraenketa hiperosmotikoa, gertu-fluxua emendatuz, gatzen birxurgapen.. etab. Baina zer gertatzen da osmoeraenketa mekanismo horiek nahikoak ez direnean edo animaliak ez dituenen bere barne medioa konstante mantentzeko?

Badaude animalia osmokonunztagarri eurihalinoak, hau da, ez dira gai beraien barne medioa konstante mantentzeko baina gazitasun tarte zabal batean bizitzeko gai dira, estuarioetan, esaterako.

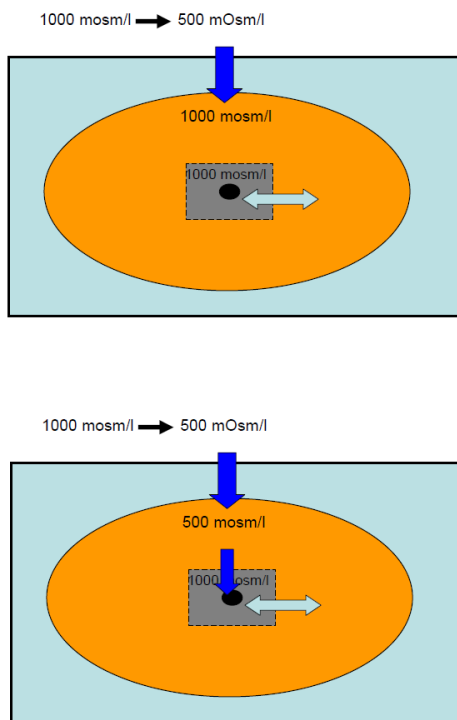


Gure gamaridoak eraentzaile ahulak dira, nahiz eta tarte konkretuetan eraentzaile oso onak izan, soilik tarte batean eraentzeko gai dira. Hau dela eta, bai osmoeraentzaile ahulei, bai osmokonunztagarriei tarte batzuetan beraien barne medioaren kontzentrazioa aldatzen zaie. Zer gertatzen da aldaketa honetan?



1) Animalia bat dugu oreka osmotikoan:

- KO ING = 1000 mOsm
- KO HL= 1000 mOsm
- KO LIZ = 1000 mOsm → hauetatik konposizio ionikoa
 - 600 mOsm NPS
 - 400 mosm gatz inorganiko



2) Kanpo ingunearen diluzio bat ematen da (1000→500 mOsm)

- Ura sartzen da gradientari jarraituz barne mediora, uraren inbasio masiboa.
- Barne medioa diluitzen da, 500 mOsm-tara ere eta ondorioz ura, gradienteari jarraituz, zeluletara sartzen da.
- Uraren inbasio honek efektu bikoitza eragingo du zeluletan:

- Bolumen zelularren aldaketa emango da. Honek plasmolisia eragin dezake eta zelula hil.
- Likido intrazelularren kontzentrazio osmotikoa aldatzen dela, beraz, 500 mOsm-tatik, 300 mOsm NPS eta 200 mOsm gatz inorganiko. Gatz inorganikoen hain kantitate baxuak aktibitate entzimatiokoan eragin, hauek askok gatzekiko menpekotasun altua baitute. Ondorioz, metabolismoak hankaz gora.

Esperimentalki ikusi da, animalia batzuk ez dutela edo ez direla gai eragin hauen aurka egiteko mekanismorik baina beste batzuk bai, mekanismoak dituzte eragin edo efektu hauek ekiditeko.

