الضغط الأسموزي

هو عملية السيطرة على كميات الماء والموادِ الذائبة في خلايا وأنسجة الأسماك ويشار له أيضاً بالمصطلح الضغط التنافدي، تتكاثر التساؤلات حول ما هو الضغط الأسموزي بالرغم من كثرة تردد المصطلح على مسامعنا، فالإجابة الشافية أنه هو أدنى حد يمكن أن يصل إليه ضغط السوائل لضمان الامتناع عن تسرب المياه عبر غشاء شبه نافذ، كما يمكن تعريفه بأنه مقدار الضغط الناتج نتيجة تحرّك جزيئات السائل و منٍ محلول ذات تركيز عالي وانتقالها إلى آخر أقل تركيزا، ومن الجدير بالذكرِ أن ظاهرة الضغط الأسموزي تحدث نتيجة حدوث حركة نشطة للمذيب النقي وتخلله عبر غشاء نصف نافذ للوصول إلى المحلول الذي يحتوي على المادة المذابة، وتحظى هذه العملية الحيوية بأهمية بالغة في علم الأحياء والفسلجة.

الضغط الأسموزي وأهميته

تتمثل أهمية الضغط الأسموزي بما يلي:

- تعتمد عليه الخلايا المعدومة الغلاف الخلوي في الحصول على الماء وطرحها كما هو الحال في البكتيريا.
- تعد وسيلة طبية للتخلص من بعض الكائنات الحية الدقيقة الضارة، إذ توضع في محلول ذات تركيز ملحي عالي؛ فيسهم ذلك في تسرب السائل إلى داخل خلاياها فيتم تدميرها.
- يساعد على تنظيم عملية النقل من الثغور في الخلايا الحيوانية المعدومة الجدران الخلوية.
- يسهم في حدوث انحلال خلوي تام في الخلايا.

تطبيقات الضغط الأسموزي

تحلية مياه البحار، يعد الأمر هنا مخالفاً للوضع الطبيعي؛ إذ يُلجأ إلى القيام بعملية معاكسةٍ للضغط الأسموزي من خلال إنشاء ضغط مخالف تماماً للضغط الأسموزي وأعلى منه، فيؤدي ذلك إلى سهولة انتقال المياه العذبة عبر الغشاء.

الضغط الاسموزي في الاسماك

تقوم الكلى بترشح سائل الدم من فضلات واخراجها في البول، فالكلى وسيلة ضخ للماء من داخل جسم السمك الى الخارج. ولما كانت الحيوانات تموت اذا ما غمرت في سائل مخفف جدا او مركز جدا بالنسبة لسوائل الخلايا او الجسم، لذلك اذا عاشت الاسماك في الماء العذب فان سائلها الداخلي يسحب الماء من الخارج ويصبح مخففا وبقيام الكلية بضخ الماء الى الخارج باستمرار فأنها تحافظ على تركيز المحاليل داخل الكلية.

اما اسماك الماء المالح فتركز الاملاح في دمائها وتقوم غدد خاصة بإفراز الاملاح الزائدة في الجسم الى الماء المار عبر الخياشيم. كما يعتقد ان غدة المستقيم في صفائحية الخياشيم Elasmobranchs تفرز ايونات الصوديوم والكلور كجزء من طرق التنظيم الاسموزي. وتقوم اسماك بحرية اخرى بتركيز اليوريا لرفع تركيز السائل الداخلي الى نفس التركيز في الخارج. بل واعلى منه احيانا لتوازن السوائل داخل وخارج الجسم. والاسماك العظمية لها طلائية خياشيم اقل نفاذية لذلك ترفع محتوى الدم من اليوريا ليماثل في اسموزيته ماء البحر. فتقوم الاسماك بالاحتفاظ باليوريا ولا تخرجها كلها حرصا على التنظيم الاسموزي حتى لا تجف اجسامها بارتفاع ملوحة الماء، بينما تخفض من تركيز يوريا جسمها اذا انتقلت الى ماء اقل ملوحة. الا ان السمك لا يحتمل اليوريا كثيرا، اذ تؤدي الى تثبيط انزيمات عمليات الاكسدة وهدم الجليكوجين.

