



تطبيقات في الإستزراع السمكي



الأستاذة الدكتورة
زينب عطية نجدي

دكتور
حسام أحمد مؤنس

دكتورة
ريهام عبد الوهاب عبد الحي

2025

إهداء

إلى كل من علمنا وأضاف إلى معارفنا

إلى كل الزميلات والزملاء بالمعمل المركزي لبحوث الثروة السمكية

إلى الآباء والأمهات والأبناء والأحفاد والأسرة.. المحبة والإمتنان

المحتويات

الصفحة	العنوان	الفصل
11 - 1	أساسيات تربية المزارع السمكية	الأول
19 - 12	جودة المياه بأحواض الأسماك	الثاني
30 - 20	إدارة الرقم الهيدروجيني في أحواض المياه العذبة	الثالث
42 - 31	التهوية بأحواض المزارع السمكية	الرابع
47 - 43	التحكم في كبريتيد الهيدروجين	الخامس
60 - 48	إدارة الأمونيا في المزارع السمكية	السادس
62 - 61	الطحالب الخيطية	السابع
70 - 63	طحلب سبيرولين	الثامن
76 - 70	زراعة الطحالب البحرية	التاسع
81 - 77	الغذاء الطبيعي ليرقات الأسماك البحرية	العاشر
89 - 82	الدياتومات ومفرخات الجمبري الفانمي	أحد عشر
100 - 90	الهائمات الحيوانية - الزوبلانكتون	ثاني عشر
110 - 101	تسميد الأحواض السمكية	ثالث عشر

تنويه :

الفصل الأول، الثالث، الرابع، الخامس، السادس، الثاني عشر، الثالث عشر - أ.د. زينب نجدي

الفصل السابع، الثامن، التاسع، العاشر، أحد عشر - د. ريهام عبد الوهاب

الفصل الثاني - د. حسام مؤنس

أساسيات تربة المزارع السمكية

* تعريف التربة

– هي الطبقة السطحية التي يمارس الإنسان نشاطه بها، و هي نتيجة فعل عوامل التعرية على مادة الأصل المختلفة.

– تكونت التربة بفعل عوامل كيميائية و بيولوجية، كما أن الأصل أو المرجع لتلك التربة في الأساس هو الصخور المفتتة التي أدى تفتيتها إلى تناثرها على الطبقة الخارجية للأرض ثم بفعل بعض العوامل تكونت التربة للاختلاط ببعض المواد العضوية التي أكسبتها بعض الصفات و الخصائص.

* بعض انواع التربة

① التربة الطينية

– تعتبر التربة الطينية من أهم أنواع التربة و أكثرها انتشارا، لونها الأحمر متدرجا، ثم بعد ذلك تبدأ صفاتها و خصائصها في الايضاح، حيث أنها و بسبب حبيباتها المتقاربة، تمتص الماء و تحتفظ به بداخلها، لذلك تحتفظ التربة بالماء مما يعني أن الصرف غير جيد.

① التربة الرملية

– التربة الرملية ذات حبيبات متباعدة و غير متماسكة، مما يؤدي إلى عدم الاحتفاظ بأي من العناصر الغذائية التي نحتاج إليها.

① التربة السلتية

– تُعتبر التربة السلتية أحد أبرز الأنواع و أفضلها و ذلك أنها تجمع المميزات الموجودة في كلا النوعين السابقين، و هما التربة الرملية و الطينية، أي أنها متماسكة و في نفس الوقت ذات تصريف جيد، تحتفظ بالماء و يتخللها كذلك الهواء.

① التربة الرسوبية

– تركيب حبيبات هذه التربة رملي حامضي مصفى، و تفتقر طبقاتها العليا إلى المواد المغذية، و تجتمع المواد المغذية في الطبقة القاسية الخشنة.

① التربة الجيرية

– يتشابه هذا النوع من التربة مع التربة التي تغطيها طبقة من الطباشير، أي أن الطبقة البنية العليا منها تمتاز بامتزاج اللون الأبيض (الطباشير النقية) مع اللون البني.

① التربة العضوية

– يمتاز هذا النوع من التربة بقدرته العالية على الاحتفاظ بالرطوبة و الخصوبة بشكل أكثر من أي نوع آخر من أنواع التربة، كما أنها تحتوي على نسبة عالية جدا من المحتوى العضوي، و يشار إلى

الفصل الأول

أنه من الممكن لهذا النوع من التربة أن يكون حامضيَّ خاصة إذا وُجد صخر سفلي، و من الأمثلة على ذلك تربة أرض المستنقعات.

① تربة المستنقعات

– تمتاز هذه التربة بأنها على درجة عالية من الحامضية، و تتمتع بالصرْف الجزئي، و تعد من أفضل أنواع التربة الطينية؛ نظراً لغناها بالغذاء اللازم للنباتات.

② التربة الكلسية

– تمتاز في مكونات هذا النوع من التربة نسبة مرتفعة من مادة الكلس، و الطباشير بنسبة أكبر من الكائنات الحية الدقيقة في التربة، و تمتاز بأنها ضحلة جداً.

* الخواص المورفولوجية (الظاهرية) للتربة

– هي تلك الخواص التي يمكن التعرف عليها في الحقل بإستعمال الحواس مثل النظر، اللمس، الشم و في حالات خاصة التذوق، كما يمكن الاستعانة لمعرفة الخواص في الحقل بأستعمال أجهزة بسيطة مثل عدسة الجيب، دليل الألوان و حامض الهيدروكلوريك المخفف، دفتر الملاحظات و شريط القياس و البوصلة و غيرها من الأدوات و الأجهزة التي يمكن أن تستعمل في العمل الميداني.

* القطاع الأرضي

– عبارة عن المحصلة النهائية لجميع العمليات المؤثرة على مادة الأصل لتكوين تربة ذات صفات طبيعية، كميائية و حيوية مميزة له.

* حينما ندرس التربة علينا الاهتمام بالظروف العامة التالية:

– حالة الصرْف (طبيعي – صناعي)

– حالة الرطوبة الأرضية

– عمق مستوى الماء الأرضي

– نسبة الحصى، الزلط و الصخور

– مظاهر الملوحة و القلوية

– النشاط الموجود بالمنطقة (الانسان – الحيوان)

□ دراسة بعض الصفات المورفولوجية للقطاع الأرضي

* لون التربة

– أول الملامح التي يجب الاهتمام بدراستها حيث يدل اللون على الخصوبة، التهوية، مستوى الماء الأرضي و التركيب الكيماوي.

– يتوقف لون التربة على التركيب الكيماوي و المعدني، نسبة الرطوبة

– عند دراسة لون التربة: إما تدرس و هي رطبة لدرجة الالتصاق أو جافة هوائياً.

* اللون الفاتم دليل علي وجود:

- 1- مادة عضوية مرتفعة (اللون الأسود إلى الرمادي الغامق و البني).
- يلاحظ أنه لا يكفي للجزم و للتأكد يجب إجراء تحليل كيميائي مصاحب "الكثافة الظاهرية"
- 2- أكاسيد الحديد - التربة يكون لونها أحمر- أصفر... متدرج بينهما)، في وجود أكاسيد الحديد - فإن التربة تميل إلى اللون الأخضر- الأزرق (هذه الألوان في الأراضي الغدقة سيئة الصرف) - السياحات.
- 3- أكاسيد المنجنيز- لون الأسود و البني
- في المناطق الرطبة - يسود اللون البني - الأصفر
- في المناطق الحارة الرطبة يسود اللون الأحمر
- المناطق المعتدلة لون مابين (البني الأصفر)
- يقاس اللون بطريقة مانسل: يستخدم جهاز حسب طول الموجة السائدة يعطي درجة لون التربة

Standard Munsell Soil Color Charts

- في هذه الطريقة يعبر عن كل لون بثلاثة متغيرات، و هذه المتغيرات تعطي بارتباطها جميع الألوان التي يصل مجموعها إلى 175 لونا، و تلك المتغيرات هي:
- تدرج اللون: يدل على ألوان الطيف الرئيسية حيث تعدّ مقياسا لطول الموجة الضوئية السائدة.
- درجة التألق أو اللمعان، و تعني درجة الوضوح النسبية للألوان.
- درجة النقاوة الضوئية السائدة، و تعني نقاوة اللون السائد أو الإنحراف عن الألوان البيضاء و الرمادية، و هي مقياس لمدي سيادة الموجة الضوئية الواحدة.

□ لون أراضي مصر

- أراضي مصر أراضي رسوبية نهريّة Alluvial، هي تربة رخوة غير مدمجة، تربة تم تأكلها ثم أعيد تشكيلها عن طريق الماء العذب، لونها بني و تتغير تبعا:
- لون أسود: زيادة نسبة معادن الطين و المادة العضوية
- اللون المحمر: دلالة التهوية جيدة و زيادة معدن الحديد
- اللون الرمادي الفاتح: زيادة نسبة الرمل الناعم و السلت
- اللون الأصفر: زيادة الرمل الخشن
- اللون الفاتح: زيادة نسبة كربونات الكالسيوم أو زيادة الأملاح الكلية الذائبة
- اللون الأزرق و الأخضر: تهوية رديئة و وجود أكاسيد الحديد المختزلة
- الأراضي المصرية الرسوبية النهريّة تتميز عند الجفاف بالتالي:

الفصل الأول

– تتشقق الأراضي ذات القوام الثقيل إلى مكعبات غير منتظمة و يتكون بها شقوق واسعة عميقة، قطر الكتل تتراوح بين 20 – 50 سم.

□ القوام

- **بصفة عامة يدل على:** نسبة تواجد الأحجام المختلفة للحبيبات الفردية المكونة للتربة، و لما كانت التربة عادة من حبيبات ذات أحجام متباينة تباين واسع النطاق فإن التربة تختلف في قوامها، و عليه يمكن تقسيمها إلى رتب مختلفة حسب قوامها، و تستعمل أسماء مختلفة لقوام الترب مثل الرملية، الرملية الطينية، السلتنية الطمية، الطينية، السلتنية الطينية، الرملية الطينية، الرملية الطينية الطمية، و غيرها حسب النسب المئوية لمكوناتها من الرمل، السلتن و الطين.
- توجد عدة طرق مختبرية لتحديد قوام التربة اعتمادا على نتائج التحليل الميكانيكي للتربة، و أيضا يمكن تحليل قوام التربة حقليا و طريقته المتبعة هي طريقة اللمس حيث يتم فرك التربة في حالتها الرطبة بين الإبهام و الأصابع الأخرى، و تتلخص طريقته بأخذ جزء قليل من التربة في راحة اليد و يضاف إليها قليل من الماء، و تفرك جيدا، و من ثم تجري محاولة لتكوين خيط غليظ منها، – فإذا تكون الخيط و لم ينكسر، و بدون أن تتكون شقوق على جانبه، ففي هذه الحالة فإن التربة تحتوي على 40 % و أكثر من حبيبات الطين، و عليه يمكن اعتبارها أما طينية، طينية سلتنية، أو طينية رملية،
- أما إذا تكون الخيط، و انكسر بعد فترة، و ظهرت التشققات على جوانبه، ففي تلك الحالة فإن التربة محتوية على 27 – 30 % طين، و يكون قوام التربة أما طينيا طميبا، طينيا طميبا سلتنيا أو طينيا طميبا رمليا.
- أما في حالة عدم التمكن من تكوين خيط من عجينة التربة فتكون التربة محتوية على أقل من 27 % طين و أن قوامها يعدّ طميبا، طميبا رمليا، أو طميبا سلتنيا، و بهذه الطريقة تحدد قوام التربة على إنها طينية، طينية طمية، أو طمية.
- و للتفريق بين القوام الطيني، الطيني الرملي، أو الطيني السلتنى في الحالة الأولى، أو القوام الطيني الطمبي، الطيني الطمبي الرملي أو الطيني الطمبي السلتنى في الحالة الثانية، أو القوام الطمبي، الطمبي الرملي، أو الطمبي السلتنى في الحالة الثالثة، تؤخذ نفس العينة المبتلة و تفرك جيدا بين الأصابع، فإذا كان ملمسها خشنا و تحدث صوتا خفيفا فهي رملية، و إذا كان ملمسها يشابه ملمس الصابون، و ناعمة، فهي سلتنية.

□ بناء التربة

يدل على ترتيب الحبيبات المنفردة أو المجموعة للتربة، و نظام تجاورها، حيث تعد مهمة عند دراسات التربة، و هو محصلة لخواص التربة الطبيعية و الكيماوية و الحيوية، و له علاقة وثيقة بالإنتاج الزراعي، و تتوقف قدرة التربة لتكوين بنائها على عوامل متعددة أهمها:

– كمية الطين و نوعه، المواد العضوية، المعدنية، الأملاح الذائبة و كذلك الكاتيونات المتبادلة في معادن الطين، كما أن لبناء التربة أثر هام على مسامية التربة و بالتالي يؤثر على التهوية و العلاقات المائية و درجة التماسك و المقاومة، هذا و قد تكون التربة عديمة البناء، أي إما أن تكون ذات حبيبات منفردة كالرمل و الحصى، أو تكون ذات شكل مصمت (ممتلىء) حيث لا توجد مستويات انفصال بين الأجزاء المختلفة، و ينتشر هذا النوع من التربة عديمة البناء في المناطق الجافة، الصحراوية و الرملية منها بوجه خاص.

□ قواعد أخذ عينات التربة

- 1– يتم أولاً تحديد الهدف من أخذ عينة التربة، مع جمع المعلومات اللازمة و التي تساعد على مناقشة النتائج و عمل التوصيات المطلوبة.
- 2– الإستعانة بخريطة طبوغرافية أو خريطة حديثة للأرض لتحديد مواقع أخذ العينات.
- 3– تحديد مواقع أخذ العينات على أساس إختلافات الإندثار، لون التربة و قوامها، حالة الغطاء النباتي بالموقع أن وجد، أو المظهر العام لسطح التربة.
- 4– يجب تجنب المناطق ذات الظروف الخاصة مثل مناطق تراكم الأسمدة و مناطق تجمع الماشية و الطرق و الأسوار و المنخفضات ذات المساحة الصغيرة في الحقل، و في حالة المساحات ذات المشكلات الخاصة مثل المناطق سيئة الصرف أو مناطق تزهو الأملاح فتؤخذ لها عينات مستقلة و تحدد مساحتها على الطبيعة للتعرف على أبعاد المشكلة.
- 5– تؤخذ عينات التربة عادة عند السعة الحقلية و قد تؤخذ مبنلة أو جافة أحياناً و توضع في أكياس بلاستيك على أن يتم تجهيزها بسرعة.

① طرق أخذ عينات التربة

– هناك طريقتان لأخذ عينات التربة

أ– **العينات السطحية**: و هي عينات عشوائية عادة ما تؤخذ على عمق 30 سم بحيث تغطي المنطقة المدروسة.

ب– **طريقة التعاقب الطبقي**: و فيها يتم حفر قطاع أرضي و يقسم إلى طبقات وصولاً إلى مستوى الماء الأرضي، حيث تؤخذ عينة ممثلة لكل طبقة و كذلك عينة من الماء الأرضي، و هي طريقة دقيقة

مقارنة بالطريقة الأولى حيث يمكن من خلال هذه الطريقة دراسة توزيع الأملاح في القطاع الأرضي، بالإضافة إلى معرفة مدى وجود طبقات صماء من عدمه.

□ النقاط الواجب مراعاتها عند أخذ العينات

1- يمكن مزج العينات التي تمثل العمق الواحد للمساحة المتجانسة و أخذ عينة مركبة Composite sample.

2- كلما زادت عدد العينات مع ضمان التوزيع لتمثيل المساحة المتجانسة كان التشخيص أقرب للواقع.

3- في حالة وجود رواسب ملحية على السطح يجب أن تعاین بمفردها و للعمق الذي تمثله، و في حالة غياب الطبقات المميزة في القطاع الأرضي تؤخذ العينات بحيث تمثل الأعماق (صفر - 15 سم، 15 - 30 سم، 30 - 50 سم، 50 - 100 سم، 100 - 150 سم).

4- يجب أن يسجل بعد مستوى الماء الأرضي في بئر مراقبة الماء الأرضي باستخدام شريط قياس ثم تؤخذ عينة منه للتحليل.

○ عامة

- تؤخذ العينات من كل حقل على حدة.

- يفضل أن تؤخذ عينة مركبة.

- تستخدم الأدوات المناسبة من هذه المجموعة لأخذ العينة.

- تخلط العينة جيدا لضمان تجانسها.

- تعبأ العينة و ترقم للتداول في المعمل.

□ تحضير التربة لعمل التحاليل المختلفة

- تؤخذ عينة التربة من الأرض المحددة مع التحرك في المساحة على شكل حرف الـ S، يتم جمع

العينات و تخلط معا ثم تؤخذ 3 عينات متماثلة، ثم تترك لتجف هوائيا في مكان بعيد عن الشمس

المباشرة، أو توضع في فرن على درجة حرارة 60°م لمدة 5 ساعات.

- تدق التربة في هاون صيني، تنخل في منخل سعة 2 مم، ثم تحفظ التربة المنخولة في كيس بلاستيك

نظيف و يغلق لحين إجراء التحاليل.

□ عمل مستخلص التربة Saturated soil paste

- يتم وزن محدد من التربة و توضع في كأس و يضاف 5 أمثال الوزن ماء مقطر، يتم التحريك، ثم

يوضع قمع يحتوي على ورق ترشيح "واتمان" مثبت بحامل و يتم صب المستخلص بالقمع، و نستقبل

الماء المترشح في دورق مخروطي.

* سرعة الترشيح يدل على أن التربة خفيفة، خشونة التربة أو شديدة الملوحة

الفصل الأول

- * بطء الترشح دلالة على ثقل القوام، قلوية التربة
- * سطح التربة اللامع دلالة على وجود نسبة مرتفعة من الصوديوم
- * لون المترشح إذا كان غامق دلالة على قلوية التربة

□ تقدير الرقم الهيدروجيني

- يقدر الرقم الهيدروجيني في مستخلص تربة 1 : 2.5 (تربة : ماء)
- يتم وضع الكترود الجهاز في المعلق (إذا تم غمس الالكترود في الطين يكون ال pH أعلى من الحقيقة، بينما إذا كان الالكترود معلقا بالماء فإن الرقم يكون منخفضا عن الحقيقة).
- أو يتم عمل عجينة 1 : 1.5 (تربة : ماء)... تغمس أوراق قياس الرقم الهيدروجيني في العجينة و تغسل بالماء المقطر و يتم مقارنة اللون بالألوان المرفقة.

