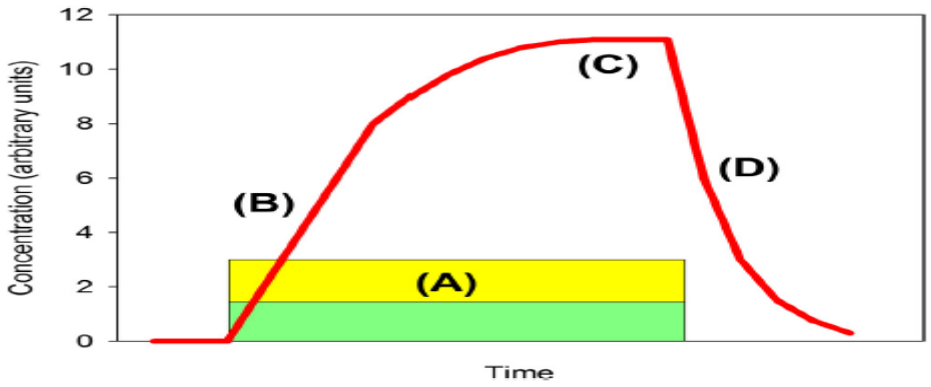
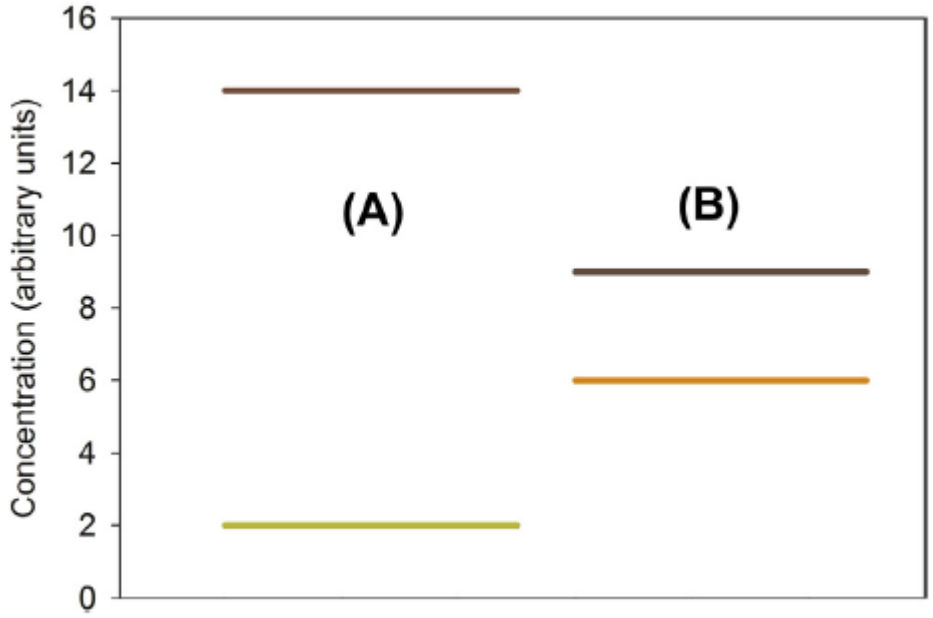
العوامل المؤثرة التوافر البيولوجي للكيمياويات