أي ان الاسماك تقوم بتنظيم اسموزي Osmoregulation للمحافظة على التوازن بين الماء والملح في انسجتها ليتوازى ضغطها الاسموزي مع الضغط الاسموزي لوسط معيشتها.

ميزان الملح والماء للفقاريات المائية وكيفية حل مشكلة الضغط الاسموزي:

الحيـــوان	استهلاك ماء البيئة	تركيز الدم بالنسبة لماء البيئة	تركيز البول بالنسبة لتركيز الدم	وسيلة إخراج الملح
أسماك عظمية بحرية	تشرب ماء البحر	أقل	متعادل	البول متعادل / يخرج الملح من الخياشيم
أسماك عظمية ماء عذب	يدخل الماء من الخياشيم والمعدة	أعلى	أقل	البول أقل تركيزا
برمائيات	لا تشرب ماء البحر	متعادل	متعادل	البول متعادل / يخرج الملح من غدة المستقيم
زواحف	تشرب ماء البحر	أقل	متعادل	البول متعادل / الدموع أعلى تركيزا
طيور	تشرب ماء البحر	أقل	أعلى	بول مركز قليلا / إفراز الأنف عالي التركيز
ثدييات	لا تشرب ماء البحر	أقل	أعلى	بول عالي التركيز جدا

ويعبر عن التنظيم الاسموزي بالاوزمول Osmole (جرام جزيئي / لتر (كجم) ماء) فواحد مول كلوريد صوديوم / كجم له 2 اوزمول. والاسهل لسوائل الجسم ان يعبر عن اسموزيتها بالمللي اوزمول (mosm)، وقد يعبر عن التركيز الاسموزي بدلالة الانخفاض في درجة تجمد السوائل.

ويطلق على المحاليل منخفضة الاسموزية (التوتر) أي منخفض تركيز الملح Hypotonic او Hyposmatic، والمحاليل مرتفعة التركيز الملحي أي مرتفعة الاسموزية يطلق عليها hyperosmatic بينما متعادلة الاسموزية يطلق عليها isosmatic.

فالتركيز الاسموزي لدم الاسماك في المياه العذبة يقع ضمن الحدود العالية للاسموزية (265-325 مللي او زمول/ كجم) فلابد لها من منع تخفيف الدم بانتشار الماء للداخل بطرق عديدة، منها اخراج بول مخفف عن البلازما لكنه غزير، واحتجاز بعض نواتج الميتابوليزم ويساعد في هذا التنظيم كل من الكلى والمثانة وامتصاص الماء عن طريق الجلد ودور الخياشيم في استخلاص المعادن من الماء ونقلها الى الدم، وكذلك دور الخياشيم في امتصاص الماء.

دماء الاسماك البحرية لها تركيز اسموزي (اقل منه لماء البحر المالح) 380-470 مللي اوزمول/ كجم، وتقوم هذه الاسماك باحتجاز المواد النيتروجينية لتعويض الانتشار للماء المتجه الى خارج الجسم خلال الخياشيم والجلد تبتلع ماء البحر ويمتص من القناة الهضمية، اذ تمتص العناصر المعدنية وتخرج الزيادة منها عن طريق الخياشيم والبول والبراز، فالأسماك البحرية تشرب اكثر وتخرج بولا اقل عما هو في اسماك الماء العذب.

وفي المناطق المتجمدة تزيد الاسماك من اسموزية دمائها بزيادة تركيز مواد عضوية (خلاف السكر واليوريا) لتزيد الانخفاض في درجة التجمد للدم لتشابه اسموزية الدم وماء البحر.

أما الأسماك ثنائية الهجرة بين الماء المالح والماء العذب فلها ميكانزم تحمل ملوحة خاص يشمل تغييرات شكلية وفسيولوجية يسهل عملية التنظيم الأسموزي في البيئة الجديدة.