حالة التربة و رقم الـ pH

- شديدة القلوية جدا 10 – 11، شديدة القلوية 9 – 10، قلوية 8 – 9، ضئيلة القلوية (خفيفة) 7 – 8، متعادلة 7، ضئيلة الحموضة (خفيفة) 6 – 7، حامضية 5 – 6، شديدة الحموضة 4 – 5، شديدة الحموضة جداً 3 – 4.

□ الملوحة Salinity

– يتم تقدير الملوحة عن طريق:

- 1- **التجفيف:** يتم أخذ 20 – 30 سم من ماء المستخلص في طبق زجاجي موزون و يجفف في فرن على درجة حرارة 105° م حتى يثبت الوزن.. نترك الطبق حتى يبرد، فرق الوزن هو الأملاح الكلية الذائبة.

– الملوحة جزء بالمليون = الوزن المتبقي ملليجرام x حجم المستخلص الكلي x 1000 / حجم المستخلص المتبقي

- 2- **التوصيل الكهربائي:** يقاس درجة الحرارة ثم نحرك المؤشر على 25 ° م لأن ال EC يتم قياسها على 25 ° م ملليموز / سم³

الملوحة = قراءة الجهاز x ثابت الجهاز x معامل درجة الحرارة

الأملاح الكلية الذائبة ملليمكافئ / لتر = التوصيل الكهربائي x 10

الأملاح الكلية الذائبة ملليجرام / لتر = التوصيل الكهربائي x 640

الأملاح الكلية الذائبة بالضغط الاسموزي = التوصيل الكهربائي x 0.36

- درجة تركيز الأملاح في مستخلص عجينه التربة المشبعة عند 4 ملليموز / سم³ (حوالي 2500 جزء في المليون أو 2500 ملليجرام / اللتر) أراضي عذبة.

□ تقسم التربة تبعاً لاحتوائها على الأملاح إلى عدة أنواع منها:

- الأراضي الملحية: تتميز هذه الأراضي بأن درجة التوصيل الكهربائي للمستخلص المائي لعينة التربة عند درجة التشبع أكثر من 4 ملليموز / سم عند 25 °م و تكون النسبة المئوية للصوديوم المتبادل أقل من 15 % من السعة التبادلية الكاتيونية و الرقم الهيدروجيني بها أقل من 8.5.
- الأراضي الملحية الصودية (الملحية القلوية): هي الأراضي التي يكون التوصيل الكهربائي لمستخلص عينة منها عند درجة التشبع أعلى من 4 ملليموز / سم عند درجة 25 °م.
- الصوديوم المتبادل يكون أكثر من 15 % من السعة التبادلية الكاتيونية و لا يزيد الرقم الهيدروجيني لها عن 8.5 .
- الأراضي الصودية غير الملحية (القلوية): هي الأراضي التي يزيد فيها الصوديوم المتبادل عن 15 % من السعة التبادلية الكاتيونية و يقل التوصيل الكهربائي لمستخلص عينه منها عند درجة التشبع عن 4 ملليموز / سم عند 25 °م و ينحصر الرقم الهيدروجيني بها عادة بين 8.5 – 10.

□ معالجة ملوحة التربة

- يعتبر علاج الملوحة من العمليات غير السهلة و لذلك يجب العمل على السيطرة على الأملاح الموجودة بالتربة و التعايش معها بحيث لا تتجاوز الحدود المسموح بها عن طريق حرث و تسميد و ري و صرف و معالجة للملوحة باتباع الآتي:
- 1- إضافة الجبس الزراعي إلى التربة، و تتوقف كميات الجبس المضافة على تحاليل الأرض:
 - * فإذا كانت نسبة الملوحة بالأرض أقل من 4 ملليموز يضاف الجبس الزراعي سنوياً حوالي ما بين 0.5 – 1 طن / الفدان.
 - * إذا كانت الملوحة متوسطة ما بين 4 – 8 ملليموز يجب زيادة كمية الجبس الزراعي إلى 2 – 4 طن للفدان.
 - * إذا الأرض ملحية بنسبة عالية ما بين 8 – 12 ملليموز تزداد كمية الجبس الزراعي إلى (5 – 8 طن للفدان) خاصة عند غسيل الأملاح.

□ الكربونات و البيكربونات

- 1- يتم تحضير 0.01 عياري حامض HCL النقي،
 - 2- دليل ميثيل اورانج 0.5 جم في 50 سم³ كحول ايثانول + 50 سم ماء مقطر
- العمل
- 1- يؤخذ 5 – 10 سم³ من المستخلص في جفنة + بضع نقط من دليل فينول فيثالين
 - 2- ينقط بالحامض ببطء حتى إختفاء اللون و نسجل حجم الحامض المستخدم (حجم الحامض مثلا س)

الفصل الأول

3- اصف لنفس الجفنة 3 نقط من ميثيل اورانج

4- نقط بالحامض حتى الوصول للون البصلي و نسجل حجم الحامض المستخدم (مثلا ص)

- التقدير

- الكربونات ملليمكافئ / لتر = س x 2 x عيارية الحامض x 1000 / حجم عينة المستخلص = ع

- الكربونات مليجرام في اللتر = ع x الوزن المكافئ للكربونات = ك

- الكربونات مليجرام / 100 جرام تربة = ك / 1000 x 250 / 100 x 50

(المستخلص 5 : 1 أي 250 ماء، 50 تربة)

- البيكربونات ملليمكافئ / لتر = (ص - س) x عيارية الحامض x 1000 / حجم العينة = S

- البيكربونات مليجرام في اللتر = S x الوزن المكافئ للبيكربونات = R

- البيكربونات مليجرام / 100 جم تربة = R / 100 / 250 x 100 x 50

□ الكبريتات

1- كلوريد باريوم - اذب 60 جم في لتر ماء مقطر

3- دليل ميثيل اورانج

2- حامض HCL مخفف

- العمل

- خذ مقدار من المستخلص 20 - 50 سم³ في كأس نظيف

- اصف 1 - 2 سم³ حامض هيدروكلويد (للتأكد من أن الوسط حامضي ضع 2 نقطة من الميثيل

اورانج (لون أحمر أي أن الوسط حامضي)

- سخن الكأس بما يحوي، أثناء الغليان ضع 15 - 20 سم³ كلوريد بوتاسيوم و استمر في الغليان 10

دقائق

- نضع الكأس في حمام مائي لمدة ساعة، اترك الكأس ليهدأ ساعة، رشح على قمع به ورق ترشيح

واتمان 20، اغسل الراشح بماء مقطر ساخن

- احرق الورقة و ما عليها من راسب في جفنة على درجة حرارة مرتفعة

- برد الجفنة في مجفف ثم اوزن (الجفنة موزونة مسبقا و مسجل الوزن)

- التقدير

الكبريتات ملليمكافئ / لتر = وزن الراسب / الوزن المكافئ لكبريتات الباريوم x 1000 / حجم العينة

A =

الكبريتات مليجرام / لتر = A x الوزن المكافئ للكبريتات = B

الكبريتات مليجرام / 100 جم تربة = B / 1000 x 250 / 100 x 50

الفصل الأول

□ الكالسيوم و الماغنسيوم

– محلول منظم: اذب 67.5 كلوريد امونيوم في 570 سم³ ايدروكسيد امونيوم و أكمل الحجم بالماء المقطر إلى لتر

– دليل أريوكرم بلاك تي

محلول إديتا (2 جم اديتا + 0.1 جم كلوريد ماغنسيوم، و أكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر)

– العمل

– ناخذ 5 – 10 سم³ من المستخلص في جفنة

– اضع 1 سم³ من المحلول المنظم

– اضع نقط من الدليل (يظهر لون أحمر)

– نقط بالاديتا من السحاحة ببطء حتى يتحول المحلول من أحمر إلى الأزرق

– التقدير

الكالسيوم + الماغنسيوم ملليمكافئ / لتر = حجم الاديتا المستخدمة x عياريتها x 1000 / جم العينة =

A

* قوام التربة

– يدل على التوزيع الحجمي للحبيبات المكونة للتربة أو التركيب الميكانيكي

– تتمثل أهمية معرفة القوام في أنه يعطي صورة لعلاقة التربة بالماء من حيث قدرتها على الاحتفاظ

بكميات معينة، النفاذية، التهوية و العناصر الغذائية

– العينة: يتم أخذ عينة التربة باستخدام البريمة أو الكباش

– التعرف السريع على قوام التربة

– يمكن لك عن طريق الملمس للتربة الرطبة و تفرك بين الأصابع، و لكن يكون هذا التقدير غير دقيق

إذا ما احتوت التربة على:

– مادة عضوية قليلة أو مرتفعة، يكون هناك فرق بين القوام و التوزيع الحجمي، إذا كانت المادة

العضوية مرتفعة تكون التربة ناعمة الملمس و كأنها تحوي نسبة مرتفعة من السلت

– نوع الطين مثال: تربة أ و تربة ب يمكن أن يحتوي على نفس كمية الطين و لكن تكون إحدهما أكثر

لزوجة و بلاستيكية مرنة بسبب توفر معدن مونت موريللونيت و يعمل خيوط طويلة

□ التعبير عن التوزيع الحجمي الدولي

الزلط: أكبر من 20 مم

حصى: 2 – 20 مم

الفصل الأول

رمل خشن: 0.2 – 2 مم

رمل ناعم: 0.02 – 0.2 مم

سلت: 0.02 – 0.002 مم

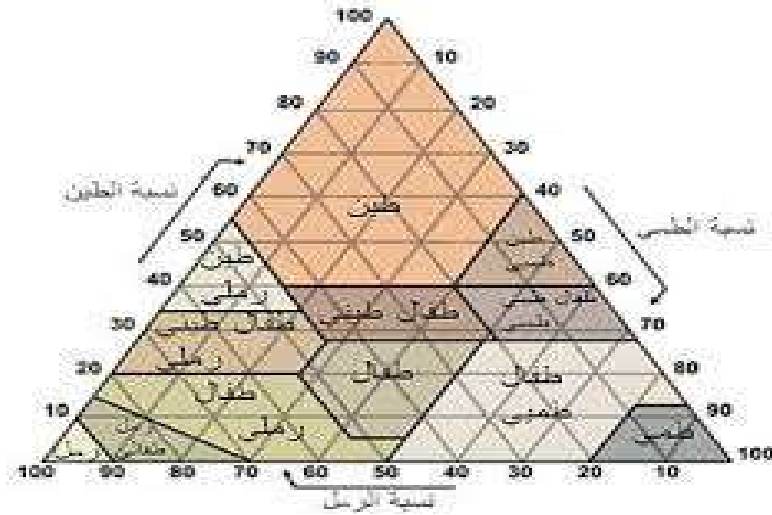
طين: أقل من 0.002 مم (أقل من 2 ميكرون)

– صفات الرمل لاتطغي على صفات التربة الا إذا زاد عن 70 %

– صفات الطين تظهر الصفات ابتداءا من 20 % فأكثر

– صفات السلت تظهر صفاته عند 40 % فأكثر

– بعد التحاليل نسقط الأرقام أو النسب علي مثلث القوام، أو منحنيات القوام أو أهرامات التوزيع



مثلث القوام

الفصل الثاني

مقدمة

– الحفاظ على جودة مياه جيدة و نظام صحي في الأحواض السمكية يتطلب ضرورة فهم أساسيات كيمياء المياه، كيفية تفاعل العوامل المختلفة مع بعضها البعض.

العوامل الفيزيائية، الكيميائية و البيولوجية.

□ أولاً: العوامل الفيزيائية

1– الرقم الهيدروجيني

– الرقم الهيدروجيني أو تركيز أيون الهيدروجين، هو قياس ما إذا كانت المياه حامضية أم قاعدية .
– كل نوع من الأسماك له نطاق مناسب من الأس الهيدروجيني، حيث يتم تنفيذ العمليات البيولوجية للجسم بكفاءة كاملة.

– متوسط درجة الحموضة في دم الأسماك هي 7.4، لذا فإن قيمة تركيز أيون الهيدروجين في الوسط المائي القريبة من هذا هي الأمثل.

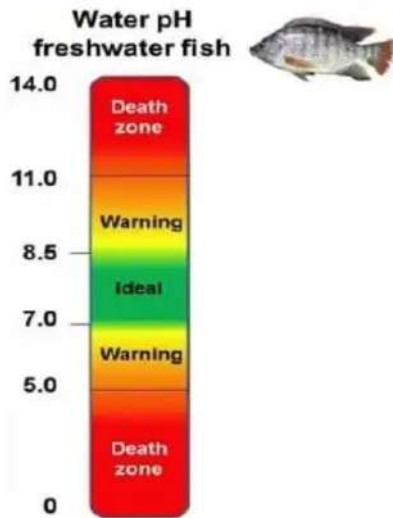
– و تحدث العديد من المشاكل للأسماك إذا ما كانت قيم الحموضة أو القلوية عالية فتسبب أضراراً مباشرة للجلد، الخياشيم، العينين و حموضة أو قلوية الدم ، وزيادة إنتاج المخاط على جسم السمك نتيجة الإجهاد الشديد.

□ الحدود المقبولة للرقم الهيدروجيني هي: من 6.5 إلى 9.0 تتعرض الأسماك للضغط في الماء مع درجة حموضة تتراوح بين 4.0 و 6.5 و درجة قلوية تتراوح بين 9.0 إلى 11.0.

○ ينحصر نمو الأسماك في درجة الحموضة في الماء أقل من 6.5، و يمكن أن يتوقف التكاثر و تموت البرقات عند رقم هيدروجيني أقل من 5.0 و الموت شبه مؤكد عند رقم هيدروجيني أقل من 4.0 أو أكبر من 11.0.



مقياس ال pH



شكل يوضح حدود ال pH لأسمك المياه العذبة

تغير الرقم الهيدروجيني على مدار اليوم:

– تتذبذب درجة الحموضة في مياه الأحواض على

مدار اليوم بسبب عملية التمثيل الضوئي و التنفس من قبل النباتات و الكائنات الحية الأخرى.

– عادة ما يكون الرقم الهيدروجيني أعلى عند الغسق، و ينخفض عند الفجر، نظرا لأن التنفس الليلي للطحالب يزيد من تركيز ثاني أكسيد الكربون الذي يذوب في الماء مما ينتج حمض الكربونيك الذي يقلل من الرقم الهيدروجيني و يجعله يميل للحمضية، و هذا يمكن أن يحد من قدرة دم الأسماك على حمل الأوكسجين.

□ تأثيرات تغيير تركيز الرقم الهيدروجيني في المياه:

– يؤثر تركيز الرقم الهيدروجيني على الأمونيا، كبريتيد الهيدروجين و المعادن الذائبة مما يؤثر على توازن المياه و سميتها مثال للتوضيح:

○ يزيد إرتفاع الرقم الهيدروجيني من سمية الأمونيا للأسماك في حين أن انخفاض الرقم الهيدروجيني يزيد من سمية الألومنيوم و النحاس.

○ كبريتيد الهيدروجين (H_2S) هو غاز سام عديم اللون يمكن أن يتكون في رواسب الأحواض عندما تتغذى البكتيريا على المواد العضوية في المناطق منخفضة تركيز الأوكسجين، مما يعطي رائحة البيض الفاسد عندما يتم تحريك الرواسب الموجودة في قاع الأحواض.

ثانيا: العوامل الطبيعية

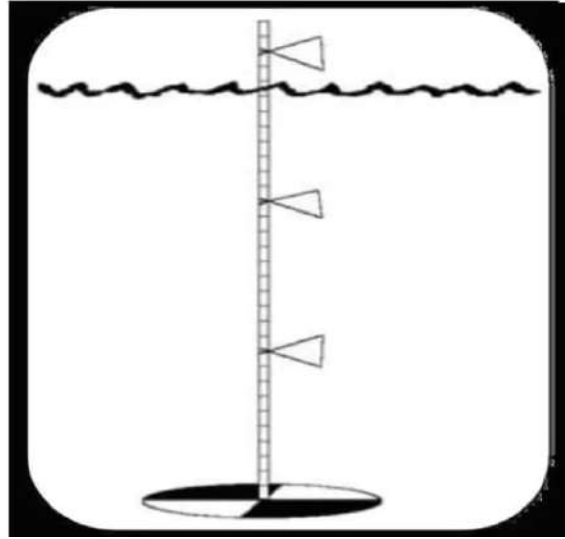
1- العكارة:

الفصل الثاني

– العكارة في أحواض المزارع السمكية هي قياس شفافية الماء الذي قد يكون بسبب المواد الصلبة العالقة أو الهائمات النباتية (Phytoplankton) و الحيوانية (Zooplankton) و غيرها من المواد العضوية الذائبة.

– السبب الأكثر شيوعا لتعكر المياه هو وجود الجسيمات العالقة، و خاصة الطين في الأحواض ”تعكر الطين“.

○ عكارة المياه في أحواض الأسماك تقلل من الضوء النافذ إلى الطبقة السفلية من الأحواض، مما يقلل درجة حرارة الماء و يضعف الغطاء النباتي المائي و يقلل من تركيز الأوكسجين.



قرص الشفافية

معالجة عكارة الطين

– نشر بالات مجروشة من القش عالي الجودة أو قش الشعير في المياه حول أحد جوانب الحوض، حيث تتسبب الأحماض المتكونة أثناء تحلل النبات في استقرار جزيئات الطين عليه.

– يضاف ما يقرب من عدد ٢ بالة من القش / فدان.

– إضافة الجبس الزراعي حيث يتم نثره بمعدل 100 – 150 مجم/لتر.

○ تقدير عكارة المياه بالأحواض

يمكن قياس العكارة في المياه عن طريق أجهزة معملية بينما يمكن قياسه حقليا بقرص الشفافية (Secchi Disk).

2- درجة الحرارة

– تعد درجة الحرارة من العوامل المهمة التي تؤثر على نمو الأسماك، و كذلك نمو النباتات المائية و الاحتياجات البيولوجية.