Factors Affecting the Bioavailability of Chemicals

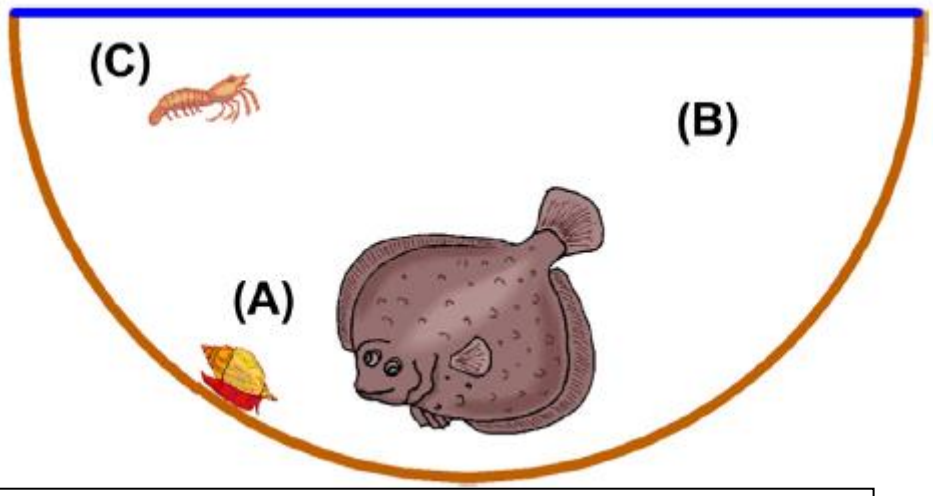
التوافر البيولوجي للمادة السامة ، وامتصاصها ، والتمثيل الغذائي (بما في ذلك التحول) ، والتخزين ،والإفراز يشكلان حركية سمية. وبالتالي يمكن تعريف حركية السموم Toxicokinetics على أنها الخصائص التي تؤثر على كميات المواد الكيميائية في الكائن الحي (الشكل.1) ,الخطوة الأولى في حركية السموم هو التوافر البيولوجي. التوافر البيولوجي هو إمكانية امتصاص كائن حي لمادة ما.عادة ما يتم التعبير عنه بالجزء الذي يمكن أن يأخذه كائن حي فيما يتعلق بالكمية الإجمالية للمادة المتاحة. والجدير بالذكر أنه دائمًا الجزء التوافر البيولوجي من المركب الذي يشارك في الامتصاص والاستجابات المتتالية لمادة كيميائية ، وليس المجموع كمية. وبالتالي ، يمكن أن يتسبب مقدار سام قليل في البيئة في استجابة أكبر ، إذا كانت البيئة مرتبطة بزيادة التوافر البيولوجي (الشكل.2). . يمكن تقسيم التوافر البيولوجي إلى التوافر البيولوجي الدوائيpharmacological bioavailability (كيف يؤثر مسار الإعطاء على إمكانية امتصاص مادة كيميائية) والتوافر البيولوجي البيئي Environmental bioavailability (كيفية التفاعلات مع الجهد البيئة المؤثر على إمكانية امتصاص مادة كيميائية). شكل 3.



شكل (1) . تمثيل المكونات المختلفة للحركية السمية كما يظهر في مستوى المادة السامة في الكائن الحي كدالة للوقت. (A) يتعرض كائن حي لمادة كيميائية. فقط جزء من مقدار الكيميائي يكون متوفر بيولوجيًا (التركيز الكلي أصفر + أخضر ، جزء متوفر بيولوجيًا أخضر). (B) يتم تناول المادة الكيميائية بواسطة الكائن الحي. معدل الامتصاص الأولي هو دالة خطية للجزء المتاح بيولوجيًا من المادة الكيميائية في البيئة. لكن، بعد فترة ، يصبح معدل الامتصاص منحنيًا ، حيث يتم استقلاب المادة الكيميائية التي يتم تناولها وإخراجها. (C) بعد وقت معين (خاص بالمواد الكيميائية) ، يتم الوصول إلى حالة ثابتة عند التعرض المستمر ، حيث يتم امتصاص و التمثيل الغذائي / الإخراج متساويان. (D) إذا انتهى التعرض للمادة السامة ، ينخفض تركيزها في الكائن الحي. ال يعتمد المسار الزمني للتطهير على آليات الإخراج.



شكل(2)



شكل 3

التوافر البيولوجي للمواد الكيميائية حسب الموقع في البيئة. مادة كيميائية يمكن أن تكون متاحة ل امتصاص من قبل كائن حي إذا كان (A) موجودًا في الرواسب - وهذا هو الحال خاصة بالنسبة للمركبات العضوية و كائنات أو كائنات قاعية لها جذور في الرواسب ؛ (B) في الماء - هذا هو الحال بالنسبة للمركبات القابلة للذوبان في الماء مثل معظمmetal cations و small anions. غالبًا ما ترتبط المركبات العضوية المرتبطة بالماء على ما يبدو بمادة عضوية مذابة أو مادة غروانية في عمود الماء. (C) يمكن أيضًا أن تكون المواد الكيميائية متاحة للامتصاصمن الكائنات الحية الغذائية - عادةً ما تكون المركبات القابلة للذوبان في الدهون متوفرة بيولوجيًا من خلال تناول الطعام مثل الفريسة الكائنات الحية.