والتنظيم الأسموزي يرتبط بالتنظيم الأيوني Ionoregulation والمائي من خلال عمل كل من:

1- الخياشيم: إذ تحتوى خياشيم الأسماك على خلايا كبيرة غنية بالميتوكوندريا تعرف بخلايا الكلوريد، تشترك في تنظيم الأيونات لمقدرتها على إخراج كلوريد الصوديوم، أي أنها تكون نسيج إخراج الملح في خياشيم الأسماك في الماء المالح عن طريق نقل ايون نشط بواسطة انزيم / Sodium Potassium – stimulated adenosine triphosphatase (ATPase) ويزيد نشاط انزيم (Succinic dehydrogenase (SDH الميتوكوندريا كذلك كمرقم بيوكيماوية آخر لنشاط الميتوكندريا، اذ يشبه في نشاطه نشاط الإنزيم الأول Na+/ K+ - ATPase، ويتركز في خلايا الكلوريد بالخياشيم، فيزيد كذلك نشاط إنزيم SDH في الخياشيم بالانتقال إلى الماء المالح مع زيادة إنزيم Na+ / K+ - ATPase، كما قد تزيد العمليات الأخرى المتطلبة للطاقة كما في نقل الأيونات ثنائية التكافؤ بواسطة إنزيم /Ca++ Mg++- ATPase الذى ينشط بالنقل إلى الماء المالح وزيادة الحاجة لإنتاج الطاقة في خلايا الكلوريد.

٢- الأمعاء: تقوم هي الأخرى بامتصاص السوائل فيها ويزيد هذا المعدل بالانتقال إلى الماء المالح، وهذا العمل يتوقف على الكلوريد ومرتبط بدخول الصوديوم والكلور الواردان من Na+ /K+ - ATP ase يعقبه زيادة إزموزية الماء، ويزاد نشاط إنزيم Na+/K+ - ATPase في مخاطية الأمعاء كما في الخياشيم، ويحدث ذلك لأقلمه الأمعاء (السالمون، الشعبان) على الماء الأسموزي (الجاف، المالح).

3- الكلى: لها أسلوبها في هذا التنظيم، إذ بانتقال الأسماك (السالمون مثلا) إلى الماء المالح يصاحب ذلك انخفاضي معدل الترشيح الحبيبي للكلي مما يخفض من معدل التبول لحفظ ماء الجسم وينخفض نشاط أنزيم Na+/K+- ATPase في الكلي كوسيلة لحفظ ماء الجسم من البيئة المالحة كما حدث كذلك من الأمعاء والخياشيم. فالكلى يمكنها إنتاج بول أكثر تركيزا من الدم، أي يمكنها تخليص الجسم جزئيا من أملاحه.

4- تنظيم هرموني: هناك منظمات هرمونية Hormonal Regulators لعملية تنظيم الأسموزية وتشمل:

أ- هرمونات الدرقية Thyroid Hormones: إذ يزيد مستوى هرمون الثيروكسين في البلازما كما يزيد ثلاثي أيودوثيرونين عند نقل السمك إلى الماء المالح. ونقل السمك إلى الماء المالح في أثناء زيادة نشاط الدرقية يحدث انخفاضا مفاجئا في

الثيروكسين (T4) و ثلاثي آيودوثيرونين (T3) في البلازما. وقد وجد أن تنبيه الدرقية يحدث في الماء العذب أكثر منه في الماء المالح رغم أهمية وظيفة الدرقية لنجاح التنظيم الأسموزي في أسماك الماء المالح.

ب- النخامية الكلية Pituitary - interrenal axis: يزيد نشاط النخامية والكلية عند نقل الأسماك (السالمون) إلى الماء المالح فيزيد الكورتيزول في البلازما، والذى قد يؤدى إلى زيادة نشاط إنزيم Na+ / K+ - ATP ase الخياشيم، إذ أن حقن ثعبان السمك بالكورتيزول وحقن السالمون بهرمون آدرينوكورتيكوتروبين (Adrenocorticotropin (ACTH قد شجع على زيادة عدد خلايا الكلوريد بالخياشيم ونشط إنزيم Na+ / K+ - ATP ase وكذلك نشط من إنزيم SDH في خياشيم السالمون. وتؤدى الهرمونات المنشطة للدرقية والمفرزة من النخامية إلى التنظيم الأسموزي من خلال تبنيها الإفراز هرمونات الدرقية ويؤثر الأرجنتين فازوتوسين Arginine Vasotocin على فعالية الكلية وعلى نفاذية الصوديوم في أسماك المياه المالحة والعذبة علي حد سواء.