– مع ارتفاع درجة حرارة الماء:

– ينقص ذوبان كمية الأوكسجين في المياه.

الفصل الثاني

– تزيد حاجة النباتات للأوكسجين، بسبب زيادة معدلات التنفس ما يؤدي إلى نقص الأوكسجين المتاح للأسماك خلال أشهر الصيف و الخريف.

طبقة المياه

– في الأحواض الأكثر عمقا.. تكون درجة الحرارة السطحية دافئة أي أقل كثافة من الطبقة تحت السطحية،،،الاقل دفئا و أكثر كثافة،،،،

– وقد لا تمتزج هذه الطبقات لفترة طويلة في حال عدم وجود هواء أو حركة للأسماك مما يسمح لتواجد لطبقتين يشار إليه بمصطلح ”التحول”

– و قد يؤدي وجود هذه الطبقات الى صدمة للأسماك و يعرضها للنفوق.

ثالثا: العوامل الكيميائية

1- القلوية الكلية:

– هي قدرة الماء على مقاومة التغيرات في الأس الهيدروجيني.

– هي مقياس للتركيزات الكلية للقواعد في مياه الأحواض بما في ذلك (الكربونات، البيكربونات، الهيدروكسيدات، الفوسفات والبورات).

– يتم التعبير عنها في صورة كربونات الكالسيوم، تتفاعل هذه القواعد مع الأحماض و تعادلها، مما يؤدي بدوره إلى حدوث تغيرات في مستوى الأس الهيدروجيني و تعتبر الكربونات و البيكربونات هي الأكثر شيوعا و أهمية كمكون للقلوية.

2- العسر الكلي:

– يتم الخلط بين العسر و القلوية، لأن كلاهما يتم التعبير عنه باستخدام نفس المصطلح (جزء في المليون من كربونات كالسيوم)، أحيانا يكون لكل من العاملين قيم متماثلة في مسطح مائي معين و مع ذلك، فإن القلوية تقيس الأيونات السالبة (كربونات و بيكربونات) بينما العسر يقيس الأيونات الموجبة (الكالسيوم و المغنيسيوم)، و أحيانا قد تختلف هذه القيم بشكل كبير.

3- المركبات النيتروجينية

أ- الأمونيا

– الأمونيا هي أكثر المركبات خطورة على صحة و أداء الأسماك في الأحواض، وهي أول شكل من أشكال النيتروجين المنبعث عندما تتحلل المادة العضوية و هو الإفراز النيتروجيني الرئيسي الذي تفرزه معظم الأسماك و اللاقاريات في المياه العذبة.

– تصل مستويات الأمونيا في الأحواض إلى مستويات مميتة للأسماك عند الاستزراع المكثف للأسماك، و اتباع نظام غذائي غني بالبروتين.

– أشكال الأمونيا

الفصل الثاني

– توجد الأمونيا في صورتين:

– الأمونيا غير المتأينة (NH_3) (هي الشكل الأكثر سمية) و الأمونيا المتأينة و المعروفة بإسم أيون

الأمونيوم (NH_4) و هو الشكل الاقل سمية

– العوامل التي تؤثر على سمية الأمونيا

1- الرقم الهيدروجيني:

– تعتمد نسبة الأمونيا غير المتأينة إلى الأمونيا المتأينة على درجة الحموضة و درجة حرارة الماء.

– فالأمونيا غير المتأينة (NH_3) هي الشكل السائد للأمونيا عندما يكون الرقم الهيدروجيني مرتفعاً، و

تكون الأمونيا المتأينة (NH_4) غير سامة إلا عند مستويات عالية للغاية و هي الشكل السائد في الماء

عندما يكون الرقم الهيدروجيني منخفضاً.

2- درجة الحرارة:

– تؤثر درجة حرارة الماء على التوازن بين الأمونيا غير المتأينة (NH_3) و الأمونيا المتأينة (NH_4)

في أي درجة حموضة معطاة ستكون NH_3 الأكثر سمية موجوداً في الماء الدافئ أكثر من الماء

البارد.

α من الأعراض التي تظهر على الأسماك بسبب الشكل السام من الأمونيا:

– التهاب و تهيج أنسجة الخياشيم، مشاكل في التنفس، إجهاد الأسماك، حالة الخمول و فقدان الشهية،

تلف الأعضاء الداخلية و زيادة في سماكة الأفواس الخيشومية و انتفاخها مما يحد من تدفق الماء على

الشعيرات الدموية الخيشومية.

α في حال وجود نسبة عالية من الأمونيا داخل الأحواض يجب:

– تقليل أو إيقاف التغذية، تزويد الأحواض بالمياه العذبة ، تقليل كثافة التخزين، تهوية الأحواض، و

في حالات الطوارئ لابد من خفض مستوى الأس الهيدروجيني.

4- الأوكسجين الذائب

– يعتبر الأوكسجين الذائب هو العامل الأكثر أهمية في جودة المياه بالمزارع السمكية، حيث يذوب

الأوكسجين في الماء بتركيزات منخفضة للغاية مقاسة بأجزاء في المليون (ppm) أو مليجرام / لتر

كما أنه من النادر أن تحتوي الأحواض على أكثر من 10 جزء في المليون من الأوكسجين الذائب

بصورة طبيعية.

حدود الأوكسجين لأسماك المياه العذبة



□ مصادر الأوكسجين في الأحواض:

1- عملية البناء الضوئي:

– يتم إنتاج معظم الأوكسجين في الماء بواسطة الطحالب و النباتات الخضراء من خلال عملية البناء الضوئي، و هي العملية التي تستخدم فيها النباتات الخضراء الطاقة الشمسية لتحويل الماء و ثاني أكسيد الكربون إلى الأوكسجين و الكربوهيدرات.

2- الأوكسجين الجوي:

– الانتشار السطحي للأوكسجين الجوي و الذوبان في طبقة الماء الملامسة للغلاف الجوي

3- الأوكسجين الصناعي:

– يمكن ضخ الأوكسجين إلى الأحواض عن طريق البدالات و الهوايات.

– المستوى المناسب من الأوكسجين:

– كلما انخفضت مستويات الأوكسجين الذائب لأقل من 3 إلى 4 جزء في المليون، يحدث إجهاد للأسماك، و يؤدي إلى نفوق الأسماك اذا ما استمر لفترة.

– يتراوح تركيز الأوكسجين المثالي في أحواض الأحياء المائية من 5 إلى 10 جزء في المليون.

– تحتاج أسماك المياه الدافئة مثل (سمك القاروص، البلطي، المبروك، القراميط) حوالي 5 أجزاء في المليون.

– تتطلب أسماك المياه الباردة مثل (سمك السلمون المرقط و السلمون) حوالي 6.5 جزء في المليون.

□ التقلبات اليومية في الأوكسجين الذائب:

– تؤدي التقلبات اليومية و التغيرات الموسمية في الأوكسجين الذائب لاختلاف مستوى الأوكسجين الذائب بشكل كبير على مدار اليوم.

– يرتبط نقص تركيز الأوكسجين في الأيام الحارة، الغائمة، سكون رياح.. مما يؤدي إلى حدوث ظاهرة الطبقيّة التي تتطور خلال فصل الصيف في الأحواض بعمق 2 متر أو أكثر.

– خلال النهار، يزداد تركيز الأوكسجين الذائب الناتجة عن التمثيل الضوئي بواسطة الطحالب و النباتات المائية، بينما خلال الليل تنخفض مستويات الأوكسجين الذائب حيث يستهلك الأوكسجين من الماء خلال عملية التنفس.. و يطلق ثاني أكسيد الكربون أثناء تحول المواد العضوية إلى طاقة و لهذا السبب، تكون أعلى مستويات الأوكسجين الذائب عند الغسق، قبل الغروب،، و أقلها قبل الفجر بقليل.

□ قياس نسبة الأوكسجين:

– يتم قياس نسبة الأوكسجين باستخدام الأجهزة الحقلية و يجب معايرة هذه الأجهزة باستمرار للحصول علي القراءة الصحيحة.

– طرق زيادة مستوى الأوكسجين الذائب في الأحواض:

– هناك بعض الطرق للمساعدة في الحفاظ على مستويات الأوكسجين الذائب آمنة في الأحواض، و خاصة في الأحواض العميقة التي يتم تربيع الأسماك فيها بشكل مكثف وتشمل:

1- التهوية الميكانيكية:

– حيث تساعد أجهزة التهوية على الحفاظ على مياه الأحواض مختلطة بحيث يتم التقليل من طبقات المياه السطحية و تكون كمية الأوكسجين جيدة.

– ومع ذلك، يجب الأخذ في الاعتبار بأن التهوية ليست هي الأداة الوحيدة من أدوات الإدارة للمساعدة في الحفاظ على مستويات الأوكسجين صحية داخل الأحواض.



شكل (7). أجهزة تهوية المياه (بدالات)

2- التحكم في كمية الأعلاف المقدمة للأسماك:

– حيث أنه لا يزال إضافة المواد الغذائية الخارجية هو القضية الحاسمة التي يجب معالجتها لأن الإفراط في المغذيات يمكن أن يؤدي إلى زيادة في الأعشاب المائية و الطحالب، مما قد يؤدي إلى استنزاف الأوكسجين عندما تموت و تتحلل تلك الأعشاب المائية و الطحالب.

3- قياس نسبة الأوكسجين:

- يتم قياس نسبة الاوكسجين باستخدام الأجهزة الحقلية و يجب معايرة هذه الأجهزة باستمرار للحصول علي القراءة الصحيحة.

إدارة الرقم الهيدروجيني في أحواض المياه العذبة

مقدمة

– مصطلح "الرقم الهيدروجيني" هو مصطلح رياضي تحويلي لتركيز أيون الهيدروجين (H^+)، يعبر بسهولة عن حموضة أو قاعدية الماء.

* يشير الحرف الصغير "p" إلى "القوة".

* يتم تعريف الرقم الهيدروجيني على أنه اللوغاريتم السلمي لتركيز أيون الهيدروجين.

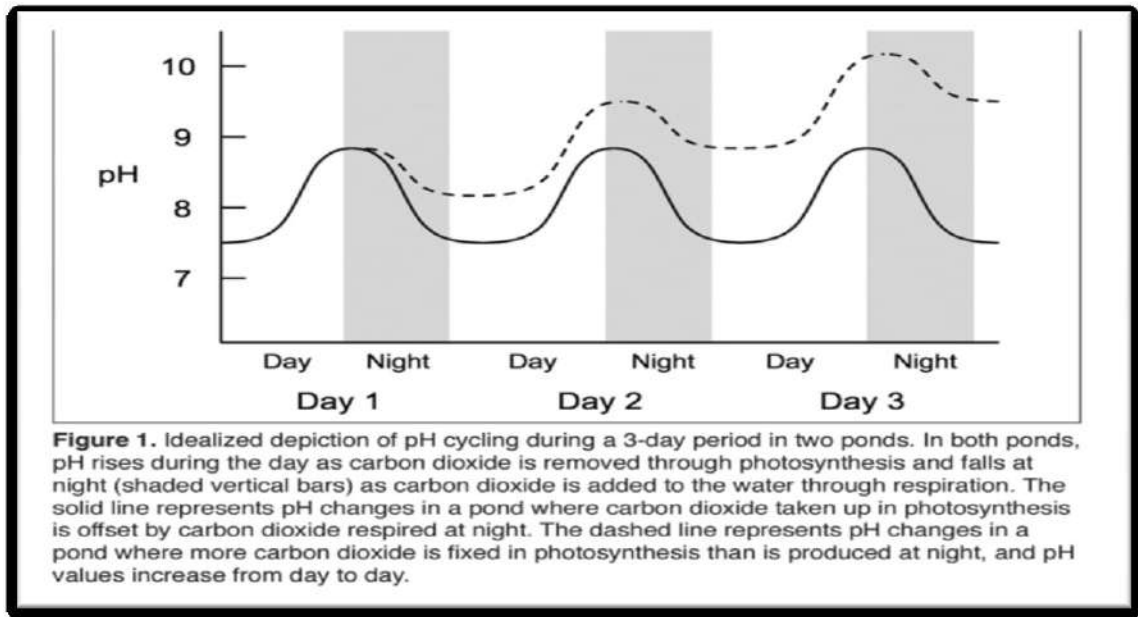
* كل تغيير في الرقم الهيدروجيني مقداره وحدة، تمثل هذه الوحدة تعيياً را بمقدار عشرة أضعاف تركيز أيون الهيدروجين.

– يتم تمثيل مقياس الرقم الهيدروجيني عادةً على أنه يتراوح من 0 إلى 14، و لكن يمكن أن يمتد الرقم الهيدروجيني إلى أبعد من تلك القيم.

– عند 25 درجة مئوية، يصف الرقم الهيدروجيني 7.0 النقطة المحايدة للمياه التي يكون فيها تركيز الهيدروجين و أيونات الهيدروكسيل (OH^-) متساويان (كل في 10^{-7} مول / لتر).

– تصبح الظروف أكثر حمضية مع انخفاض الرقم الهيدروجيني و أكثر أساسية مع زيادة الرقم الهيدروجيني.

□ الرقم الهيدروجيني للأنظمة البيئية للمياه العذبة يمكن أن يتقلب بشكل ملحوظ خلال اليوم و الفترات الزمنية الموسمية، و قد تطورت معظم حيوانات المياه العذبة لتتحمل نطاق واسع نسبياً من درجة الحموضة البيئية.



رسم توضيحي للتغير في الرقم الهيدروجيني اثناء اليوم

الفصل الثالث

○ و مع ذلك، يمكن أن تصبح الحيوانات متوترة أو تتعرض للنفوق عند تعرضها لدرجات الحموضة القصوى أو عندما يتغير الرقم الهيدروجيني بسرعة، حتى لو كان يحدث التغيير ضمن نطاق الرقم الهيدروجيني المسموح به عادة.

○ بالإضافة إلى التأثيرات المباشرة للأس الهيدروجيني على الحيوانات المائية، يؤثر تركيز أيون الهيدروجين على التوازنات المائية التي تنطوي على الأمونيا، كبريتيد الهيدروجين، الكلور و المعادن الذائبة.

□ تفاعلات الرقم الهيدروجيني

– هذه المتغيرات غالبا ما تكون أكثر أهمية من التأثيرات المباشرة للرقم الهيدروجيني على الحيوانات المائية.

□ "سمية الرقم الهيدروجيني" المباشرة نسبيا نادرة في أحواض الاستزراع السمكي، حيث يتم اختيار المواقع و إمدادات المياه لتوفير البيئة المرغوبة فيها، و التي ينبغي أن تشمل الرقم الهيدروجيني ما يقرب من 6 إلى 9.

– و مع ذلك، قد تتسبب الظروف في ارتفاع الرقم الهيدروجيني أو انخفاضه خارج النطاق المسموح به، مما يسفر عن نفوق الأسماك المستزرعة.

– من الحالات الأكثر شيوعا، عندما يؤدي التمثيل الضوئي المفرط تحت الماء إلى ارتفاع الرقم الهيدروجيني إلى مستويات قاعدية عالية.

– قيم الرقم الهيدروجيني أعلى من 9.5 أو 10 بشكل عام غير مرغوب فيه في الاستزراع السمكي بالأحواض الترابية.

– الرقم الهيدروجيني للمياه الطبيعية النقية المعرضة للهواء الحمضي حوالي 5.6 بسبب ثاني أكسيد الكربون.

□ مشاكل ارتفاع الرقم الهيدروجيني في الأحواض

– النشاط البيولوجي تحت الماء يتم التحكم و ضبط تركيز ثاني أكسيد الكربون في معظم المياه السطحية، بما في ذلك الاستزراع السمكي بالأحواض

– جميع الكائنات الحية تنتج ثاني أكسيد الكربون بشكل مستمر كمنتج من التنفس.

– خلال النهار، الطحالب و النباتات تحت الماء تستهلك ثاني أكسيد الكربون كجزء من عملية التمثيل الضوئي التي يحركها ضوء الشمس.

– المعدلات النسبية للتنفس و التمثيل الضوئي داخل الأحواض يتحدد (ما إذا كان هناك صافي إضافة أو إزالة لثاني أكسيد الكربون) انخفاض الرقم الهيدروجيني أو ارتفاعه.

الفصل الثالث

- تتأثر معدلات التنفس بالماء وفق درجة الحرارة و الكتلة الحيوية للنباتات، الحيوانات و الكائنات الحية الدقيقة في الماء و الرواسب السفلية.
- يتم التحكم في معدل عملية التمثيل الضوئي في المقام الأول بواسطة شدة ضوء الشمس و الكتلة الحيوية النباتية و درجة حرارة الماء.
- خلال النهار ، عادة ما تتجاوز عملية التمثيل الضوئي تحت الماء عملية التنفس يرتفع الرقم الهيدروجيني مع استخلاص ثاني أكسيد الكربون من الماء.
- عندما تبدأ الشمس بالغرور و في وقت متأخر بعد الظهر، تنخفض عملية التمثيل الضوئي و تتوقف في النهاية، و بالتالي ينخفض الرقم الهيدروجيني طوال الليل حيث تضيف الكائنات الحية التي تتنفس ثاني أكسيد الكربون إلى الماء.
- عندما تشرق الشمس ، تستأنف النباتات عملية التمثيل الضوئي و تزيل ثاني أكسيد الكربون من الماء، مما يؤدي إلى ارتفاع الرقم الهيدروجيني مرة أخرى.
- * يؤدي التفاعل اليومي بين التنفس و التمثيل الضوئي إلى ارتفاع درجة الحموضة و انخفاضه خلال فترة 24 ساعة.
- في معظم البيئات المائية ، يوميا عملية التمثيل الضوئي تساوي عملية التنفس تقريبا و يبقى الرقم الهيدروجيني عادة في نطاق تتحمله معظم الحيوانات.
- و مع ذلك، عندما تنمو النباتات أو الطحالب بسرعة، يكون ثاني أكسيد الكربون الذي تتم إزالته كل يوم عن طريق عملية التمثيل الضوئي أكثر مما يضاف كل ليلة عن طريق التنفس.
- و نتيجة لذلك، قد يرتفع الرقم الهيدروجيني إلى مستوى غير طبيعي خلال فترة ما بعد الظهر و قد تظل مرتفعة حتى من خلال الليل (الشكل 1).
- قد تستمر هذه الحالة لعدة أيام حتى يتناقص معدل عملية التمثيل الضوئي أو يزيد التنفس.
- مشاكل ارتفاع الرقم الهيدروجيني شائعة في أحواض حضانة الزريعة وفي الأحواض المستخدمة لاستزراع جمبري المياه العذبة (*Macrobrachium rosenbergii*) بسبب طرق التسميد المستخدمة في تحضير الأحواض للتخزين و تكون العوالق النباتية سريعة النمو و تزدهر، و تستهلك ثاني أكسيد الكربون بسرعة،
- لذا فإن المراحل المبكرة من حياة الأسماك و القشريات معرضة بشكل خاص لسمية الرقم الهيدروجيني، و تكون أقل قدرة على التكيف مع النظام البيئي أكثر من الكائنات الأكبر سنا من خلال الانتقال إلى المناطق ذات الرقم الهيدروجيني المنخفض في الحوض (مثل المياه العميقة).
- الرقم الهيدروجيني المرتفع هو الأكثر شيوعا في الأحواض المملوءة و المخصبة حديثا، التي تسود فيها الطحالب الخيطية.