ENVIRONMENTAL BIOAVAILABILITY

ما هو التوافر البيولوجي في علم السموم البيئية؟

في علم السموم البيئية ، تم تعريف التوافر البيولوجي على أنه كمية المادة الكيميائية التي يتم تناولها بالفعل من البيئة والمتاحة للتسبب في استجابة بيولوجية. قد يشمل الامتصاص الارتباط أو الانتشار من خلال أغشية الخلايا ، مع ملاحظة أن عمليات الامتصاص تشمل التراكم الأحيائي.

ما هو التوافر البيولوجي للملوثات؟

التوافر البيولوجي هو كمية الملوثات التي يمتصها الجسم بعد ملامسة الجلد أو الابتلاع أو الاستنشاق.

يمثل التوافر البيولوجي ، في علوم البيئة والتربة ، كمية العنصر أو المركب الذي يمكن للكائن الوصول إليه لامتصاصه أو امتصاصه عبر غشاءه الخلوي. في التطبيقات البيئية والزراعية ، غالبًا ما يشير التوافر البيولوجي إلى توافر الملوثات ، مثل الملوثات العضوية أو المعادن الثقيلة ، في أنظمة التربة ويستخدم أيضًا بشكل متكرر في تحديد المخاطر المحتملة لتطبيق الأرض من حمأة الصرف الصحي أو غيرها من مواد النفايات غير العضوية / العضوية.

هناك ثلاثة مكونات بيئية رئيسية قد تدخل منها المواد الكيميائية إلى الكائنات الحية في البيئة المائية : الماء ورواسب القاع والكائنات الحية الأخرى. الأهمية من هذه المصادر كمصادر امتصاص تختلف باختلاف قابلية ذوبان المركب في الماء.

يفضل تناول المركبات عالية الذوبان في الماء من المرحلة المائية. حتى

إذا تم العثور على المركبات بشكل كبير في الرواسب ، فسيكون موقعها وموقع امتصاصها في ماء السام . سيتم الحصول على المركبات المحبة للدهون إما من الرواسب أو ، على وجه الخصوص ، من الغذاء (أي الكائنات الحية الأخرى). سيؤثر تاريخ ترسيب المركب أيضًا على توفره.

إذا تراكم معظم المركب في الرواسب السفلية بمرور الوقت ، فستكون احتمالية الامتصاص من هذه الرواسب أعلى. أخيرًا ، يمكن أن يكون للكائنات الحية المختلفة بشكل ملحوظ كميات مختلفة من الملوثات حسب عاداتهم الغذائية وحركاتهم في المناطق الملوثة . على سبيل المثال ، يمكن أن يكون الملوث المرتبط بالرواسب في شبكة الغذاء بشكل مختلف تمامًا في وجود نباتات خضراء المتجذرة

وعن وجوده في الطحالب البحرية وحيدة الخلية. بغض النظر عن مسار الامتصاص الرئيسي للمادة الكيميائية ، العوامل التي تؤثر على التوافر البيولوجي هي نفسها في الأساس.
أولا ، التكوين المعقد للمواد السامة مع المركبات التي تحدث بشكل طبيعي ؛
ثانياً ، محبة للدهون. ،
ثالثًا ، تشابهها مع المركبات التي يتم تناولها على وجه التحديد.

التوافر البيولوجي للمركبات يحتاج إلى النظر في كل من الماء وخصائص الرواسب ، وكذلك كيفية تأثير الكائنات الحية الأخرى على خصائص المركبات المأخوذة. ان عنصر مهم في مثل هذه التفاعلات العضوية هو أن الكائنات الحية الدقيقة ، على وجه الخصوص ، قد تتناول المواد وتجعلها غير قابلة للوصول إلى الكائنات الحية الأخرى التي لا تأكل الكائنات الدقيقة. أيضًا ، عند النظر في التوافر البيولوجي ، فإن توصيل المركبات من الغلاف الجوي عن طريق هطول الأمطار (التردد أكثر أهمية من الكمية) يجب أن يؤخذ في الاعتبار.