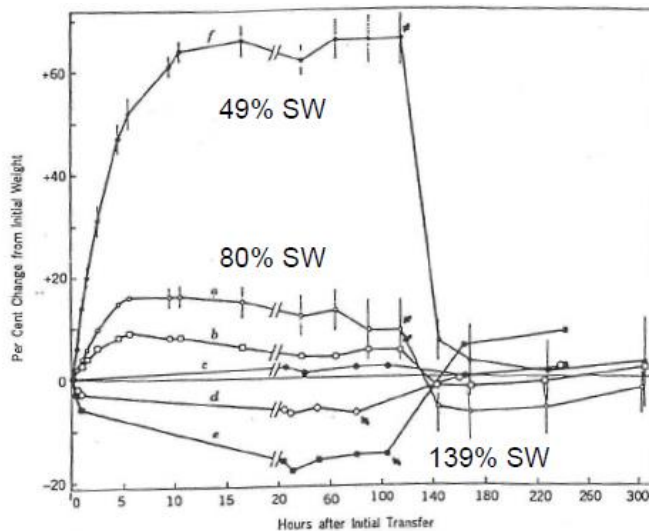


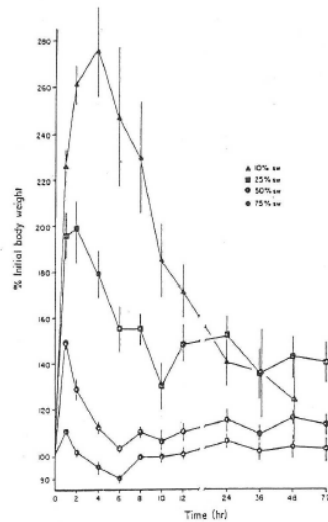
Figure 18. Osmotic equilibration in *Themiste dyscritum*. Time course of weight change in *T. dyscritum* after transfers from 658 mM of Cl^- (98% SW) to 139% SW (■—■), 111% SW (○—○), 98% SW (●—●), 89% SW (□—□), 80% SW (○—○), 49% SW (●—●). At the points indicated by the black arrows, the worms were returned to 98% SW. Note change in scale of time axis after 20 h. [Reproduced from Oglesby (195).]

Hurrengo grafikoan dugu gazitasunaren aldaketak komunztagarri estenohalinoetan daukan efektua, esaterako, sipunkulidoetan. Sipunkulidoak itsastarrak dira, itsastar hertsia, inoiz ez ditugu aurkituko esuarioetan edo ur kontinentaletan.

Laborategian gazitasun ezberdinetan jarri ziren eta grafikoan adierazten den bezala, hauen pisua aldatu zen uraren sarreraren ondorioz. Animalia hauek ez dituzte mekanismorik ekiditeko eta beraz, pisua aldatzen dira.

Esperimentu berdina egin zen oskol gabeko molusko batekin. Gazitasun ezberdinetan jarri eta gero, ikusi zen hasiera batean pisua gorantz zihoala baina denbora pasa eta gero, berriro bere ohiko pisu freskoa berreskuratzen zuela.

GAZITASUNAREN ALDAKETAK KOMUNZTAGARRI EURIHALINOETAN DAUKAN EFETUA



[OSM]ING	1100	550	275	110
[OSM]HL	1100	550	275	110
4h Wf	1g	1.5g	2.0g	2.7g
4h Hidrat%	80	86.6	90	92.5
72h Wf	1g	1.1g	1.4g	1.2g
72h Hidrat %	80	81.8	85.7	83.3

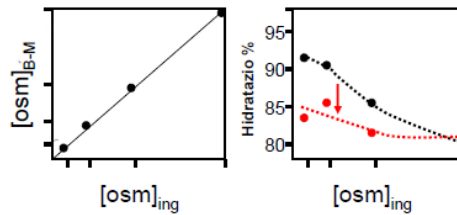


Figure 17. Volume regulation in *Elysia*. Volume changes were larger and faster than for *Modiolus*. [Reproduced from Pierce et al. (2004) with permission of The University of Chicago Press.]

MEKANISMOAK?