- عندما تموت أعداد كبيرة من خلايا الطحالب، تتحرر العناصر الغذائية أثناء التحلل فإن ذلك يحفز نمو الطحالب محدثا إزدهار جديد.
- عندها تنمو النباتات بسرعة، و قد يؤدي إستهلاك ثاني أكسيد الكربون السريع إلى ارتفاع الرقم الهيدروجيني، حتى يدخل مجتمع العوالق النباتية في توازن جديد.
- ارتفاع الرقم الهيدروجيني شائع بشكل خاص في الأحواض حيث الطحالب الخيطية تهيمن على مجتمع الهائمات النباتية.

- الأحواض التي تحتوي الطحالب الخيطية عادة تكون المياه صافية، مما يسمح لأشعة الشمس بالتغلغل عميقا في عمود الماء مما يعزز كثافة عملية التمثيل الضوئي بواسطة الطحالب العائمة أو تحت الماء.
- ظهور درجة حموضة عالية في أحواض الاستزراع المائي يحدث بشكل متكرر، و بشدة أكبر في المياه ذات العسر الكلي منخفض، أو قلوية كلية متوسطة إلى عالية {السبب في ذلك ليس مفهوم تماما}.

□ إدارة المشاكل مع ارتفاع الرقم الهيدروجيني

- إدارة درجة الحموضة العالية في الاستزراع السمكي أمر صعب و لا توجد ممارسة محددة لإدارة ناجحة دائما.
- تنشأ الصعوبات لأن مصطلح "الرقم الهيدروجيني مرتفع" لا يصف الصفات الكيميائية فقط، و لكن أيضا نتيجة للكثير من العمليات الكيميائية و البيولوجية المتفاعلة.
- كمقياس لتركيز أيون الهيدروجين في الماء، يمكن أن يكون الرقم الهيدروجيني مرتفعا فيتم تصحيحه عن طريق إضافة حمض إليه لزيادة هذا التركيز.
- لكن، يصف "الرقم الهيدروجيني العالي" أيضا نتيجة للعديد من العمليات التي تضيف أو تزيل ثاني أكسيد الكربون.

□ خفض الرقم الهيدروجيني

- إضافة الحمض لا يغير هذه العمليات، و بالتالي لا يمكن معالجة الأسباب الكامنة وراء ارتفاع الرقم الهيدروجيني.
- لذا في حين أن إضافة حمض قد يكون مؤقتا لتقليل الرقم الهيدروجيني، و من المحتمل أن يحدث ارتفاع الرقم الهيدروجيني مرة أخرى ما لم تتغير الظروف البيئية الأخرى أيضا.
- الحل طويل المدى لمشاكل الرقم الهيدروجيني المرتفع في الأحواض هو تغيير بيولوجيا الأحواض بحيث يكون صافي استهلاك ثاني أكسيد الكربون اليومي قريبا من الصفر، يمكن القيام بذلك عن

الفصل الثالث

طريق تقليل عملية التمثيل الضوئي أو زيادة التنفس ، لكن تغيير عملية التمثيل الغذائي بالحوض السمكي أمر صعب لأن العمليات البيولوجية تعتمد على مجموعة من الظروف البيئية التي تفضل بقوة نتيجة بيئية معينة.

* **على سبيل المثال**، عندما يحتوي حوض مملوء حديثا على الكثير من العناصر الغذائية، و تستقبل أشعة الشمس الساطعة و تكون درجة حرارة الماء دافئة، فإن الظروف تشجع بقوة على تطوير مجتمع بيولوجي ينتج رقم هيدروجيني عالي بعد الظهر و من الصعب تغيير تلك الظروف لتغيير النتيجة. – بشكل عام، سيكون منع أو إدارة مشاكل الرقم الهيدروجيني أكثر فعالية من محاولة تصحيح المشاكل بعد حدوثها.

– ملء و إعداد الأحواض في وقت مبكر، تظهر مشاكل ارتفاع درجة الحموضة بعد الظهر، عادة في الأسابيع القليلة الأولى بعد ملء أحواض الاستزراع المائي.

– في ذلك الوقت، تعمل المغذيات النباتية المشتقة من الأعلاف أو الأسمدة على تعزيز تكاثر الطحالب سريعة النمو و تكون الكتلة الحيوية للكائنات الحية التي تتنفس منخفضة نسبيا.

– بعد هذه الدفعة الأولى من نمو النبات السريع، تنخفض قيم الأس الهيدروجيني المرتفعة بعد الظهر عادة مع توازن إنتاج و إستهلاك ثاني أكسيد الكربون.

– و مع تقدم عمر الحوض، تبدأ المواد العضوية في التراكم (خاصة في الرواسب)، يساعد ثاني أكسيد الكربون الناتج عن تحلل المواد العضوية على تقليل قيم الرقم الهيدروجيني القصى.

– و بناء على ذلك، فإن إحدى الطرق لتقليل المشاكل الناجمة عن ارتفاع الرقم الهيدروجيني هي إعداد الأحواض في أقرب وقت ممكن، و يفضل قبل عدة أسابيع من التخزين.

– قد لا يكون هذا ممكنا دائما، لأنه يجب تخزين بعض الأسماك في وقت قصير نسبيا بعد ملء الأحواض و تخصيصها لضمان توفر الأغذية الطبيعية المناسبة.

* **على سبيل المثال**، يجب تخزين زريعة القاروص الهجين المخطط عندما تكون الروتيفر أكثر وفرة، حيث تعتبر الروتيفر هي الغذاء المفضل لصغار سمك القاروص، و تصل أعداد الروتيفر إلى ذروتها في أوقات يمكن التنبؤ بها بعد بدء تخصيب الأحواض.

– و مع ذلك، عندما يكون ذلك ممكنا، فإن تأخير التخزين إلى ما بعد التدفق الأولي لنمو النبات يمكن أن يساعد في منع الخسائر الناجمة عن ارتفاع درجة الحموضة بشكل مفرط.

□ التوازن بين العسر و القلوية

– يبدو أن مشاكل ارتفاع الرقم الهيدروجيني تحدث غالبا في الأحواض التي تكون فيها القلوية الكلية (كمية البيكربونات و الكربونات في الماء) أعلى بكثير من عسر الماء (كمية الكالسيوم و المغنيسيوم في الماء).

* **على سبيل المثال**، من الشائع أن ترتفع درجة الحموضة في أحواض جمبري المياه العذبة في وحدة الاستزراع المائي بجامعة ولاية ميسيسيبي في ستاركفيل في أواخر الربيع.

– تبلغ عسر إمدادات المياه الجوفية لهذه الأحواض ≈ 30 ملجم / لتر CaCO_3 وقلويتها حوالي 90 ملجم / لتر.

○ يوجد تباين أوسع بين العسر و القلوية في العديد من المياه الأخرى، خاصة تلك الموجودة في السهول الساحلية الجنوبية الشرقية، نفس المنطقة بأعلاه،، حيث تتجاوز قلوية العديد من المياه الجوفية 150 ملجم / لتر و قيم العسر أقل من 10 ملجم / لتر.

○ يمكن تصحيح أوجه القصور في العسر بالنسبة للقلوية بإضافة الجبس (كبريتات الكالسيوم).
– إن فعالية معالجة الجبس في تقليل درجة الحموضة محل نقاش؛ و في أحسن الأحوال، فهو إجراء وقائي و ليس علاجاً طارئاً.

– و لذلك، يجب تصحيح عيوب العسر قبل التخزين، و يفضل أن يتم ذلك بمجرد امتلاء الحوض في الربيع. يمكن حساب كمية الجبس اللازمة لموازنة العسر و القلوية تقريبا عن طريق طرح العسر من القلوية و ضرب هذه القيمة في اثنين.

* **على سبيل المثال**، إذا كانت قيمة العسر 30 ملجم / لتر CaCO_3 و القلوية 90 ملجم / لتر CaCO_3 ، فستكون هناك حاجة إلى 120 ملجم / لتر من الجبس.

– سيتطلب ذلك حوالي 1133 كجم من الجبس في حوض مساحته 2 فدان و عمقه 1.20 متر. و هذه كمية كبيرة من الجبس، و لكن نتائج المعالجة يجب أن تكون طويلة الأمد لأن الكالسيوم يتم فقدانه من الأحواض فقط عندما يتم تخفيف المياه عن طريق هطول الأمطار الغزيرة أو بإضافة مياه ذات محتوى منخفض من الكالسيوم.

– إن زيادة مستوى الكالسيوم في الحوض عن طريق إضافة الجبس قد يساعد في تقليل حدوث الارتفاع في درجة الحموضة و يفيد الكائنات المائية من خلال مساعدتها على الاستجابة بشكل أفضل من الناحية الفسيولوجية لدرجات الحموضة القصوى و الضغوطات البيئية الأخرى.

– تساعد المستويات العالية نسبياً من الكالسيوم أيضاً القشريات، مثل جمبري المياه العذبة، على تعويض الكالسيوم المفقود أثناء إنسلاخ الطبقة الخارجية.

– إضافة الشبه أو مادة عضوية،، من الصعب تقليل درجة الحموضة بشكل كبير عن طريق إضافة حمض إلى الماء،،

– يعد العلاج الطارئ الذي يقلل بسرعة درجة الحموضة المرتفعة، الشبه (كبريتات الألومنيوم)، مادة كيميائية آمنة و غير مكلفة نسبياً تتفاعل في الماء لتكوين حمض.

الفصل الثالث

- إلى جانب تقليل الرقم الهيدروجيني، تقوم الشبه أيضا بتجميع و إزالة الطحالب عن طريق الترسيب، مما يقلل الكتلة الحيوية للطحالب و يقلل عملية التمثيل الضوئي.
- قد تساعد الشبه أيضا على تقليل درجة الحموضة بشكل غير مباشر عن طريق إزالة الفوسفور، و هو عنصر غذائي مهم لنمو النبات.
- الشبه ليس لها تأثير دائم و قد تحتاج إلى وضعها أكثر من مرة حتى ينخفض نمو النبات أو الطحالب.
- إن التخفيض الدقيق للأس الهيدروجيني من خلال إضافة الشبه أمر صعب لأن الاستجابة تتأثر بعدد من الظروف في الحوض، و خاصة القلوية الكلية للمياه.
- يمكن أن تؤدي المعالجة المفرطة بالشبه إلى انخفاض كبير في درجة الحموضة، و ربما إلى مستويات أكثر خطورة من مشكلة الرقم الهيدروجيني المرتفعة الأصلية.
- * و تشير دراسة إلى ضرورة اتباع نهج حذر، بدءا بجرعة أولية تبلغ 10 ملجم / لتر من الشبه (12 كجم من الشبه لكل فدان بعمق 0.3 متر من الماء) تليها تطبيقات إضافية بزيادات تتراوح من 5 إلى 10 ملجم / لتر حسب الحاجة.
- لا ينبغي استخدام الشبه في المياه التي يقل مجموع قلوياتها عن 20 ملجم / لتر $CaCO_3$ ، لأنه حتى الكميات الصغيرة قد تقلل الرقم الهيدروجيني إلى مستويات خطيرة.
- الطريقة الأكثر أمانا و الأطول أمدا لتقليل درجة الحموضة المرتفعة هي إضافة ثاني أكسيد الكربون، الذي يعمل كحمض في الماء.
- و يمكن زيادة مستويات ثاني أكسيد الكربون عن طريق إضافة المواد العضوية مثل الذرة المطحونة، أو دقيق فول الصويا، أو مسحوق بذور القطن إلى الأحواض. عندما تتحلل المادة العضوية، فإنها تطلق ثاني أكسيد الكربون.
- هذه الطريقة لا تؤدي إلى تقليل الرقم الهيدروجيني على الفور، و لكنها ممارسة آمنة و يمكن الاعتماد عليها نسبيا و تؤدي إلى نتائج سريعة إلى حد ما. بشكل عام، تطبيق حوالي 6.8 كجم لكل فدان عمق 0.3 متر يوميا لمدة أسبوع تقريبا يجب أن يمنع درجة الحموضة من الارتفاع إلى مستويات غير مرغوب فيها.
- هذا التطبيق اليومي للأسمدة العضوية تم التخطيط له بالفعل. يجب ألا يتجاوز إجمالي الاستخدام اليومي للمادة العضوية 23 كجم للفدان.
- تستخدم عملية التحلل التي تطلق ثاني أكسيد الكربون في الماء أيضا الأوكسجين المذاب، لذا فإن إضافة الكثير من المواد العضوية يمكن أن يقلل تركيزات الأوكسجين المذاب إلى مستويات خطيرة. و

لذلك يجب قياس تركيزات الأوكسجين المذاب بانتظام و تهوية الحوض، إذا لزم الأمر، للحفاظ على مستويات الأوكسجين المرضية.

○ **تقليل نمو النبات**، إن الإزالة السريعة لثاني أوكسيد الكربون خلال فترات النمو السريع للنبات هي أساس جميع مشاكل الرقم الهيدروجيني المرتفع في الأحواض.
– يعد انتظار انخفاض نمو النبات السريع بشكل طبيعي خياراً، و لكن إذا كان يجب تقليل الرقم الهيدروجيني بسرعة، فيجب إبطاء معدل نمو النبات عن طريق إضافة مبيدات الأعشاب أو تقييد كمية الضوء التي تخترق عمود الماء.

– سيؤدي استخدام مبيدات الأعشاب لقتل الطحالب و النباتات إلى القضاء على مشاكل الرقم الهيدروجيني المرتفع، لكن الفوائد غالباً لا تستحق المخاطرة و التكاليف.
– حيث يؤدي تحلل النباتات التي تقتلها مبيدات الأعشاب إلى استنفاد الأوكسجين و تراكم ثاني أوكسيد الكربون و الأمونيا، كما أن بعض مبيدات الأعشاب سامة نسبياً للكائنات المائية الصغيرة.
– إن تقليل نمو النباتات لإدارة درجة الحموضة العالية يتعارض مع هدف التسميد، و هو زيادة إنتاج الأغذية الطبيعية في الحوض لدعم إنتاج الأحياء المائية.
– و بالتالي، فإن استخدام مبيدات الأعشاب لتقليل الرقم الهيدروجيني المرتفع عادة ما يكون بديلاً سيئاً للإدارة السليمة للأحواض.

بوجه عام

- يجب استخدام مبيدات الأعشاب فقط لتغيير نوع واحد من المجتمع النباتي إلى نوع مرغوب فيه أكثر.
- **على سبيل المثال**، غالباً ما تكون تجمعات الطحالب الخيطية مسئولة عن ارتفاع درجة الحموضة بشكل مفرط في الأحواض المملوءة حديثاً المستخدمة في تربية الزريعة أو الجمبري، كما أن الطحالب الخيطية غير مرغوب فيها لأنها تتداخل مع إدارة الأحواض، خاصة التغذية و الحصاد.
- يمكن استخدام بعض مبيدات الأعشاب بحذر للقضاء على هذه الطحالب لصالح ازدهار العوالق النباتية.
- البديل الأكثر أماناً (و لكنه أقل فعالية) لمبيدات الأعشاب هو تقليل كمية ضوء الشمس المتاحة لعملية التمثيل الضوئي.
- أحد الأساليب هو إضافة صبغة مسموح بها في الاستزراع السمكي و معتمدة إلى الحوض. حيث تعمل الأصباغ كعوامل لمكافحة الحشائش و تلون الماء باللون الأزرق لتقليل تغلغل الضوء، عادة ما تكون الصبغة فعالة لعدة أسابيع.

□ هناك طريقة أخرى لتقليل اختراق الضوء و هي الحفاظ على مياه الحوض عكرة (مع رواسب معلقة) باستخدام أجهزة تهوية أو أجهزة أخرى لتحريك الطين من قاع الحوض.

خطأ استخدام بيكربونات الصوديوم

– أحد العلاجات الموصى بها بشكل متكرر لارتفاع درجة الحموضة هو بيكربونات الصوديوم (و تسمى أيضا بيكربونات الصودا أو صودا الخبز) - هي الأقل فعالية.

– تعمل بيكربونات الصوديوم على تقليل درجة الحموضة العالية في الماء لأنها تعمل على تحييد الأحماض أو القواعد (المركبات التي تتمتع بهذه الخاصية تسمى مذذبة).

– بيكربونات الصوديوم هي حمض ضعيف و يجب إضافة كميات كبيرة لتقليل الرقم الهيدروجيني بشكل كبير، خاصة في المياه ذات القلوية الكلية العالية (الجدول 1).

* **على سبيل المثال**، إذا كانت القلوية الإجمالية للمياه 200 ملجم / لتر محسوبة $CaCO_3$ و درجة الحموضة 10.0، فإن إضافة 100 ملجم / لتر من بيكربونات الصوديوم ستؤدي إلى تقليل الرقم الهيدروجيني إلى حوالي 9.9 فقط، و بهذا المعدل، سيحتاج حوض تبلغ مساحته فدانين و عمقه 1.21 متر إلى حوالي 907 كجم.