ج- البرولاكتين Prolactin: له دور اساسي في التنظيم الاسموزي في الماء العذب مع حفظة لمستوى بلازما الصوديوم والكلور. ويقل نشاط الخلايا المفرزة للبرولاكتين في النخامية بزيادة ملوحة الماء.

د- هرمون النمو وستيرويدات الجنس Growth hormone & sex steroids:

يزداد نشاط سوماتوتروبات النخامية (الخلاي المسئولة عن إفراز هرمون النمو) مع زيادة نمو السمك وتزيد القدرة على تحمل الملوحة. وقد ترجع زيادة النمو لتأثير هرمون النمو على هرمونات الدرقية. الاستيرويدات البنائية Anabolic Steroids (مثل إيثيل استراديول) تدفع معدل النمو في الزريعة (للسالمون)، بينما تخفضه في الأعمار الأكبر. كذلك ميثيل تستوسترون يؤدى إلى زيادة معدل نمو الزريعة (السالمون) في الماء العذب، ويثبط النمو للعمر الأكبر في الماء المالح. ولما لوحظ من تثبيط في نشاط إنزيمي Na+/K+- ATPase & SDH في الخياشيم للذكور الناضجة مع زيادة مستوى تستوسترون البلازما، فهذا يدعو للاعتقاد بتداخل ستيرويدات الجنس مع نشاط الإنزيمات المهيمنة على التنظيم الأسموزى.

هـ- اجسام افرازيه داخليه اخرى Other endocrine bodies: فالجسم الاصفر يزيد من نشاطه الإفرازي في أثناء الأقلمة على الماء المالح وكاستجابة للتغييرات البيئية كمستويات الكالسيوم والصوديوم، فربما يلعب الجسم الأصفر دورا في تنظيم الخياشيم في النقل الأيوني، فإزالة الجسم الأصفر من ثعبان السمك أدى إلى تضخم وزيادة عدد خلايا الكلوريد وزيادة نشاط إنزيم Ca++ / Mg++ - ATP ase الخياشيم وزيادة مستوي كالسيوم البلازما.

5- المعادن الثقيلة Heavy metals: إطالة فترة التعرض لآثار من التلوث بالنحاس تثبط نشاط إنزيم Na+ / K+ - ATP ase الخياشيم وتعوق الأقلمة للماء المالح ويحدث نفوق بمعدل كبير. كذلك التعرض للكادميوم يعيق التأقلم على الماء المالح، ولوحظت تأثيرات مماثلة عند تلوث بيئة السمك بالرصاص او الزنك وغيرها من المعادن الثقيلة.

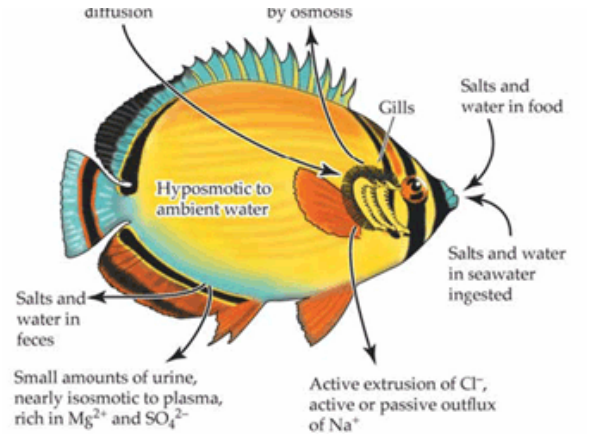
6- زيادة حموضة الماء Low pH Waters: تعيق النمو وتثبط نشاط إنزيمNa+ / K+ - ATP ase وتقلل من تحمل الملوحة وتعيق القابلية لتنظيم أيونات البلازما.