Kalkulatzen badugu animaliareen hidratazioa 1100 mOsm-tan

4h Wf (pisu freskoa) = 1g

4h Hidrat % = %80

1 g → 0,2 g PL + 0,8 g H₂O → 0,8 g H₂O / 1 g = %80

550 mOsm-tan

4h Wf = 1,5 g jakinda pisu lehorra (PL)= 0,2 g dela, uraren pisua 1,3 g-ka izango da. Beraz, hidratazio portzentaia:

$$Ur\ pisua / pisu\ totala = (1,3/1,5) \times 100 = \%86,6 \text{ (taulan azaltzen dena)}$$

Hau ikusten dugu 4 h pasa ondoren, hidratazio portzentaia pixkanaka pixkanaka emendatzen doala. Baina, 72 h igaro ondoren, pisua aldatu da, ez da hainbeste igo eta hidratazio portzentaia ere ez da hain handia.

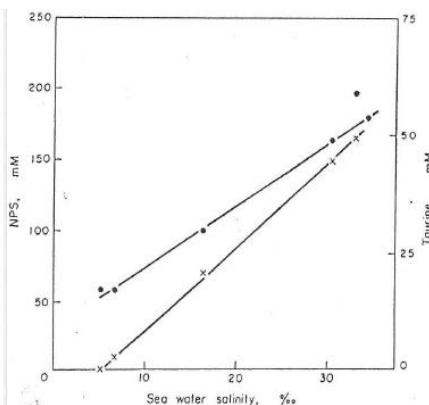
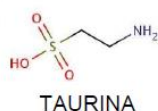


Figure 1-4. Concentrations of non-protein nitrogenous compounds (ninyhydrin positive substances) (●) and taurine (x) in body fluid of *Mytilus* in different salinities (0/00). (From Lange, R., Comp. Biochem. Physiol. 10:173-179, 1963.)



Nola lortzen du hau animaliak? **Bolumen zelularren eraenketa isosmotikoaren bitartez (BZEI)**

BZEI emateko aktiboki erregulatzen dira eragile osmotiko intrazelularren kontzentrazioak, hau da, NPS-en kontzentrazioak.

Ondoko irudian azaltzen da nola aldatzen den Mytilus-en NPS-en eta taurinaren kontzentrazioak kanpo inguruan kontzentrazioa aldatzen den heinean. Ikusten da diluzioarekin NPS eta Taurina kontzentrazioak behera egiten dutela ere, baina zein da mekanismoa konkretuki?

- 1) Demagun zelula bat daukagula, hasieran orekan dagoela KO HL = 1000 mOsm = KO LIZ . orekan daude barne medioa eta medio intrazelularra. KO LIZ 1000 mOsm-tik:

- 600 mOsm NPS
- 400 mOsm gatz inorganiko

- 2) Barne medioa diluitzen da 500 mOsm-tara, zelularen bolumen zelularra bikoiztu egiten da. KO HL = 500 mOsm

- 300 mOsm NPS
- 200 mOsm gatz inorganiko

- 3) Bolumena berreskuratzeko barruko NPS kontzentrazioa murriztu beharko du zelulak.

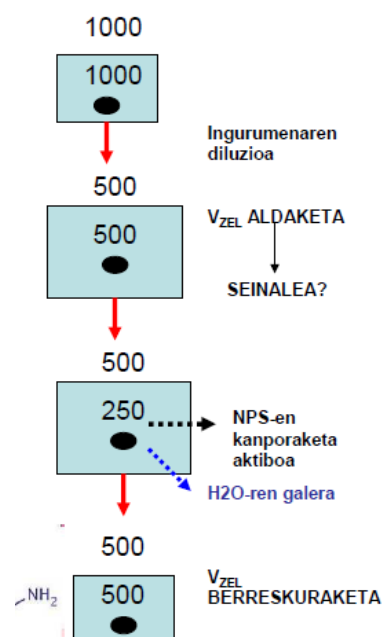
Zelula barruan kontzentrazioa murrizten bada KO LIZ = 250 mOsm eta KO HL 500 mOsm-ko kontzentrazioa mantentzen bada, ura gradientearen alde aterako da ingurune kontzentratuenera zelularen bolumena murriztuz. Zelulak barneko kontzentrazioa murrizteko **NPS-en kontzentrazioa murrizten du**

KO HL = 250 mOsm

- 50 mOsm NPS
- 200 mOsm gatz inorganiko

- 4) Azkenean zelula bere ohiko egoerara bueltatuko da. KO HL = 500 mOsm eta KO LIZ = 500 mOsm.