– نفس الكمية من بيكربونات الصوديوم (100 ملجم / لتر) المضافة إلى الماء مع قلوية تبلغ 50 جزء في المليون محسوبة كربونات الكالسيوم سوف تقلل الرقم الهيدروجيني إلى حوالي 9.6.

– هناك عيب آخر لاستخدام بيكربونات الصوديوم، و هو عدم قدرته على منع الزيادات اللاحقة في درجة الحموضة، و هذا صحيح بالنسبة لأي حمض.

– و لذلك، فإن بيكربونات الصوديوم ليست علاجا طارئاً فعالاً لارتفاع درجة الحموضة و لا حلاً طويل الأمد.

جدول (1). درجة الرقم الهيدروجيني،، الاصيلي 10،، مع 3 تركيزات من القلوية عند إضافة كميات مختلفة من بيكربونات الصوديوم

Table 1. Final pH of waters with an initial pH of 10.0 and three different total alkalinities after treatment with different amounts of sodium bicarbonate.

Initial alkalinity (mg/L as $CaCO_3$)	Amount of sodium bicarbonate added		
	25 mg/L	50 mg/L	100 mg/L
50	9.9	9.8	9.6
100	9.9	9.9	9.7
200	9.9	9.9	9.8

□ الزيادة المفاجئة في الرقم الهيدروجيني

- يمكن للتغيرات المفاجئة في الرقم الهيدروجيني أن تؤدي إلى إجهاد الكائنات المائية أو قتلها حتى عندما تحدث تلك التغييرات ضمن نطاق الرقم الهيدروجيني الذي تتحملة عادة.
- أظهرت دراسات أن زريعة سمك القراميط Channel catfish حساسة للغاية للزيادة المفاجئة في الرقم الهيدروجيني.
- حيث يمكن لزريعة سمك القراميط هذه المتأقلمة مع المياه ذات الرقم الهيدروجيني القريب من المستوى الأمثل (الرقم الهيدروجيني 7.5 إلى 8.5) أن تتحمل النقل المفاجئ إلى الماء مع درجة حموضة أقل بمقدار 4 وحدات دون أن تموت.
- و مع ذلك، سيتم قتل الأسماك عند نقلها فجأة إلى مياه ذات درجة حموضة أعلى بأكثر من وحدة واحدة من الماء الذي تأقلمت فيه.
- إن النقل المفاجئ إلى مياه ذات درجة حموضة أعلى بمقدار 1.5 وحدة هيدروجينية سيقتل حوالي 50% من الأسماك، أما النقل إلى مياه أعلى بمقدار 2.2 درجة حموضة فسوف يقتل جميع الأسماك تقريباً.
- إن عدم تحمل سمك القراميط للزيادة المفاجئة في الرقم الهيدروجيني له اعتبارات عملية مهمة.
- حيث يتم الاحتفاظ بأغلب زريعة سمك القراميط حديثة الفقس لعدة أيام في خزانات المفرخات المزودة بالمياه الجوفية ذات درجة حموضة قريبة من 8.0. و يتم بعد ذلك نقل الزريعة إلى خزان النقل (عادة ما يكون مملوءاً بالمياه من نفس المصدر المستخدم في المفرخ) ثم يتم تخزينها في حوض الحضانة لمزيد من النمو.
- تتغير درجة الحموضة في أحواض الحضانة يومياً، و إذا تم نقل الأسماك إلى حوض الحضانة خلال فترة ما بعد الظهر عندما يكون الرقم الهيدروجيني أعلى عادة، فقد تموت العديد من الأسماك بسرعة.
- **الحل:** نغم أولاً بقياس الرقم الهيدروجيني للمياه في كل من خزان النقل و الحوض، ثم نغم بنقل الأسماك فقط عندما يكون الرقم الهيدروجيني للمياه المتلقية قريباً جداً أو أقل من الرقم الهيدروجيني لمياه خزان النقل.
- عادة ما يكون الرقم الهيدروجيني للحوض في أدنى مستوياته بعد ساعات قليلة من الفجر، لذلك عادة ما يكون هذا هو أفضل وقت لنقل الزريعة.
- يجب الأخذ في الاعتبار أن هذه الاستجابة شائعة لدى جميع أنواع الأسماك و القشريات، و يجب تجنب نقل الكائنات إلى المياه ذات الرقم الهيدروجيني الأعلى.

□ ملخص كل ماسبق

- ⊗ يمكن استخدام ممارسات إدارية مختلفة لتقليل الرقم الهيدروجيني المرتفع و تقليل مخاطر سمية الرقم الهيدروجيني لأسماك المياه العذبة و القشريات.
- ⊗ ينبغي أن يعتمد اختيار الطريقة على الحاجة المحددة، و قد يكون الجمع بين الأساليب أكثر فعالية.
- ⊗ التخطيط المسبق يمكن أن يساعد في تجنب العديد من المشاكل.
- ⊗ يجب أن تتمتع مياه الأحواض بمستويات كافية من القلوية و العسر بالنسبة للأنواع المستزرعة، و لا ينبغي أن تكون هذه المستويات غير متناسبة على نطاق واسع.
- ⊗ يجب أن يتم التخزين في الوقت المناسب من العام و الوقت المناسب من اليوم لتقليل المخاطر.
- ⊗ إضافة كميات صغيرة من المواد العضوية القابلة للتحلل بسهولة يمكن أن يكون إجراء وقائي فعال لأن تحللها ينتج ثاني أكسيد الكربون و يقلل الرقم الهيدروجيني لفترة أطول.
- ⊗ العلاجات الطارئة التي تهدف إلى تقليل الرقم الهيدروجيني المرتفع بسرعة محفوفة بالمشاكل و معظمها له فوائد مؤقتة فقط لأن السبب الكامن وراء المشكلة لا تتم معالجته بشكل صحيح.

التهوية بأحواض المزارع السمكية

مقدمة

– يشير المصطلح الواسع "تربية الأحياء المائية" إلى تربية، رعاية و حصاد النباتات و الحيوانات في جميع أنواع البيئات المائية، بما في ذلك الأحواض، الأنهار، البحيرات و المحيطات.
– و كما هو الحال في الزراعة، يمكن أن تتم تربية الأحياء المائية في البيئة الطبيعية أو في بيئة صناعية.

– و باستخدام تقنيات تربية الأحياء المائية، يقوم الباحثون في تربية الأحياء المائية "بتنمية"، "إنتاج" و "استزراع" جميع أنواع الأحياء المائية في المياه العذبة و البحرية.

– تتم زراعة عدد من أنواع الأسماك الزعفرانية ، المحاريات و القشريات للإنتاج التجاري لأسماك الطعم، مصايد الأسماك الترفيهية، أسماك الطعام و حيوانات الزينة المستخدمة في أحواض الأسماك.
– و تركز غالبية عمليات تربية الأحياء المائية في المياه العذبة على أنواع م ن الأسماك مثل (القراميط، البلطي، المبروك و البوري) و القشريات مثل (الجمبري) و الرخويات مثل (بلح البحر).

– تعد الأحواض من أكثر تقنيات تربية الأحياء المائية انتشارا ، و تعد الإدارة النشطة و السليمة للأحواض أمرا ضروريا للحفاظ على أقصى مستويات الإنتاج و ضمان جودة المنتجات.

– من الضروري وجود مجموعة من الممارسات الإدارية لمعالجة القضايا المتعلقة بنوعية المياه و الأمراض ومسبباتها، النباتات المائية، الترسيب و مكافحة الحيوانات المفترسة.

– تعد إدارة مستويات الأوكسجين المذاب (DO) في الأحواض مصدر قلق كبير لمديري الأحواض لأنها تتضمن عادة استخدام المعدات التي يجب بناؤها أو شراؤها، وغالبا ما تكون بتكلفة كبيرة.

– يتطلب التطبيق السليم لتقنية التهوية تفهم مبادئ التهوية التي يتم مواجهتها عادة في ظل ظروف تربية الأحياء المائية.

– على الرغم من أن ديناميكيات الأحواض الطبيعية التي تعزى إلى العمليات البيولوجية و الكيميائية تنتج معظم الأوكسجين المذاب للكائنات الحية المستزرعة، فإن الظروف المرتبطة بكثافة التخزين، الموسم و نمط الطقس يمكن أن تخلق الحاجة إلى التهوية الميكانيكية (عملية إضافة الأوكسجين إلى الماء لتعزيز الإنتاجية و البقاء على قيد الحياة).

□ معلومات عملية تتعلق بإدارة الإنتاج من خلال استخدام معدات التهوية في الأحواض المستخدمة لتربية الأحياء المائية.

– بشكل عام، تناقش ديناميكيات الأوكسجين المذاب في الأحواض، أنواع مهويات الأحواض و استخدام المهويات في الأحواض.

1- ديناميكية الأوكسجين المذاب في الأحواض

– من المحتمل أن يكون الأوكسجين المذاب هو العنصر الأكثر أهمية في نوعية المياه في أي عملية تربية الأحياء المائية لأن جميع الكائنات المائية الهوائية تحتاج إلى إمدادات ثابتة من الأوكسجين المذاب للبقاء على قيد الحياة.

– و بالتالي، فإن الفهم الأساسي لآليات إنتاج و نقل و استنفاد الأوكسجين ضروري لمساعدة مربى الأحياء المائية في الإدارة الناجحة لأنظمة تربية الأحواض.

– على الرغم من أن بعض المتغيرات التي تؤثر على ديناميكيات الأوكسجين المذاب لا تتأثر بسهولة بمديري الأحواض، إلا أنه يمكن التلاعب بالعديد من العوامل لتحسين ظروف جودة المياه من أجل الإنتاج الناجح.

□ مصادر الأوكسجين المذاب

– أكبر خزان للأوكسجين في البيئة الطبيعية هو الغلاف الجوي ، حيث تتكون أي كمية معينة من الهواء من حوالي 21 % أوكسجين، 78 % نيتروجين و 0.9 % أرجون، و الباقي يحتوي على مجموعة من الغازات الأخرى، معظمها خاملة.

– يذوب الأوكسجين في الماء بصورة طبيعية من مصدرين رئيسيين: (1) الغلاف الجوي و (2) ناتج لعملية التمثيل الضوئي بواسطة النباتات المائية و الطحالب و بعض البكتيريا.

– يدخل الأوكسجين الجوي إلى الماء عن طريق الانتشار للمياه السطحية، يعد الانتشار المباشر عملية بطيئة جدا لأن الأوكسجين قابل للذوبان بشكل طفيف في الماء، و بالتالي، فإن تحريك السطح بواسطة الرياح أو الوسائل الأخرى التي تخلط الهواء و الماء معا هو الطريقة الأكثر فعالية لإضافة الأوكسجين الجوي إلى عمود الماء.

⊙ **تعرف التهوية Aeration:** بأنها عملية خلط الهواء بالماء لزيادة محتوى الأوكسجين المذاب بالتهوية.

– يعد إنتاج الأوكسجين عن طريق عملية التمثيل الضوئي في النباتات و الكائنات المائية هو المصدر الرئيسي للأوكسجين في أنظمة تربية الأحياء المائية في الأحواض.

– تتم عملية التمثيل الضوئي في أحواض تربية الأحياء المائية عن طريق الطاقة الضوئية من الشمس بواسطة الكائنات المائية الذي تحوي الكلوروفيل مثل النباتات المغمورة و الطافية، العوالق النباتية و البكتيريا الضوئية تنقل الأوكسجين إلى عمود الماء طالما كان الضوء متاحا.

□ توازن الأوكسجين و الطباقية

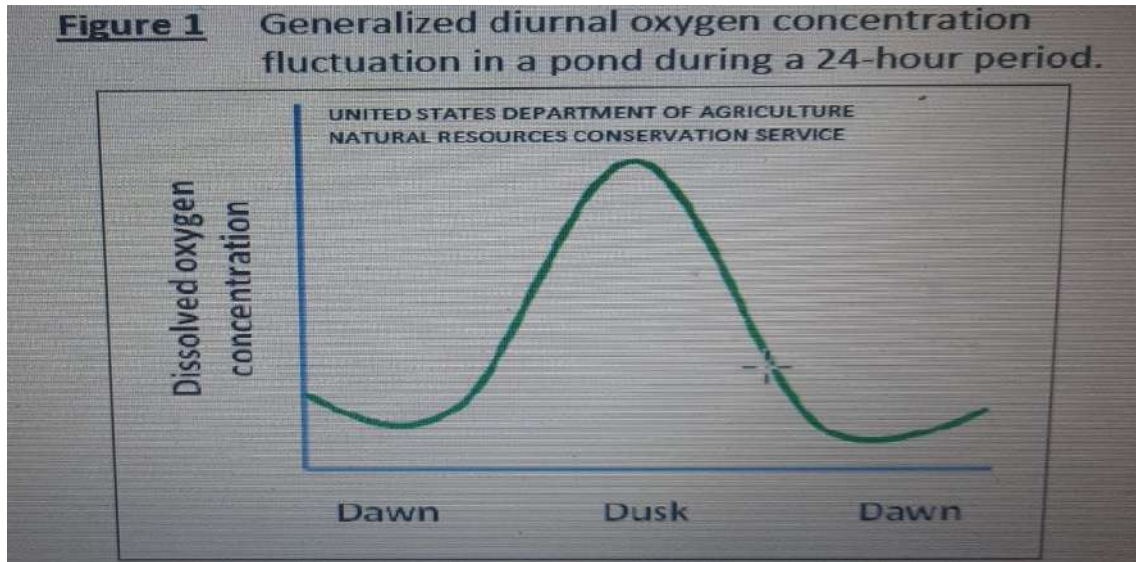
الفصل الرابع

– يتم استنفاد الأوكسجين المذاب في مياه الحوض عن طريق الانتشار مرة أخرى في الغلاف الجوي، تنفس الكائنات الحية و النباتات المائية و تحلل المواد العضوية بواسطة الميكروبات الموجودة بشكل كبير في الرواسب القاعية.

– تُعرف كمية الأوكسجين المطلوبة للنشاط الميكروبي بالاحتياج الأوكسجين الحيوي أو BOD على أساس يومي.

– تكون كمية الأوكسجين المذاب في الحوض أعلى خلال النهار عندما تتم عملية التمثيل الضوئي و أقلها في الليل عندما يستنزف بالتنفس.

– تظهر هذه العملية التي يمكن التنبؤ بها إلى حد كبير، و المعروفة بـ دورة الأوكسجين النهارية، في الشكل (1).



– في الأحواض أو البحيرة (غير المستخدمة لتربية الأحياء المائية) عادة ما يتجاوز المعروض من الأوكسجين الناتج عن عملية التمثيل الضوئي أو المنتشر من الغلاف الجوي الكمية المطلوبة عن طريق التنفس و الأوكسجين البيولوجي.

– و مع ذلك، فإن الكتلة الحيوية للنباتات، الحيوانات و الميكروبات في أحواض تربية الأحياء المائية عادة ما تكون أعلى بكثير منها في المياه الطبيعية، لذلك يتم استهلاك الأوكسجين أحيانا بشكل أسرع من إنتاجه.

– يمكن أن تؤثر العوامل البيئية، مثل الضغط الجوي و الارتفاع، بشكل أكبر على توازن الأوكسجين المذاب في الحوض، و لكن من المرجح أن تكون درجة الحرارة هي المتغير الأكثر تأثيرا.

– يحمل الماء الدافئ كمية أقل بكثير من الأوكسجين مقارنة بالماء البارد لأن ذوبان الأوكسجين يتناقص مع زيادة درجة الحرارة، بالإضافة إلى ذلك، تؤدي زيادة درجة الحرارة إلى تسريع عوامل

أخرى مثل معدلات التنفس و BOD التي تزيل الأوكسجين من عمود الماء (Boyd and Lichtkoppler, 1979 and Boyd 1998).

– على سبيل المثال، يمكن للماء عند درجة حرارة 11 درجة مئوية (52 درجة فهرنهايت) أن يحمل 40 % من الأوكسجين أكثر من الماء عند 27 درجة مئوية (80 درجة فهرنهايت).

– تمتص الطبقات العليا من الحوض ضوء الشمس و الحرارة، و تتناقص قدرة الضوء على اختراق عمود الماء بشكل كبير مع العمق ، بالإضافة إلى ذلك، هناك عوامل أخرى مثل التعكر الناتج عن الرواسب العالقة أو تركيزات الطحالب العالية تقلل من شدة ضوء الشمس في العمق.

– في الحوض، الماء الأكثر دفئاً يوجد على السطح، و تنخفض درجة الحرارة عموماً مع العمق ، تُعرف هذه الطبقة من مياه الحوض، مع وجود مياه دافئة أقل كثافة "تطفو" فوق المياه الباردة الأكثر كثافة، بلسم التقسيم الطبقي الحراري.

– تعتمد درجة التقسيم الطبقي للحوض إلى حد كبير على العمق، مساحة السطح المفتوحة للاختلاط عن طريق الرياح أو الوسائل الميكانيكية و الكتلة الحيوية النسبية للنباتات والحيوانات في عمود الماء التي قد تؤثر على معدلات التمثيل الضوئي أو التحلل (Hargreaves, 2003).

– خلال أشهر الصيف، قد تتراكم أحواض تربية الأحياء المائية الضحلة (على سبيل المثال، بعمق 90 إلى 240 سم) خلال النهار و تؤدي إلى إزالة الطبقة أو معادلة درجة حرارة الماء من أعلى إلى أسفل عن طريق الخلط في الليل.

– قد لا تمتزج مياه الحوض التي يزيد عمقها عن 3 متر بشكل كامل أثناء الليل، مما يتسبب في استمرار وجود طبقة من الماء البارد مع انخفاض شديد في نسبة الأوكسجين المذاب بالقرب من القاع. يمكن أيضاً أن يصبح الأوكسجين المذاب طبقياً في النظام البيئي للحوض، و ترتبط العملية و درجة حدوث ذلك ارتباطاً وثيقاً بنفس العوامل التي تحرك ديناميكيات التقسيم الطبقي الحراري.

– تؤدي زيادة شدة ضوء الشمس بالقرب من سطح البركة إلى زيادة معدلات التمثيل الضوئي للطحالب مما يزيد من تركيز الأوكسجين المذاب.