7- درجة الحرارة Temperature: انخفاض درجة حرارة الماء لبعض الأنواع من الأسماك يثبط نشاط إنزيم Na+ / K+ - ATP ase.

التنظيم الأسموزي في الأسماك البحرية:

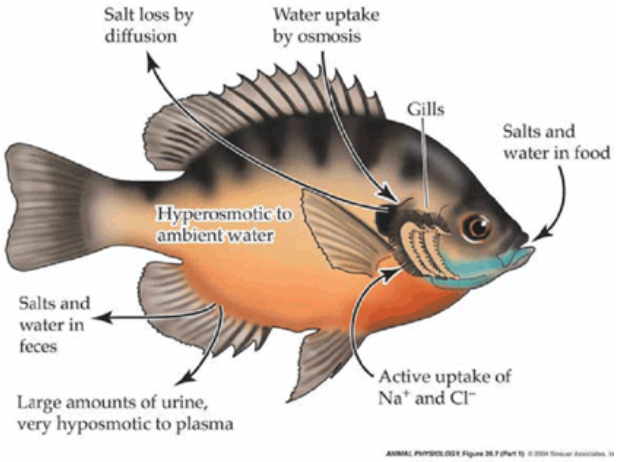
تقوم الأسماك التي تعيش في المياه البحرية بشرب المياه باستمرار لتعويض ما تفقده منه نتيجة لارتفاع الضغط الأسموزي لمياه البحر. ويفقد الجزء الأكبر من هذا الماء خلال سطح الخياشيم حيث يقاوم الجلد خروج المياه عن طريقة بسبب القشور والمخاط وتتراوح كمية المياه التي تشربها الأسماك البحرية بين 10 -40 ٪ من وزن الجسم يومياً ونلاحظ أنه يسمح للأيونات وحيدة التكافؤ (الصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد) بالمرور خلال

انسجة المريء الى الدم حيث تقوم الخياشيم بإفرازها والتخلص منها فيما بعد ويحدث بالانتشار بطريقة سلبية أي دون الاحتياج الى طاقة بسبب ارتفاع تركيز هذه الأيونات في مياه البحر غير أن جزء من هذا الانتقال يكون عن طريق الامتصاص النشط وتنشأ القوة الدافعة لهذا الامتصاص بسبب نشاط انزيم Na+ K+ ATPase الذى يوجد في الغشاء القاعدي للخلايا الطلائية المبطنة للقناة الهضمية وتؤدى عملية امتصاص الأيونات أحادية التكافؤ من الماء عند مروره في القناه الهضمية الى أن يصبح الماء الذى يصل الى الأمعاء أقل تركيزا من ماء البحر وبذلك يتم امتصاص حوالى 60 – 70 ٪ من الماء الذى تشربه الأسماك بهذه الطريقة. تصل الأيونات أحادية التكافؤ التي يتم امتصاصها الى الدم حيث يتم افرازها في الماء عن طريق الخلايا المعروفة بخلايا الكلوريد وهى خلايا غنية بالميتاكوندريا وتتركز هذه الخلايا بصفة خاصة في الخياشيم ولكنها توجد أيضا في جلد الرأس وعلى الغطاء الخيشومي في بعض الأنواع. عمل هذه الخلايا غير مفهومة بشكل جيد ولكن يبدو أنها تتضمن التبادل بين الصوديوم والبوتاسيوم عن طريق انزيم – Na+ K+ ATPase والذى يبدو مسئولا عن تشغيل مضخة الصوديوم كما في الخلايا العصبية. من ناحية أخرى لا يتم امتصاص الا كمية قليلة من الأيونات الثنائية التكافؤ مثل أملاح الكالسيوم والمغنسيوم والكبريتات خلال مرورها في القناه الهضمية عن طريق النسيج الطلائي للأمعاء وحوالى 80٪ من هذه الأيونات التي تدخل مع المياه التي تشربها الأسماك تطرد مع الفضلات الاخراجية Feces الى خارج الجسم بعد أن تكون مركبات معقدة غير قابلة للذوبان داخل القناه الهضمية باتحادها مع الأكسيدات والهيدروكسيدات. والكمية الصغيرة التي تمتص من الأيونات ثنائية التكافؤ يتم التخلص منها بواسطة الكليتين حيث تطرد مع البول في نفس الوقت تخفض الكلى من معدلات فقد الماء الى أقل درجة ولهذا تخرج الأسماك البحرية كمية قليلة من البول المركز والذى يحتوى على كمية كبيرة من الأملاح.