- 100 mOsm NPS
- 400 mOsm gatz inorganiko



Honekin lortzen da batetik, zelularen bolumenaren emdnioa saihestea eta , bestetik, gatz inorganikoen kontzentrazioa mantentzea. Modu honetan, entzimen aktibitatea ez da kaltetzen gatzaren kontzentrazioa mantendu delako. Gainera gatzaren kontzentrazioa ezin da aktiboki aldatu, soilik pasiboki aldatzen da. animaliak aktiboki bere barne kontzentrazioa aldatu nahi badu NPS-en bitartez egin behar du, inoiz ez gatz inorganikoen bitartez.

SOLUTO INTRAZELULAR OSMO-BATERAGARRIAK

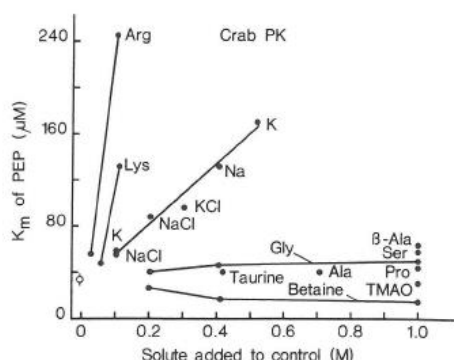


Fig. 1. The effects of NaCl, KCl, and organic osmolytes on the apparent Michaelis-Menten constant (K_m) of phosphoenolpyruvate (PEP) for pyruvate kinase (PK) of the crab, *Pachygrapsus crassipes*. The symbol is the control (0.1 M KCl) with 95% confidence limits shown by the vertical line. Abbreviations: Ala = alanine, Arg = arginine, β -Ala = β -alanine, Gly = glycine, Lys = lysine, Pro = proline, Ser = serine. Reproduced from Yancey et al., '82, with permission of Science. Copyright 1982 by the AAAS.

NPS-ak molekula bereziak dira, hauek osatzen dituzten aminoazidoak ez dira proteinetan aurkitzen diren 20 aminoazido hauek. NPS hauek osatzen dituzten aminoazidoak batez ere, Glizina, Alanina eta Taurina dira.

Molekula hauek oso garrantzitsuak dira eta oso erabilgarriak osmo-bateragarriak direlako, hau da, ez dute metabolismoan inolako eraginik molekula neutroak direlako. Ez dute entzimen aktibitatean eragiten, eta, metatuz gero, ez dute eragin toxikorik zeluletan.

Ondoko grafikoan ikusten dugu pirubato kinasa (PK) entzimaren PEP-ekiko afinitatearen aldaketa.