– على الرغم من أنه يمكن إنتاج الأوكسجين بشكل أعمق في عمود الماء، إلا أن الطلب الأوكسجيني البيولوجي عادة ما يتجاوز الإنتاج بكثير.

– و هكذا، فإن المياه السطحية عادة ما تحتوي على كمية أكبر بكثير من الأوكسجين مقارنة بالمياه القريبة من قاع الحوض.

– على سبيل المثال، في فترة ما بعد الظهيرة الصيفية المشمسة و الهادئة، يمكن أن يكون تركيز الأوكسجين المذاب على سطح الحوض أعلى بثلاث مرات من تركيز الأوكسجين المذاب على طول القاع (Hargreaves, 2003).

- ترتبط الدرجة التي تظهر بها الحوض التقسيم الطبقي للأوكسجين (و درجة الحرارة) بالعمق؛ تُظهر الأحواض العميقة اختلافات أكبر في الأوكسجين المذاب من الأعلى إلى الأسفل.
- يمكن أن يكون تركيز الأوكسجين المذاب في قاع حوض تربية الأحياء المائية منخفضا بما يكفي لمنع الحيوانات المائية من العيش فيه.
- وهذا يمثل مشكلة واضحة لبعض الأنواع المستزرعة، مثل جراد البحر و الجمبري، التي تعيش في القاع أو بالقرب منه، و لكنه يمثل أيضا مشكلة رئيسية بالنسبة للأسماك الزعنفية التي تضطر إلى البقاء في مواقع أعلى في عمود الماء حيث تتعرض للوفيات بسبب الأمراض ، الأسماك المفترسة، و الافتراس من الطيور المفترسة مما يقلل من الإنتاج.
- علاوة على ذلك، فإن عوامل نوعية المياه الرديئة مثل انخفاض تركيز الأوكسجين المذاب يمكن أن تحد من المحصول حيث تستهلك الكائنات الطاقة على البقاء بدلا من زيادة الوزن و النمو.

□ قياس الأوكسجين المذاب

- تعد مراقبة المحتوى اليومي من الأوكسجين المذاب في حوض الأسماك مهمة شائعة لمديري الأحواض، حيث يمكن أن تنشأ مشاكل في مستويات الأوكسجين المذاب بسرعة و قد يكون وقت الاستجابة لاتخاذ التدابير التصحيحية قصيرا.
- و بالتالي، يحتاج مربي الأحياء المائية إلى طريقة سريعة و موثوقة لقياس تركيزات الأوكسجين المذاب لتوجيه إجراءات الإدارة.
- يوجد عدد من الطرق المختلفة لقياس تركيزات الأوكسجين المذاب في أحواض الأسماك، و يجب أخذ عدة عوامل في الاعتبار عند اختيار أداة أو تقنية (Hargreaves and Tucker, 2002).
- يعد عدد الأحواض أو الخزانات التي سيتم قياسها، مستوى الدقة المطلوب و تكلفة الأداة أو التقنية ثلاثة من العوامل الأكثر شيوعا.
- على الرغم من أن طريقة "التنقيط" القائمة على المعايرة سريعة إلى حد ما، إلا أنها تتطلب محاليل كيميائية معدة بشكل صحيح و معدات قابلة للكسر إلى حد ما قد يكون من الصعب استخدامها في المواقع الميدانية.
- تعتبر طريقة حساب التنقيط غير مكلفة، و لكن من المحتمل أن تكون مناسبة فقط إذا تم قياس تركيز الأوكسجين المذاب بشكل غير متكرر في عدد قليل من الأحواض أو الخزانات.

الفصل الرابع

– في معظم إعدادات المزارع السمكية التجارية أو أي موقف آخر يكون فيه قياس الأحواض أو وحدات الاستزراع المتعددة أمرا روتينيا، يعد مقياس الأوكسجين المذاب جهاز لا غنى عنها من المعدات (الشكل 2).



جهاز أكسجين حقلي

– تحتوي معظم أجهزة قياس الأوكسجين على مكونين: المستشعر و الإلكترود أو المقياس.
– تتوافر أنواع مختلفة من أجهزة الاستشعار، و لكنها تعمل جميعها بشكل أساسي بنفس الطريقة: يتفاعل المستشعر مع الأوكسجين، و يتم إنتاج إشارة كهربائية بما يتناسب مع تركيز الأوكسجين، ثم يتم بعد ذلك تضخيم الإشارة و ترجمتها إلى وحدات تركيز و عرضها بواسطة جهاز القياس.
– تعمل الدوائر الموجودة داخل جهاز القياس على تعويض القراءة عن التغيرات في درجة الحرارة أو الارتفاع أو الملوحة، و قد تتضمن أيضا ميزات المعايرة.

عند اختيار مقياس DO ، يفضل أن يتوفر التالي (Hargreaves and Tucker (2002):

- الدقة وسهولة المعايرة
- استجابة سريعة
- مقاومة للماء و بنية متينة
- التعويض التلقائي لدرجة الحرارة
- الملوحة اليدوية و تعويض الضغط الجوي
- نطاق قياس التشبع من 0 إلى 200 %
- تغيير الكابل أو الإلكترود بسهولة
- شاشة عرض رقمية من الكريستال السائل ذات إضاءة خلفية يمكن قراءتها في ضوء الشمس الساطع أو في الظلام الدامس

الفصل الرابع

- مجموعة غطاء غشاء متكاملة
- غرفة معايرة مدمجة و غطاء تخزين
- تخزين القيم المقاسة في الذاكرة داخل جهاز القياس (تسجيل البيانات)
- وظيفة "الانتظار" أو "القراءة التلقائية" تشير إلى الوصول إلى قراءة مستقرة
- شاحن بطارية

– من الأفضل تنفيذ تشغيل مقياس DO وفقا للتعليمات التي تأتي مع جهاز قياس محدد لضمان استخدام المعدات ضمن نطاق التشغيل الخاص بها.

– تعد المعايرة الصحيحة أمرا ضروريا لضمان الدقة، و يجب صيانة أي مقياس DO بشكل مناسب للاستخدام الموثوق.

□ تركيز الأكسجين والإنتاج

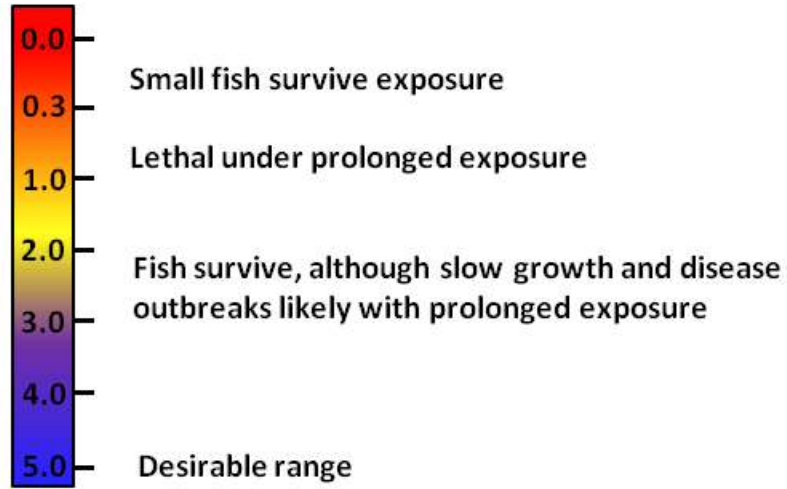
- تتطلب إدارة حوض تربية الأحياء المائية لتحقيق الإنتاج الأمثل للمحار أو القشريات أو الأسماك الزعنفية إدارة الأوكسجين المذاب ضمن مجموعة من القيم التي تعزز النمو الصحي والسريع.
- تتحكم مستويات الأوكسجين المذاب في أحواض تربية الأحياء المائية في عملية التمثيل الغذائي و نمو الكائنات المائية.
- يمكن أن تؤثر التركيزات المنخفضة المستمرة للأوكسجين المذاب بشكل كبير على الإنتاج لأن الأنواع المستزرعة قد تستهلك كمية أقل من الأعلاف، و تنمو بشكل أبطأ، و تحول الأعلاف بكفاءة أقل، و تكون أكثر عرضة للإصابة بالعدوى و الأمراض، بل و تختنق و تموت (Tucker, 2005).
- على الرغم من أن تركيزات الأوكسجين المذاب تختلف مكانيا داخل أحواض تربية الأحياء المائية، إلا أن انخفاض تركيز الأوكسجين المذاب يمكن أن يكون منتشرًا بسبب مجموعة الظروف البيئية التي تعزز استنفاد الأوكسجين عادة ما تؤدي إلى تفاقم بعضها البعض.
- **على سبيل المثال**، ارتفاع درجة حرارة الماء يزيد من معدلات التمثيل الغذائي في الكائنات المائية، مما يزيد من عملية التنفس و استنزاف الأوكسجين، و خاصة في أيام الصيف الملبدة بالغيوم التي تمنع الكائنات الحية التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي من إنتاج الأوكسجين.
- و بالمثل، إذا أدى استمرار انخفاض تركيزات الأوكسجين المذاب إلى إبطاء البحث عن الطعام في الأسماك المستزرعة، فإن الأعلاف غير المأكولة و الإخراج تهبط إلى القاع و تؤدي إلى زيادة الطلب الأوكسجيني البيولوجي الذي يؤدي إلى إزالة الأوكسجين من الحوض.
- يتم قياس الأوكسجين المذاب بجزء في المليون (ppm) أو ملليجرام لكل لتر (mg / L). كل نوع لديه متطلبات مختلفة من DO اعتمادا على مرحلة النمو و كيمياء المياه و العوامل البيئية الأخرى.

الفصل الرابع

– يتم تحسين النشاط و التغذية لمعظم الكائنات المائية عندما يكون تركيز الأوكسجين المذاب أكبر من حوالي 5 جزء في المليون (الشكل 3).

– تزدهر أسماك المياه الباردة مثل سمك السلمون المرقط و السلمون عند تركيزات الأوكسجين المذاب البالغة 8 مليجرام في اللتر أو أكثر، و تتوقف فعليا عن السباحة عندما ينخفض تركيز الأوكسجين المذاب إلى أقل من 4.5 مليجرام / اللتر (بريت 1979).

– و على العكس من ذلك، يمكن لأنواع البلطي ، المبروك و سمك القراميط أن تتحمل تركيز الأوكسجين المذاب بين 1 و 2 جزء في المليون، على الرغم من انخفاض معدلات تحويل الأعلاف و النمو (Kutty 1968; Tucker and Hargreaves 2004; Hargreaves and Tomasso 2004).



شكل يوضح التأثيرات الأساسية لتركيزات الأوكسجين المذاب (بالجزء في المليون) على تمثيل الغذاء، صحة و معدل بقاء الأسماك

□ استهلاك الأوكسجين

– يشير استهلاك الأوكسجين إلى العوامل التي تؤدي إلى انخفاض مستويات الأوكسجين المذاب مما يؤدي إلى مشاكل صحية للأسماك و حتى نفوقها.. يتم تحديد عدد الأسماك التي تموت أثناء استهلاك الأوكسجين من خلال حجم و مدة انخفاض قيم الأوكسجين المذاب.

– بشكل عام، تظهر الأسماك الأكبر حجما تأثيرات ضارة من انخفاض تركيزات الأوكسجين المذاب قبل الأسماك الصغيرة.

– معظم أحواض تربية الأحياء المائية، (باستثناء تلك التي يزيد عمقها عن 6 متر)، تختلط أو تنقلب بشكل طبيعي في الخريف عندما تبرد درجة حرارة الهواء و يكون الماء في الحوض أقل كثافة طبقية.

الفصل الرابع

تعمل آلية الخلط هذه على معادلة تدرجات الأوكسجين و درجات الحرارة تقريبا مع العمق في الحوض.

– و بشكل عام، فإن الأحواض ذات الطبقات القوية، أو تلك التي يتراوح فيها الفرق في درجة الحرارة بين الطبقات السطحية و السفلى بين 10 إلى 20 درجة، على التوالي، نادراً ما تمتزج بشكل كامل دون مساعدة القوى الخارجية التي تؤدي إلى دوران المياه.

– يمكن للرياح القوية أو هطول الأمطار الكبيرة أو تكاثر الطحالب الكبيرة أن تعطل الأحواض الطبقيّة، مما يجبر المياه العميقة ذات التركيز المنخفض من الأوكسجين المذاب على الارتفاع أو الاندماج مع المياه السطحية.

– يمكن أن يكون لهذا السيناريو عواقب سلبية على الأنواع المستزرعة، خاصة عندما يؤدي معدل الدوران إلى انخفاض تركيز الأوكسجين المذاب في جميع أنحاء الحوض.

– و حتى أحداث استهلاك الأوكسجين الطفيفة يمكن أن تضعف بشكل كبير مستويات الصحة و الإنتاج للأنواع المستزرعة، و قد تؤدي إلى وفيات شديدة عندما تتحقق متغيرات الحالة الأسوأ.

– يعد تركيز الأوكسجين المذاب المنخفض للغاية شائعة في أحواض تربية الأحياء المائية خلال موسم النمو في وقت متأخر من المساء و في الصباح الباكر (الشكل 1).

– يعد الرصد الدوري لتركيز الأوكسجين المذاب في أحواض تربية الأحياء المائية مفيداً في تتبع الظروف التي قد تؤدي إلى أحداث استهلاك الأوكسجين.

– إذا لم تكن المعدات اللازمة لاختبار تركيز الأوكسجين المذاب متاحة، فيمكن استخدام الملاحظات و الشروط التالية لتوقع استنفاد الأوكسجين (فرانسيس فلويد 2003):

- تسبح الأسماك على السطح أو بالقرب منه و تبتلع الهواء
 - توقف الأسماك فجأة عن التغذية
 - تغير لون الماء بسرعة إلى اللون البني أو الأسود أو الرمادي، مما يدل على فقدان تكاثر الطحالب
 - رائحة كريهة تنبعث من الماء
 - امتداد فترة من الطقس الحار و الغائم
 - رياح الصيف الشديدة أو العواصف الممطرة أو كليهما
- هذه الظروف مجتمعة أو أي منها تحتاج إلى ضبط تركيز الأوكسجين المذاب في الماء بأي وسيلة متاحة.

– في العديد من عمليات تربية الأحياء المائية، تعتبر التهوية الميكانيكية ممارسة قابلة للتطبيق عند حدوث استهلاك الأوكسجين.

□ مبادئ التهوية

- تتضمن تهوية أحواض تربية الأحياء المائية بشكل أساسي ، نقل الأوكسجين الغازي من الغلاف الجوي إلى مياه الحوض حين ينخفض تركيز الأوكسجين المذاب إلى مستويات حرجة.
- بشكل عام، يعتمد معدل نقل الأوكسجين الجوي إلى الحوض على كمية التوتير في الماء، نسبة مساحة سطح الحوض إلى حجمها و مدى انحراف تركيز الأوكسجين المذاب المقاس عن التركيز عند التشبع (عندما تكون الكمية النسبية للأوكسجين في الغلاف الجوي مساوية لتركيز الأوكسجين المذاب في الماء).
- يُطلق على الانحراف بين الأوكسجين الجوي و الأوكسجين إما أقل من التشبع أو الفائض، اعتماداً على ما إذا كان تركيز الأوكسجين المذاب المقاس أقل أو أعلى من تركيز التشبع بحد التشبع.
- يتأثر التشبع بعدد من العوامل: نوعية المياه وخاصة الملوحة و درجة الحرارة.
- بالإضافة إلى ذلك، يذوب الأوكسجين في الماء بسهولة أكبر على ارتفاعات منخفضة (في المياه العذبة تحت ضغط جوي عند 20° م، يبلغ تشبع الأوكسجين حوالي 9.1 جزء في المليون).
- ينتقل الأوكسجين إلى داخل الماء أو خارجه عن طريق الانتشار، و يعتمد معدل الانتشار على الفرق في ضغط الغاز بين المرحلتين السائلة و الغازية.
- يتحرك الأوكسجين بشكل أسرع من مرحلة إلى أخرى عندما يكون هذا الاختلاف عند الحد الأقصى.
- على سبيل المثال، سوف ينتشر الأوكسجين الجوي بسهولة في الطبقة السطحية من الحوض بتركيز أوكسجين مذاب يبلغ 0 جزء في المليون.
- تسهل التهوية هذا النقل عن طريق زيادة كمية الماء المنخفض المحتوى من الأوكسجين المذاب المعرض للهواء.
- بالإضافة إلى ذلك، إذا كانت الطبقة الرقيقة من الماء على سطح الحوض مشبعة بالأوكسجين المذاب، فإن انتشار هذا الإمداد من الأوكسجين إلى الطبقات العميقة من الحوض سيكون بطيئاً للغاية دون أي شكل من أشكال التحفيز.
- يؤدي الخلط عن طريق التهوية إلى استعادة أو تجديد نقص التشبع في الطبقة السطحية و يزيد من معدل نقل الأوكسجين المذاب إلى المياه العميقة.
- تعمل التهوية على تحسين جوانب أخرى من الجودة البيئية لأحواض الاستزراع المائي (Boyd, 1998).
- يتم توزيع الماء المؤكسد بشكل أكثر توازناً عبر الحوض، لذلك تتمتع الأنواع المستزرعة بموائل أكثر ملاءمة مما يقلل من عوامل الكثافة و قد يحسن النمو.

الفصل الرابع

- تساعد الهوايات على خلط مياه الحوض مما يمكن أن يقلل من التقسيم الطبقي الحراري و يحسن عوامل كيمياء المياه الأخرى، و أبرزها محتوى الأوكسجين المذاب.
- أخيراً، يمكن أن يؤدي الخلط عن طريق التهوية إلى تقليل تراكم المواد العضوية الذي قد يزيد من الطلب الأوكسجيني البيولوجي BOD و تقليل كثافة تكاثر الطحالب التي يمكن أن تؤدي إلى استنفاد الأوكسجين، مشاكل في صحة الأسماك و تغيير تركيبة تكاثر الطحالب التي قد تؤدي إلى مشكلات في النكهة في الأسماك الزعنفية (Hargreaves, 2003).