التنظيم الأسموزي في اسماك المياه العذبة:

من الطبيعي أن يكون الضغط الأسموزي لسوائل الجسم في أسماك المياه العذبة أعلى منه في البيئة الخارجية لهذا يتجه الماء لغزو أجسامها خاصة عن طريق الخياشيم وسطح القناه الهضمية وفى الوقت الذى تميل فيه الملاح للخروج من الجسم وتتخلص الأسماك من الكميات الزائدة من الماء بإفراز كميات كبيرة من البول المخفف. ولهذا فإن العمل الرئيسي الذى تقوم به الكليتين في أسماك المياه العذبة هو طرد الماء و بعض المركبات النيتروجينية مع الاحتفاظ بالسكر والأملاح . المشكلة التي تواجهها هذه الأسماك لا تكون في كمية الماء التي تفرزها ولكن في كمية اللاكتروليات التي تترشح من بلازما الدم أثناء ترشيح البول نفسه. وبالرغم من أن الكلى تقوم بإعادة امتصاص كمية كبيرة من الأملاح فإن فقد الأملاح يظل كبيراً بالنظر الى كميات البول الكبيرة التي تفرزها الأسماك. وتعوض الأسماك بعض من هذه الأملاح عن طريق الغذاء كما تقوم الخياشيم بامتصاص الأيونات بالامتصاص النشط من الماء.



الاخراج في الاسماك

يقصد بالإخراج التخلص من نواتج الايض غير النافعة والضارة وكذلك المواد الغريبة عن الجسم، وذلك بطرق عديدة سواء عن طريق الكلى او الخياشيم وغيرها. فالإخراج تقوم به عديد من الاجهزة، فالجهاز الهضمي يخرج المادة الصلبة غير المهضومة مع جزء من انسجة الجسم وانزيماته وعصائره في الروث، كما تقوم الخياشيم بإخراج الغازات المختلفة نتيجة التبادل الغازي كما تخرج نواتج التمثيل الغذائي من فضلات ازوتية. ففي الاسماك العظمية تخرج طلائية الخياشيم امونيا اكثر مما تخرج الكلى. وتخرج الكلى (عن طريق البول) في الاسماك البحرية كميات كبيرة من مركب ثالث ميثايل امين اوكسيد Trimethylaminoxid (TMAO)) وهو مركب ذاب وغير سام (ويوجد كذلك في عضلات الاسماك البحرية) وبفعل البكتريا يتحور منه مركب ثالث ميثايل امين (TMA) المميز لرائحة اسماك البحر الميته، ومركب TMAO مصدره خارجي أي من العوالق الحيوانية التي تحتوي على هذا المركب بتركيز عال. وتقوم الكليتان (او الجهاز البولي) بإخراج الماء ونواتج الميتابوليزم عموما.

والجهاز البولي في الاسماك معقد ومتغاير بتغاير الاسماك وبيئاتها، ورغم الارتباط بين الجهازين البولي والتناسلي لعلاقة الكلى بالجهاز التناسلي في بعض الاسماك، الا ان الجهازين منفصلان في اغلب الاسماك العظمية. وتختلف وظيفة اجزاء الكلى في الاسماك، فالجزء الامامي مضمحل وظيفيا في كثير من الاسماك.

ويتكون الجهاز البولي في الاسماك من كليتين متقاربتين ومتطاولتين على الناحية الظهرية لجسم الاسماك، وتتكون الكلى من الوحدات التركيبية المعتادة (النفرونات Nephrons) أي الانابيب الكلوية. وتتصل الكلى بقنوات بولية تصب في المثانة البولية او الكيس البولي التناسلي. وتركيب الجهاز البولي شديد التباين التركيبي لتباين تطور الاسماك المختلفة.