إجمالي محتوى الكربون العضوي (TOC) ومحتوى الكربون العضوي المذاب (DOC) لديهم ارتباط وثيق مع التوافر البيولوجي. إلى حد كبير ، هذا يرجع إلى العديد من الملوثات معقدات تشكيل مركبات الكربون. في النظم المائية ، تعتبر المواد الدبالية أهم المركبات المعقدة المكونة للمجمع. المواد الدبالية عادة ما تكون جزيئات كبيرة غروانية مع العديد من مجموعات حامض الكربوكسيل والفينول. وعادة تنقسم إلى فئتين: الأحماض الدبالية الأكبر (الوزن الجزيئي (MW> 1000)، حتى وأحماض الفولفيك الأصغر (MW عادة أقل من 1000). ولأن المواد الدبالية تحتوي على مجموعات كربوكسيلات ، وعادة ما تكون حامضية مع شحنة سالبة شاملة. في المحلول يتصرفون عادة كأحماض ضعيفة ثنائية الطور بقيمة pK (ثابت التفكك للحامض)حول 4. الدبالية المواد تتشكل عن طريق تكسير المواد النباتية ، ويعتمد هيكلها الدقيق على الموقع ، اعتمادا على النباتات في البيئة. يمكن أن تتشكل المواد الدبالية أيضًا جزء كبير من تغذية بدائيات النوى. حيث أن المواد الدبالية لها تأثير سلبي شامل شحنة ، يمكن أن تشكل معقدات مع أيونات معدنية موجبة الشحنة (وغيرها بشكل إيجابي مركبات مشحونة). يكون التكوين المعقد واضحًا بشكل خاص مع ثنائي التكافؤ cations ، مثل Fe2 + و Mg2 + و Ca2 +.

تمت دراسة التوافر البيولوجي للمعادن بشكل مكثف . بالإضافة إلى المعقد التكوين ، خاصة مع الدبال ، يتأثر بنوع المركب المعدني. على سبيل المثال، يمكن تغليف معادن الكبريتيد في كوارتز أو معادن خاملة كيميائيًا أخرى ، و على الرغم من التركيزات الإجمالية العالية للمعادن في الرواسب المحتوية على هذه المعادن ، فإنها قد لا تكون كذلك تكون متاحة بيولوجيًا وبالتالي قد تظل آثارها البيئية صغيرة. على سبيل المثال ، يؤثر نوع الخام الذي يحتوي على المعدن على سمية نفايات التعدين للأنظمة المائية. إذا كانت البيئة المائية بها ظروف مختزلة ، على سبيل المثال إذا كانت تعاني من نقص الأكسجين ،ترتبط أيونات المعادن بالكبريتيدات ، على سبيل المثال يتكون FeS غير القابل للذوبان. معظم الكبريتيدات المعدنية ضعيفة الذوبان ، وبالتالي فهي غير متحركة تمامًا طالما أنها تظل في بيئة مختزلة كيميائيًا. وبسبب هذا ، فإن التوافر البيولوجي لديهم منخفض بشكل معقول. بالتالي،
سوف تؤثر أكسجة الوسط المائي (والرواسب) على التوافر البيولوجي للمعادن. السبب في أن الزرنيخ أصبح ملوثًا رئيسيًا هو أنه يتم إطلاقه من خامات الحديد القائمة على الكبريتيد عندما يتلامس مع الماء المحتوي على الأكسجين.
بالإضافة إلى التأثير على مصير المعادن ، فإن الأكسجة او التهوية تؤثر على كل من الخصائص و استقرار الملوثات العضوية يختلف الوجود الظاهري والتوافر البيولوجي للمواد السامة للعضوية في الرواسب المؤكسدة وغير المؤكسدة. خاصية أخرى للرواسب تؤثر على التوافر البيولوجي للملوثات العضوية وهي كمية المواد العضوية الأخرى في الرواسب. تؤدي زيادة المواد العضوية إلى زيادة امتصاص مادة كيميائية عضوية للرواسب ، مما يقلل من توافرها في المرحلة المائية. بشكل عام ، التوافر البيولوجي المائي له تفاعلات وثيقة مع كيفية تحرك المركبات بين رواسب القاع والمياه ، والتوازن النهائي بين الجزأين. حجم الجسيمات ومساحة السطح الكلية الناتجة المتاحة للامتصاص عوامل مهمة في عمليات الامتزاز في الرواسب ، ويمكن أن تؤثر على التوافر البيولوجي للمركبات.
تسمح الجزيئات الصغيرة ذات النسب الكبيرة من مساحة السطح إلى الكتلة بالامتزاز أكثر من كتلة مكافئة للجسيمات الكبيرة ذات نسب مساحة سطح إلى كتلة صغيرة. هذا هو الأكثر أهمية فيما يتعلق بالمواد النانوية. بسبب اعتماد التوافر البيولوجي من مساحة سطح إلى كتلة ، يمكن أن تتأثر سمية المواد النانوية بشدة بحجم الجزيئات في التركيبات.نظرًا لأن ترسيب المواد النانوية يتأثر بـ الطريقة التي يتم بها تنفيذ الاختبار يمكن أن يؤثر أيضًا انخفاض الامتزاز المركبات للرواسب توافرها الحيوي من خلال التأثير على التركيز المذاب للمركب في الماء المحيط بالرواسب.