ثالثاً. أنواع مهويات الحوض

- هناك أنواع مختلفة من تكوينات المهويات التي يمكن استخدامها لزيادة تركيز الأوكسجين المذاب في أحواض تربية الأحياء المائية.

– يعتمد اختيار نظام التهوية المناسب على عدة عوامل منها ما يلي:

- حجم الحوض
- عمق الحوض
- شكل الحوض
- توفر مصدر الطاقة
- نوع التهوية (أي طارئة أو مستمرة)
- كفاءة التهوية
- التغيرات الموسمية (مثل الغطاء الجليدي)
- طرق حصاد الأسماك

– يتم قياس أداء المهوية إما بمعدل نقل الأوكسجين القياسي Standard Oxygen Transfer Rate (SOTR) أو كفاءة التهوية القياسية Standard Aeration Efficiency (SAE) و هي كمية الأوكسجين المضافة إلى الماء خلال ساعة واحدة في ظل الظروف القياسية و يتم التعبير عنها برطل O_2 / ساعة.

– و بتعريف آخر: SAE هو معدل نقل الأوكسجين القياسي مقسوماً على القدرة الحصانية (hp) للوحدة، معبراً عنها برطل من O_2 / hp / ساعة منقولة إلى الماء.

– يعد الحجم المناسب و اختيار نظام التهوية عاملان مهمان لضمان تحقيق مستوى مناسب من الأوكسجين المذاب للكائنات المستهدفة، مع سهولة التنقل و المتانة، و الحفاظ على استهلاك الطاقة (أي تكاليف التشغيل) إلى الحد الأدنى.

الفصل الرابع

- يمكن لأنظمة التهوية كبيرة الحجم أن: (1) تؤدي إلى تآكل جوانب الحوض أو قاع الحوض و بالتالي زيادة التعكر، (2) يقلل من ترسب النفايات أو المخلفات العضوية أو كليهما في قاع الحوض، (3) الإفراط في تشبع المياه دون داع و (4) هدر الطاقة.
- قد يكون لهذه العوامل في نهاية المطاف آثار سلبية على نوعية المياه و ربحية المزرعة.

التحكم في كبريتيد الهيدروجين

مقدمة

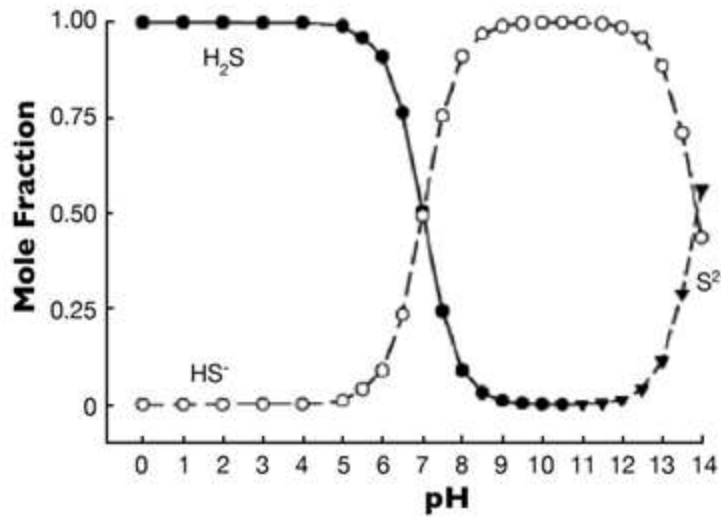
- الكبريت هو عنصر أساسي للنباتات، الحيوانات و البكتيريا.
- الكبريت موجود في المياه الطبيعية و مياه أنظمة تربية الأحياء المائية خاصة في صورة أيون الكبريتات .
- في المناطق الرطبة، تتراوح تركيزات الكبريتات في الماء عادة بين 5 إلى 50 ملجم / لتر، و لكن في المناطق الجافة، تتجاوز التركيزات 100 ملجم / لتر، تحتوي مياه البحر على 2700 ملجم / لتر من الكبريتات في المتوسط.
- الكبريتات نادرا ما تُضاف إلى أنظمة تربية الأحياء المائية خصيصا لزيادة تركيزاتها في البيئة المحيطة، إلا أنها موجودة في الأعلاف و بعض تعديلات جودة المياه.

المشاكل في الاستزراع السمكي

- المشكلة الرئيسية المتعلقة بالكبريت في تربية الأحياء المائية هي وجود تركيزات سامة من كبريتيد الهيدروجين من حين لآخر.
- يمكن أن يتواجد الكبريتيد في الماء لأنه أحد نواتج التمثيل الغذائي،، الأيض،، لبكتريا ديسولفوفيبريو (Desulfovibrio) و بعض البكتيريا الأخرى الموجودة في المناطق اللاهوائية،
- عادة في الرواسب تستخرج هذه البكتيريا الأوكسجين من الكبريتات كبديل للأوكسجين الجزيئي في التنفس.
- هناك ثلاثة أشكال من الكبريتيد (H_2S و HS^- و S^{2-})، و هي موجودة في توازن يعتمد على درجة الحموضة و درجة الحرارة .
- يظهر تأثير الرقم الهيدروجيني على توزيع الأشكال الثلاثة عند 25 °م في الشكل 1، مع زيادة الرقم الهيدروجيني، تنخفض نسبة كبريتيد الهيدروجين، و ترتفع نسبة HS^- حتى يصبح للشكلين نسب متساوية تقريبا عند درجة حموضة 7، في حين عند درجة حموضة أعلى، يكون HS^- هو الشكل السائد و لا يوجد S^{2-} حتى يكون الرقم الهيدروجيني أعلى من 11.
- كبريتيد الهيدروجين مركب سام للحيوانات المائية لأنه يتداخل مع إعادة أكسدة السيتوكروم أ₃ أثناء التنفس.
- يحدث هذا التأثير بالكامل تقريبا بسبب H_2S ، في حين أن HS^- غير سام بشكل أساسي ، حتى لو كان ساما، فإن S^{2-} ليس مشكلة، لأنه لا يحدث عند قيم الأس الهيدروجيني الموجودة في أنظمة تربية الأحياء المائية.

* تركيز كبريتيد الهيدروجين

- يجب تقدير تركيز كبريتيد الهيدروجين من تركيز الكبريتيد الكلي، لأن طرق تحديد الكبريتيد في الماء تقيس عادة التركيز الكلي لأشكال الكبريتيد الثلاثة.
- يمكن استخدام نسب H_2S عند قيم pH و درجات حرارة مختلفة كما هو موضح في الجدول 1 لتقدير تركيز كبريتيد الهيدروجين.
- لتوضيح ذلك، افترض أن الرقم الهيدروجيني هو 7.5 عند 26 °م في المياه العذبة مع تركيز كبريتيد 0.5 مجم / لتر.
- عامل هذه الظروف هو 0.238، ضرب العامل في تركيز الكبريتيد 0.5 مجم / لتر يعطي تركيز H_2S 0.119 مجم / لتر.
- في مياه البحر بنفس درجة الحرارة و درجة الحموضة، سيكون التركيز أقل بعامل 0.9.



تأثيرات ال pH على الجرعات النسبية من (H_2S ، HS^- و S^{2-})

□ الكبريتيد في الرواسب Sediments

- ينشأ تكوين كبريتيد الهيدروجين في الرواسب بشكل أساسي نتيجة لاختزال الكبريتات بواسطة الكائنات الحية الدقيقة .
- يحدث اختزال الكبريتات عند جهد أكسدة - اختزال أقل مما هو ضروري لاختزال الحديد و المنجنيز بواسطة الكائنات الحية الدقيقة.
- و بالتالي، فإن الحديد الثنائي و المنجنيز المنجنيزي عادة ما يكونان موجودين في المناطق التي يتم فيها إنتاج كبريتيد الهيدروجين.

الفصل الخامس

- يتفاعل الحديد و المنجنيز و المعادن الأخرى بسرعة مع كبريتيد الهيدروجين لتكوين كبريتيدات معدنية غير قابلة للذوبان بدرجة كبيرة فتنترسب.
- تعمل هذه العملية عادة على تقليل تركيز كبريتيد الهيدروجين في الرواسب، و لكن تم الإبلاغ عن وجود أكثر من 100 ملجم / لتر من كبريتيد الهيدروجين في بعض الرواسب.
- يمكن لكبريتيد الهيدروجين الموجود في الرواسب أن يدخل المياه التي تغمرها عن طريق الانتشار ، كما يمكن أن يختلط في عمود الماء عن طريق النشاط البيولوجي و اضطرابات الرواسب بسبب سحب الشباك و التيارات المائية القوية الناجمة عن الرياح أو التهوية الميكانيكية.
- إذا تجاوز معدل دخول كبريتيد الهيدروجين إلى الماء معدل أكسدته، فسيكون هناك تركيز قابل للكشف عن هذه السم المحتمل في عمود الماء ، و خاصة في الطبقة التي تقع على بعد بضعة سنتيمترات فوق واجهة الرواسب و المياه.

Temperature (° C) pH	Temperature (° C) 16	Temperature (° C) 18	Temperature (° C) 20	Temperature (° C) 22	Temperature (° C) 24
5.0	0.993	0.992	0.992	0.991	0.991
5.5	0.977	0.976	0.974	0.973	0.971
6.0	0.932	0.928	0.923	0.920	0.914
6.5	0.812	0.802	0.792	0.781	0.770
7.0	0.577	0.562	0.546	0.530	0.514
7.5	0.301	0.289	0.275	0.263	0.250
8.0	0.120	0.114	0.107	0.101	0.096
8.5	0.041	0.039	0.037	0.034	0.032
9.0	0.013	0.013	0.012	0.011	0.010

□ السمية

– تتراوح قيم التركيز القاتل LC_{50} 50 لمدة 96 ساعة لكبريتيد الهيدروجين لأنواع الأسماك التي تعيش في المياه العذبة بين 20 – 50 ميكروجرام / لتر، و تركيزات أقل بكثير تسبب إجهادا للأسماك و تجعلها أكثر عرضة للإصابة بالأمراض.

– كمقياس للسمية، يعكس التركيز القاتل 50 تركيز مركب في الماء تسبب في نفوق 50 % من الحيوانات التي تم اختبارها في فترة زمنية محددة، على سبيل المثال، التركيز القاتل 50 لمدة 96 ساعة.

– من الناحية المثالية، لا ينبغي تعريض الأسماك التي تعيش في المياه العذبة لأكثر من 2 ميكروجرام / لتر من كبريتيد الهيدروجين لفترات طويلة.

– يهمل الروبيان و غيره من الأنواع البحرية إلى تحمل كبريتيد الهيدروجين أكثر من الأنواع التي تعيش في المياه العذبة.

– تتراوح قيم التركيز القاتل 50 لمدة 96 ساعة لكبريتيد الهيدروجين للأنواع البحرية بين 50 – 500 ميكروجرام / لتر.

– و مع ذلك، فمن المحتمل ألا يتجاوز تركيز كبريتيد الهيدروجين 5 ميكروجرام / لتر في أحواض تربية الأحياء المائية التي تحتوي على مياه مالحة من مياه البحر القوية.

– و كما هو الحال مع الأسماك في المياه العذبة، فإن التركيزات المرتفعة من كبريتيد الهيدروجين تزيد من قابلية الكائنات البحرية للإصابة بالأمراض خاصة مرض الفيبريوسيس (Vibriosis).

* في حالة الروبيان:

– أشارت الدراسات التي أجريت في أنظمة التربة والمياه المعملية في جامعة تكساس إلى أن تركيزات الكبريتيد العالية في مياه مسام الرواسب لم تؤثر على الروبيان، بشرط أن تظل منطقة التقاء واجهة التربة و المياه هوائية و أن تكون تركيزات الأوكسجين المذاب في عمود الماء عند نسبة تشبع 70 % أو أكثر.

– كما أظهرت الدراسات أن خطر التسمم بكبريتيد الهيدروجين يزداد مع انخفاض الرواسب و درجة حموضة الماء.

□ القياس

– يعد قياس تركيز الكبريتيد الكلي مهمة معقدة باستخدام طرق المختبر القياسية، و لكن يمكن لمربي الأحياء المائية استخدام مجموعات كبريتيد الهيدروجين لتحليل الكبريتيد الكلي بشكل أسهل، حيث توفر المجموعات بيانات موثوقة نسبيا.

الفصل الخامس

– يتطلب تقدير تركيز كبريتيد الهيدروجين من تركيز الكبريتيد الكلي بيانات عن درجة حرارة الماء و درجة الحموضة (الجدول 1).

– غالبا ما يمكن اكتشاف وجود كبريتيد الهيدروجين من خلال رائحته القوية للغاية التي تشبه رائحة البيض الفاسد.

– عادة ما يعني كبريتيد الهيدروجين القابل للقياس في الماء انخفاض تركيز الأوكسجين المذاب في الماء أو عند الطبقة ما بين واجهة الرواسب و الماء، لذلك يجب زيادة التهوية.

□ الإدارة

– يمكن أن تتسبب التيارات المائية الناتجة عن أجهزة التهوية في تهيج الرواسب، مما يؤدي إلى خلط كبريتيد الهيدروجين في الماء، و لكن الفوائد الإيجابية للأوكسجين عن طريق التهوية تفوق هذا التأثير بكثير، و مع ذلك، يجب تركيب أجهزة التهوية بطريقة تقلل من تهيج الرواسب.

– الممارسات الرئيسية لتقليل خطر سمية كبريتيد الهيدروجين هي التغذية المحافظة لتجنب إهدار العلف في قاع الحوض، التهوية الكافية لمنع انخفاض مستويات الأوكسجين المذاب، توفير تدفق المياه المؤكسدة عبر الطبقة بين واجهة التربة و المياه و التكلس لمنع الرواسب و المياه الحمضية.

– يتم تطبيق بعض المنتجات أحيانا على الأحواض لأنها يمكن أن تخفف من مشاكل كبريتيد الهيدروجين.

– و تشمل هذه تطبيق برمنجنات البوتاسيوم على الماء بتركيز ستة إلى ثمانية أضعاف تركيز كبريتيد الهيدروجين، حيث يمكن لبرمنجنات البوتاسيوم أن يوكسد الكبريتيد.

– تم تطبيق مركبات الحديد مثل أكسيد الحديدوز على الرواسب بمعدل 1 كجم / م² أو أكثر لتشجيع ترسب كبريتيد الهيدروجين في مياه مسام الرواسب على شكل كبريتيد الحديد.

– يمكن أن تساعد نترات الصوديوم المضافة إلى عمود الماء في الحفاظ على الظروف المؤكسدة عند واجهة التربة و المياه و تقليل فرصة انتشار كبريتيد الهيدروجين في الماء.

– غالبا ما يتم إضافة البروبيوتيك إلى الحوض معتقدين أنها تقلل من خطر التسمم بكبريتيد الهيدروجين.

– توجد بالفعل بكتيريا مؤكسدة للكبريت في الأحواض، و من المشكوك فيه أن تكون معالجات البروبيوتيك فعالة في إزالة كبريتيد الهيدروجين.

– يُزعم أحيانا أن الزيوليت يمتص كبريتيد الهيدروجين، لكن معدل المعالجة اللازم ليكون هذا فعالا سيكون كبير جدا بحيث لا يمكن تحمله.

إدارة الأمونيا في المزارع السمكية

مقدمة

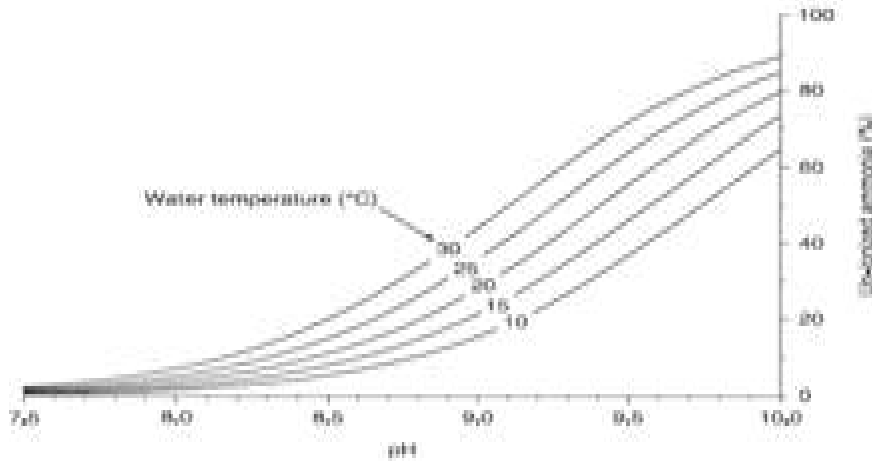
– إن الأمونيا سامة للأسماك إذا سُمح لها بالتراكم في أنظمة إنتاج الأسماك.
 – عندما تتراكم الأمونيا إلى مستويات سامة، لا تستطيع الأسماك استخراج الطاقة من العلف بكفاءة ،
 إذا ارتفع تركيز الأمونيا بدرجة كافية، فإن الأسماك تصبح خاملة و تدخل في غيبوبة و تموت في
 النهاية.

□ تأثيرات الرقم الهيدروجيني و درجة الحرارة على سمية الأمونيا

– الأمونيا في الماء هي إما أمونيا غير متأينة (NH_3) أو أيون الأمونيوم (NH_4^+) أو الأمونيا المتأينة.
 – توفر التقنيات المستخدمة لقياس الأمونيا قيمة تساوي مجموع الشكلين، تقييم القيمة على أنها "أمونيا
 كلية" أو ببساطة "أمونيا" (في هذا المنشور، يشير "الأمونيا" إلى مجموع الشكلين؛ سيتم الإشارة إلى
 الأشكال المحددة حسب الاقتضاء).