وتخرج الاسماك ناتج ميتابوليزم البروتينات في صورة اساسية هي الامونيا غير المتأينة NH3 وهي سامة عن الامونيا المتأينة NH4 لقدرتها على المرور خلا الاغشية الخلوية بشكل اكبر. ويتأثر الاخراج في شكل امونيا سامة على pH الماء ودرجة حرارته وملوحته، فكلها تؤثر على الاتزان بين صورتي الامونيا، فزيادة pH الماء وحدة واحدة يزيد تواجد الشكل السام من الامونيا بمعدل 10 مرات، والعكس فانخفاض pH الماء يكون مصحوبا بمستوى غير سام من الامونيا. كما ان ارتفاع درجة الحرارة يزيد من اخراج الامونيا وكذا اليوريا. ويؤدي التسمم بالأمونيا الى اوديما ورشح مع تكتل واندماج الصفائح الخيشومية موديه الى موت السمك بتأثير الاختناق Asphyxiation. لذلك تتحمل الاسماك تركيزات عالية من الامونيا الناتجة من فضلات ازوتها لسرعة واستمرارية افرازها من الخياشيم خارج اجسامها، كما ان انسجتها لديها القدرة على التحمل للأمونيا اكثر عن الحيوانات الاخرى التي تخرج اليوريا Ureotelic او التي تخرج حمض اليوريك Uricotelic كناتج اساسي نهائي لميتابوليزم الازوت. الاسماك تخرج اليوريا كذلك مع الامونيا بنسب متفاوتة مع زيادة نسبة اليوريا اذا خرج السمك من الماء بانخفاض مستوى ماء الاحواض.

ورغم زيادة انتاج الامونيا غير المتأينة عن اليوريا فان تركيزهما في الجسم على العكس فاليوريا اعلى تركيزا من الامونيا في انسجة السمك. ومصدر اليوريا (التي تخرج اساسا عن طريق الخياشيم بنسبة اكثر من 90٪ من اليوريا الكلية الخارجة من كل من الخياشيم والكلى) هو حمض اليوريك كما يوضح الرسم التالي:

ويساعد في ذلك كثير من النظم الانزيمية وهي guanosine ،adenosine deaminase ،deaminase ،nucleoside phosphorylase ،guanase ،xanthine oxidase ،uricase ،allantoinase& allantoicase.

بعض الاسماك العظمية البحرية لا تظهر قنواتها الكلوية في نهايتها أي جسيمات ملبيجي، وعليه فان هذا الاختزال لا يمكن من عملية الترشيح الكلوي وعليه تختلف بشدة كمية البول الخارجة من هذه الاسماك (5،2 مل /كجم/يوم) مع ما تخرجه اسماك الماء العذب (300مل /كجم/يوم).

ويرتفع تركيز ايونات الماغنيسيوم والكالسيوم والكبريتات مائة ضعف في البول عما هو علية في الدم، بينما يكون تركيز الكلور ضئيلا جدا في البول. وتخرج الاسماك كذلك بارا امينو حمض الهيبوريك p-

aminohippuric acid وغيرها عن طريق الكلى الا ان البول دائما خال من الجلوكوز (حتى مع ارتفاع تركيزه في البلازما) والاينولين.

تستخرج الاسماك العظمية حتى 90٪ من الازوت الخارج من الميتابوليزم عن طريق طلائية الخياشيم واساسا في صورة امونيا مع القليل من اليوريا. بينما المواد صعبة الانتشار كحمض اليوريك والكرياتينين فأنها تخرج من الجسم اساسا عن طريق الكلى.

وتقوم الاسماك بالإخراج للداخل أي بتخزين بعض نواتج الاخراج في خلايا معينة، فتخزن الاسماك الجوانين في هيئة بللورات في خلايا القزحية iridocytes في الجلد وفي اشكال مختلفة كذلك في شبكية ومشيمة العين.