يعتمد التوافر البيولوجي للملوثات العضوية على تقسيمها بين الطور العضوي والماء. تعتبر ألفة الدهون أيضًا جانبًا مهمًا من المواد الكيميائية الاستيعاب في الكائنات الحية.و بسبب التفاعلات بين

الملوثات العضوية والمواد العضوية الأخرى في الماء ، سيقل التوافر البيولوجي للملوثات العضوية من الماء مع زيادة محتوى الكربون العضوي المذاب و زيادة كمية الغرويات في الطور المائي.

بصرف النظر عن الأوكسجين ، هناك عامل غير حيوي آخر يؤثر على التوافر البيولوجي هو الاس الهيدروجيني pH شكل (4)وعلى سبل المثال ند قيم الأس الهيدروجيني فوق المحايدة ، تشكل أيونات الألومنيوم مركبات غير قابلة للذوبان ؛ بين قيم الأس الهيدروجيني 5 و 7 ، يوجد المعدن إلى حد كبير في صورة هيدروكسيدات قابلة للذوبان ؛ بسبب تأثيرات الأس الهيدروجيني ، قد يختلف التوافر البيولوجي للمعادن والمركبات الأخرى بشكل ملحوظ في المياه السائبة وبالقرب من الخياشيم (الأسماك) ، نظرًا لوجود تدرج كبير في درجة الحموضة في الماء من الخياشيم إلى الماء بالجملة. أيضًا ، قد تختلف طريقة سمية المعادن والمركبات الأخرى عند قيم الأس الهيدروجيني المختلفة. مرة أخرى ، كمثال ، يبدو أن الألمنيوم هو بشكل أساسي مادة سامة تنفسية عند قيم الأس الهيدروجيني الوسيطة (5-7) ، إلى حد كبير لأنه يترسب على خيوط الخياشيم ، مما يزيد من مسافة انتشار الأكسجين. عند قيم الأس الهيدروجيني المنخفضة ، يبدو أنه مادة سامة منظمة للأيونات.

تؤثر عسرة الماء (بشكل أساسي على ملوحته) على التوافر البيولوجي ، ومعظمها من المركبات الأيونية. يرجع التأثير إلى حد كبير إلى التغيير في احتمال امتصاص أيون سام بدلاً من أيون غير سام في موقع الامتصاص.

غالبًا ما يتم حساب التوافر البيولوجي للمعادن باستخدام نموذج الترابط الحيوي biotic ligand model (BLM) ، والذي يسعى إلى مراعاة تأثيرات التكوين المعقد ، والعوامل البيئية اللاأحيائية مثل الأس الهيدروجيني ، والتفاعلات المعدنية.

شكل 4

Approximate proportions of the different aluminum species (free cations, hydroxides) as a function of pH.