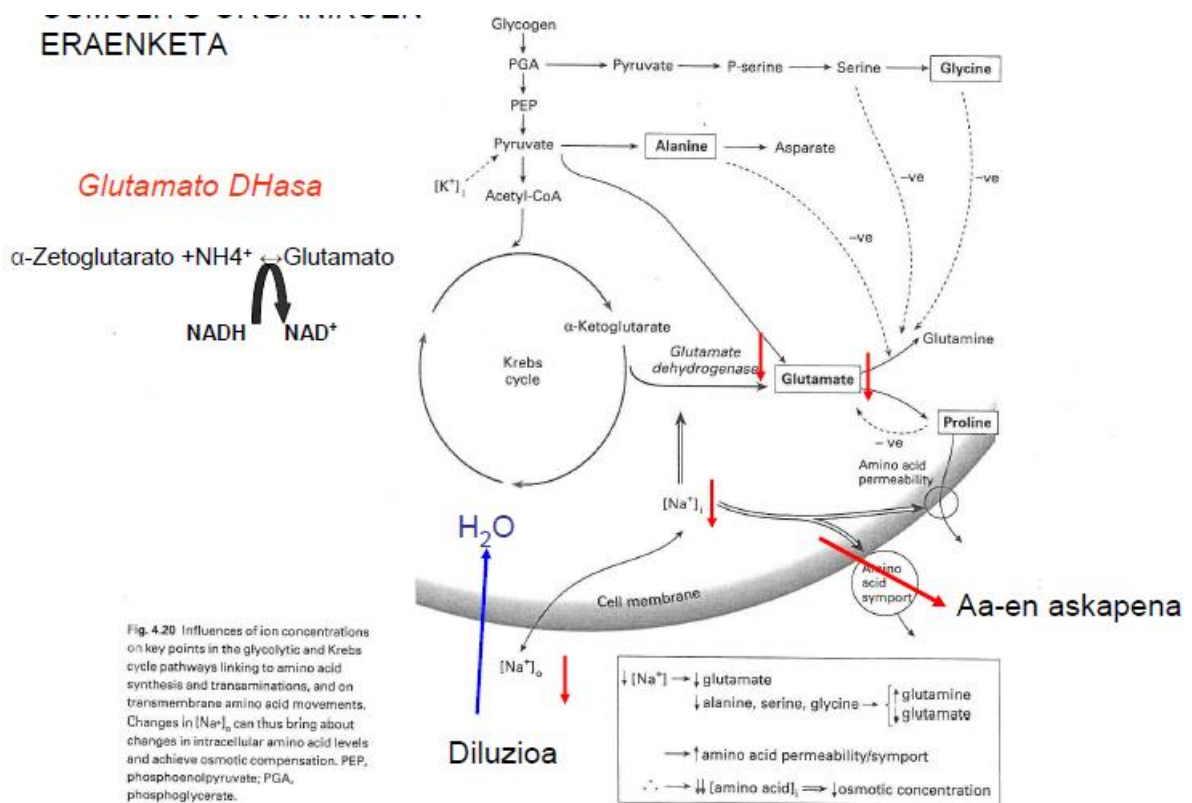
Ikusten denez, K_m -a soilik aldatzen da gatz inorganikoak (Na^+ , Cl^- etab.-en) kontzentrazioak aldatzen direnean. Lisina, arginina eta bestelako aminoazidoek ez dute eraginik entzima-substratu afinitate horretan.

OSMOLITO ORGANIKOEN ERAENKETA

Zitoplasman agertzen diren osmolito bateragarrien, NPS-en, sintesian glutamato deshidrogenasa da entzima gakoa.

Glutamato DH-ak Krebs zikloaren bitartekari den α -zetoglutaratoa hartu eta finkatzen du amino talde batekin, NADH-rekin batera, eta aminoazido bat lortzen du. Behin glutamato dugula, transaminasen bidez beste aminoazidoak sintetiza daitezke.

Glutamato DH-ren ondorioz aminoazido hauek etengabe daude sintetizatzen eta katabolizatzen.



Diluzio bat ematen bada, hau da, alde extrazelularren $[\text{Na}^+]$ -ren jaitsiera, ura zelulara sartuko da. Ondorioz $[\text{Na}^+]_{\text{LIZ}}$ jaitsi egingo da eta honekin batera GlutamatoDH entzimaren aktibitatea ere murriztuko da. Frogatu egin da esperimentalk uraren sarrera zelulan indusitzen duela glutamatoDH entzimaren inhibizioa, beraz, aminoazido bateragarrien sintesia bertan behera geratzen da.

Gainera, aminoazidoen askapena ere indutitzen da, sinporteak aktibatzen dira aminoazido bateragarriak zelulatik at ponpatzeko. Ez dago oso argi zeintzuk diren zehazki aminoazidoen garraio hau betetzen duten kanalak. Batzun usteetan, ura sartzean mintza despolarizatu egiten da eta orduan Ca^{2+} sartzen da. kaltzioak erreakzionatzen du kalmodulinarekin eta honek aktibatu edo desaktibatu egiten ditu kanalak.

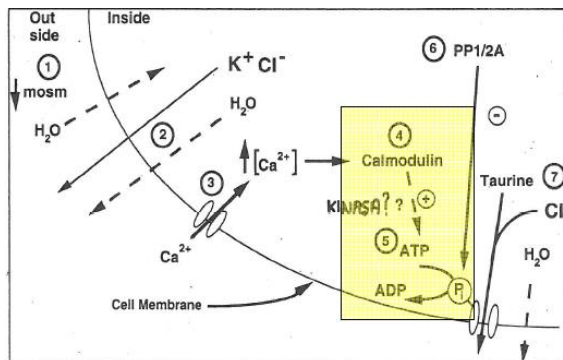
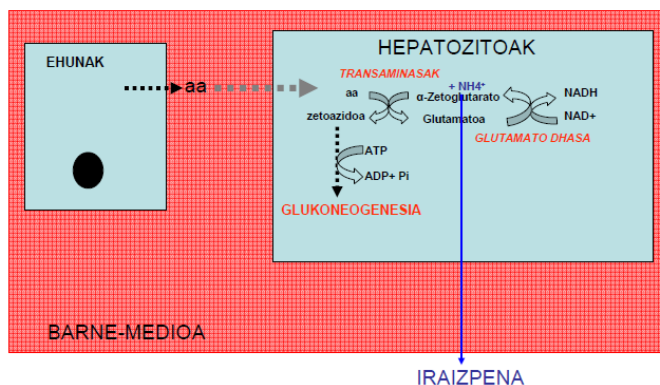


FIG. 3. Diagrammatic representation of the mechanism responsible for taurine efflux from *N. ponderosa* RBCs in response to hypoosmotic stress. A detailed description appears in the text.

Mekanismo guzti hauek ematen dira zelularen kontzentrazio intrazelularra murrizteko eta modu horretan uraren sarrera gelditu.

Aminoazido hauek kanporatzen direnean zeluletatik gibelera bideratzen dira, hepatozitoetara. Behin hepatozitoetan, transaminatu egiten dira nbi ekoizkin lortuz amonioa (NH_4^+) eta zetoazido bat. Amonioa kanporatzen da gernutik, hondakina baita. Baina, zetoazidoa glukoneogenesira bideratzen da azukreak lortzeko, hau da energia erabiliz azukreak lortzen dira zetoazidoen bitartez.

Honek esan nahi du, animaliak aminoazidoak kanporatzen dituen bere barne kontzentraziuoa murrizteko ikusiko dugu amonio iraizpenaren emendio bat eta energia eskarian emendioa (edo beheko grafikoa oxigeno kontsumoaren emendioa, ATP behar delako glukoneogenesirako)



AMONIO-IRAIZPENA

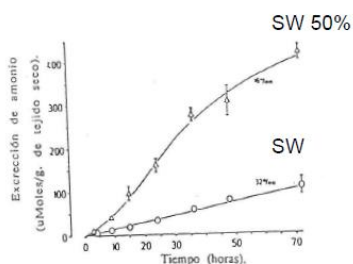


Figura 7. *Arenicola marina*: Excreción acumulada de amonio a 32 ‰ de salinidad (control) y tras la transferencia a 16 ‰. Tomado de Reitze y Schöttler (1989).

OXIGENO-KONTSUMOA

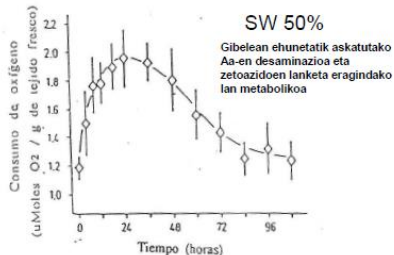


Figura 8. *Arenicola marina*: Consumo de oxígeno durante el periodo de ajuste osmótico tras pasar de 32 ‰ a 16 ‰ de salinidad. Tomado de Reitze y Schöttler (1989).

Geroz eta diluituago oxigeno kontsumo altuagoa