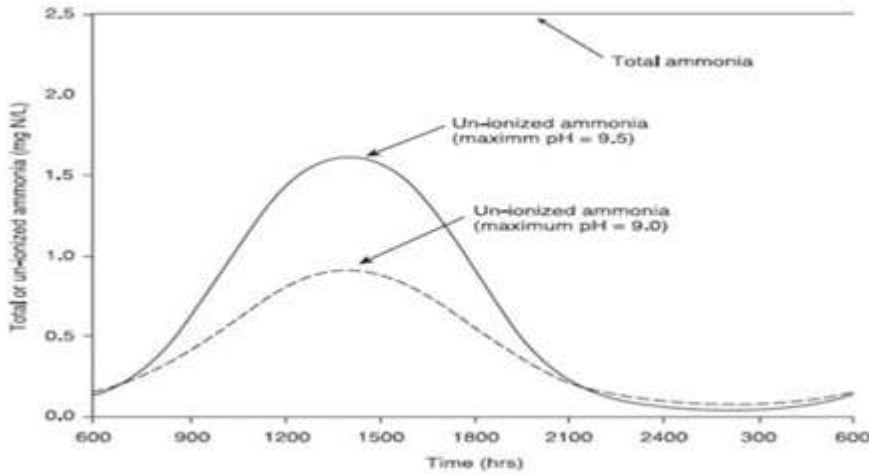
– تتأثر النسبة النسبية للشكلين الموجودين في الماء بشكل أساسي بالرقم الهيدروجيني.
 – الأمونيا غير المتأينة هي الشكل السام و تسود عندما يكون الرقم الهيدروجيني مرتفعا في حين أيون
 الأمونيوم غير سام نسبيا و يسود عندما يكون الرقم الهيدروجيني منخفضا.
 – بشكل عام، يكون أقل من 10% من الأمونيا في الشكل السام عندما يكون الرقم الهيدروجيني أقل
 من 8.0. و مع ذلك، تزداد هذه النسبة بشكل كبير مع زيادة الرقم الهيدروجيني (الشكل 1).

proportion increases dramatically as pH increases (Fig 1).



شكل يوضح جرة الأمونيا الغير متأينة السامة تزداد بارتفاع الحرارة و ال pH

- لتحديد نسبة الأمونيا غير المؤينة في عينة المياه، ارسم خطاً من درجة حموضة الماء مباشرة إلى الخط الأقرب لدرجة حرارة الماء ، من هذه النقطة، ارسم خطاً إلى اليمين حتى يتقاطع مع المحور الرأسي للرسم البياني، هذه النقطة هي تقدير لنسبة الأمونيا غير المؤينة في عينة المياه ، الآن، ببساطة اضرب هذا الرقم (مقسوماً على 100) في تركيز الأمونيا الكلي لتقدير تركيز الأمونيا غير المؤينة.
- في الأحواض، يتقلب الرقم الهيدروجيني مع عملية التمثيل الضوئي (التي تزيد من الرقم الهيدروجيني) و التنفس (الذي يقلل من الرقم الهيدروجيني) لكائنات الحوض.
- لذلك، يسود الشكل السام للأمونيا خلال فترة ما بعد الظهر و أوائل المساء (الشكل 2) و يسود الأمونيوم من قبل شروق الشمس حتى الصباح الباكر.

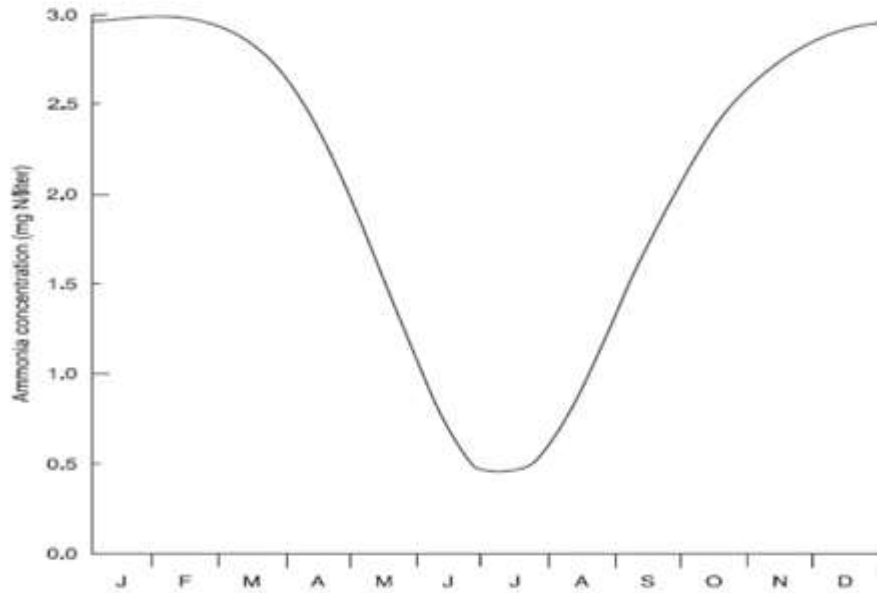


- تأثير التغييرات اليومية في ال pH على تركيزات الأمونيا الغير متأينة في أحواض الأسماك
- يتأثر التوازن بين NH_4^+ و NH_3 أيضاً بدرجة الحرارة ، عند أي درجة حموضة معينة، تتواجد كمية أكبر من الأمونيا السامة في الماء الدافئ مقارنة بالماء البارد (الشكل 1).

□ ديناميكيات الأمونيا في أحواض الأسماك

- إن قياس تركيز الأمونيا (و كثير من متغيرات جودة المياه الأخرى) لا يوفر سوى لمحة عامة عن الظروف في وقت جمع عينة المياه.
- و لا يوفر قياس واحد أي نظرة ثاقبة للعمليات التي تؤثر على تركيزات الأمونيا؛ فهو ببساطة النتيجة الصافية للعمليات التي تنتج الأمونيا و العمليات التي تزيل أو تحول الأمونيا.
- و العلاقات بين هذه العمليات معقدة، و لكن النقطة المهمة هي أن المعدلات تتغير بشكل مختلف على مدار العام و تؤدي إلى الأنماط المقاسة.

– في أحواض الأسماك المُدارة بشكل صحيح، نادرا ما تتراكم الأمونيا إلى تركيزات قاتلة، و مع ذلك، يمكن أن يكون للأمونيا ما يسمى بالتأثيرات "غير القاتلة" مثل انخفاض النمو، ضعف تحويل الأعلاف و انخفاض مقاومة الأمراض عند تركيزات أقل من التركيزات القاتلة.



التباينات السنوية التقريبية للأمونيا الكلية في أحواض الأسماك

□ مصادر الأمونيا

المصدر الرئيسي للأمونيا في أحواض الأسماك هو إفرازات الأسماك،

– يرتبط معدل إفراز الأسماك للأمونيا بشكل مباشر بمعدل التغذية و مستوى البروتين في العلف، فمع تحلل البروتين الغذائي في الجسم، يستخدم بعض النيتروجين لتكوين البروتين (بما في ذلك العضلات)، يستخدم البعض الآخر للطاقة، و يتم إفراز البعض الآخر من خلال الخياشيم على شكل أمونيا، وبالتالي، فإن البروتين في العلف هو المصدر النهائي لمعظم الأمونيا في الأحواض التي يتم فيها تغذية الأسماك.

– مصدر رئيسي آخر للأمونيا في أحواض الأسماك هو:

الانتشار من الرواسب ، حيث تنتج الطحالب كميات كبيرة من المواد العضوية أو تضاف إلى الأحواض كأعلاف.

– و تستقر المواد الصلبة البرازية التي تفرزها الأسماك و الطحالب الميتة في قاع الحوض، حيث تتحلل، و يؤدي تحلل هذه المواد العضوية إلى أمونيا، التي تنتشر من الرواسب إلى عمود الماء.

□ الأمونيا في الأحواض

هناك عمليتان رئيسيتان تؤديان إلى فقدان أو تحويل الأمونيا:

□ الأهم هي امتصاص الأمونيا بواسطة الطحالب و النباتات الأخرى ، حيث تستخدم النباتات النيتروجين كمغذي للنمو، "و تختزن" النيتروجين في شكل عضوي.
– تعمل عملية التمثيل الضوئي للطحالب مثل "الإسفنج" للأمونيا، لذا فإن أي شيء يزيد من نمو الطحالب بشكل عام سيزيد من امتصاص الأمونيا.
– تشمل هذه العوامل الضوء الكافي ، درجة الحرارة الدافئة ، إمدادات المغذيات الوفيرة و كثافة الطحالب (إلى حد ما).

□ العملية المهمة الأخرى لتحويل الأمونيا في أحواض الأسماك هي "النترة".
– تؤكسد البكتيريا الأمونيا في عملية من خطوتين، أولا إلى نترت (NO_2^-) ثم إلى نترات (NO_3^-).
العوامل الرئيسية التي تؤثر على معدل النترة هي تركيز الأمونيا ، درجة الحرارة و تركيز الأوكسجين المذاب.

– خلال الصيف، يكون تركيز الأمونيا مرتفعا جدا و لكن درجة الحرارة مرتفعة جدا أيضا ، و بالتالي تكون معدلات النترة منخفضة جدا.
– خلال فصل الشتاء، تعمل درجات الحرارة المنخفضة على قمع النشاط الميكروبي،
– خلال فصلي الربيع و الخريف، يكون تركيز الأمونيا و درجة الحرارة متوسطين، و هي الظروف التي تساعد على تحقيق معدلات النترة القصوى.

– و عادة ما نشاهد ذروة تركيز النترت في فصلي الربيع و الخريف في أحواض الأسماك.
□ هناك عمليات أخرى، مثل تطاير غاز الأمونيا من سطح الحوض إلى الهواء، مسئولة عن كمية صغيرة و متغيرة نسبيا من فقدان الأمونيا من أحواض الأسماك.

□ متى من المرجح أن تشكل الأمونيا مشكلة؟

– في أحواض الأسماك، من غير المرجح للغاية أن تتراكم الأمونيا غير المؤينة إلى تركيز يصبح ساما بدرجة كافية لقتل الأسماك ، ومع ذلك، تتراكم الأمونيا غير المؤينة أحيانا إلى مستويات تسبب تأثيرات غير مميتة.
– يعتمد التحليل التالي على معايير جودة المياه للأمونيا التي طورتها وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA).

– وضعت هذه الوكالة ثلاثة أنواع من المعايير (واحد حاد و اثنان مزمنان) للأمونيا (معبرا عنها بالنيتروجين)، بناء على مدة التعرض.
– المعيار الحاد هو متوسط تركيز التعرض لمدة ساعة واحدة و هو دالة على الرقم الهيدروجيني،

– أحد المعايير المزمناة هو متوسط التركيز لمدة 30 يوما و هو دالة على الرقم الهيدروجيني و درجة الحرارة .

– المعيار المزمناة الآخر هو أعلى متوسط لمدة 4 أيام خلال فترة 30 يوما و يتم حسابه على أنه 2.5 ضعف معيار 30 يوما المزمناة.

– تساعد هذه المعايير في تحديد متى قد تشكل الأمونيا مشكلة ، تركيز الأمونيا يكون أقل بشكل عام خلال الصيف وأعلى خلال الشتاء.

– من المفترض عموما أن الأمونيا لا تشكل مشكلة في الشتاء لأن معدلات التغذية منخفضة جدا، و مع ذلك، يميل تركيز الأمونيا إلى أن يكون أكبر خلال الشتاء (2.5 إلى 4.0 مجم / لتر، أو حتى أعلى) من خلال الصيف (أقل من 0.5 مجم / لتر) (الشكل 3).

– يمكن أن يُعزى التركيز المنخفض نسبيا خلال الصيف إلى التمثيل الضوئي المكثف بواسطة الطحالب، و الذي يزيل الأمونيا.

– خلال الشتاء، تمتص الطحالب القليل من الأمونيا و لكن يستمر إمداد الأمونيا، في المقام الأول من تحلل المواد العضوية التي تراكتت على رواسب الحوض خلال موسم النمو.

○ بشكل عام، يمكن ربط حجم و مدة تركيزات الأمونيا العالية خلال أواخر الخريف و الشتاء بالكمية الإجمالية من العلف المضافة إلى الحوض خلال موسم النمو السابق.

– يتراوح معيار التواجد المزمناة للأمونيا (على هيئة نيتروجين) لمدة 30 يوما في الشتاء من حوالي 1.5 إلى 3.0 ملجم / لتر، اعتمادا على درجة الحموضة.

– و عادة ما تتجاوز تركيزات الأمونيا خلال الشتاء هذا المعيار ، و قد يتسبب هذا في إجهاد الأسماك في وقت من العام عندما يكون الجهاز المناعي للأسماك ضعيفا بسبب انخفاض درجة الحرارة.

□ بعد انهيار ازدهار الطحالب

– توجد في بعض الأحواض ازدهار طحالب كثيفة للغاية يهيمن عليها نوع أو نوعان ، و لأسباب غير مفهومة جيدا، يتعرض هذا الازدهار لانهيار حاد، يُطلق عليه غالبا "انهيار"، حيث تموت جميع الطحالب فجأة.

– و عندما يحدث هذا، يزداد تركيز الأمونيا بسرعة لأن الآلية الرئيسية لإزالة الأمونيا وهي امتصاص الطحالب قد تم القضاء عليها.

– يؤدي التحلل السريع للطحالب الميتة إلى تقليل تركيز الأوكسجين المذاب و درجة الحموضة و يزيد من تركيزات الأمونيا و ثاني أوكسيد الكربون.

– بعد انهيار ازدهار الطحالب، يمكن أن يزيد تركيز الأمونيا إلى 6 إلى 8 مجم / لتر و يمكن أن تنخفض درجة الحموضة إلى 7.8 – 8.0.

- يتراوح معيار الـ 4 أيام المزمّن، و هو المعيار المناسب للتطبيق بعد انهيار ازدهار الطحالب، من حوالي 2.0 مجم / لتر عند درجة حموضة 8.0 إلى حوالي 3.0 مجم / لتر عند درجة حموضة 7.8.
- لذلك، قد يتجاوز تركيز الأمونيا بعد انهيار ازدهار الطحالب معيار الأيام الأربعة المزمّنة ، أحيانا خلال فترة ما بعد الظهر في أواخر الصيف أو أوائل الخريف.
- يعتمد التباين الموسمي في تركيز الأمونيا على كثافة الطحالب و التمثيل الضوئي .
- عندما تكون هذه الكثافة عالية، يكون تركيز الأمونيا منخفضا.
- يعتمد التباين اليومي في تركيز الأمونيا السامة غير المؤينة على التغيرات في درجة الحموضة (من التمثيل الضوئي) و بدرجة أقل بكثير، درجة الحرارة (الشكل 2).
- في أواخر الصيف أو أوائل الخريف، يبدأ تركيز الأمونيا في الارتفاع و لكن التغيرات اليومية في درجة الحموضة تظل كبيرة.
- في هذه المواقف، قد تتعرض الأسماك لتركيزات الأمونيا التي تتجاوز المعيار الحاد لبضع ساعات كل يوم، إذا كان الرقم الهيدروجيني في وقت متأخر بعد الظهر حوالي 9.0، فإن المعيار الحاد هو حوالي 1.5 إلى 2.0 مجم / لتر من إجمالي الأمونيا و النيتروجين.
- تكون تركيزات الأمونيا و النيتروجين الكلية خلال الصيف أقل من 0.5 مجم / لتر، لذلك من غير المرجح أن تتعرض الأسماك للإجهاد إذا كان الرقم الهيدروجيني في وقت متأخر بعد الظهر أقل من 9.0.
- من الصعب أن نكون أكثر دقة بشأن مخاطر التسمم بالأمونيا بسبب أوجه القصور في المنهجية المستخدمة في البحث .
- يتم إجراء جميع اختبارات التسمم بالأمونيا تقريبا في أنظمة تحافظ على تركيز ثابت للأمونيا ، لا تعكس هذه الظروف التركيزات المتقلبة للأمونيا في الأحواض ، وفقا لذلك، يجب توخي الحذر عند تطبيق نتائج البحث على مواقف الإنتاج .
- α على سبيل المثال، في إحدى الدراسات، انخفض نمو سمك القراميط القنوات Chanel catfish المعرض لتركيز ثابت من الأمونيا يبلغ 0.52 مجم / لتر من الأمونيا بنسبة 50 % مقارنة بالأسماك غير المعرضة، و مع ذلك، فإن التعرض اليومي القصير (2 إلى 3 ساعات) لتركيز 0.92 مجم / لتر من الأمونيا (مثل ما قد يحدث في الأحواض) لم يؤثر على النمو و نسبة تحويل العلف.
- إن حقيقة أن العديد من الأسماك يمكنها التأقلم مع التعرض المتكرر لتركيزات عالية من الأمونيا غير المؤينة تشكل عامل تعقيد آخر.

□ خيارات إدارة الأمونيا

– في حالات نادرة، يصبح تركيز الأمونيا مرتفعا بما يكفي للتسبب في مشاكل ، الخطوات العملية التي يمكن اتخاذها إذا حدث ذلك ليس كثيرا.

α من الناحية النظرية، هناك عدة طرق لتقليل تركيز الأمونيا، لكن معظم الأساليب غير عملية للأحواض الكبيرة المستخدمة في تربية الأحياء المائية.

– فيما يلي بعض الخيارات و عملياتها و فعاليتها:

αα توقف عن التغذية أو قلل من معدل التغذية:

– حيث أن المصدر الأساسي لجميع الأمونيا تقريبا في أحواض الأسماك هو البروتين الموجود في العلف، عندما يتم تكسير بروتين العلف تماما (استقلابه)، يتم إنتاج الأمونيا داخل الأسماك و إفرازها من خلال الخياشيم إلى مياه الحوض.

– لذلك، يبدو من المعقول أن نستنتج أنه يمكن التحكم في مستويات الأمونيا في الحوض من خلال التلاعب بمعدل التغذية أو مستوى بروتين العلف ، هذا يبدو صحيحا إلى حد ما، لكنه يعتمد على ما إذا كنت تريد التحكم فيه على المدى القصير (أيام) أو المدى الطويل (أسابيع أو أشهر).

– في الأمد القريب، لا يكون للتخفيضات الحادة في معدل التغذية تأثير مباشر على تركيز الأمونيا، و السبب البيئي وراء ذلك يستند إلى الحركة المعقدة لكميات كبيرة من النيتروجين من أحد المكونات العديدة للنظام البيئي للحوض إلى آخر و لكنه يستغرق وقتا طويلا.

– يمكن للمنتجين تقليل المخاطر على المدى الطويل من خلال تعديل كل من معدل التغذية و مستوى بروتين العلف.

– في منتصف الصيف يجب أن يكون الحد الأقصى لمعدل التغذية اليومي من 45 إلى 60 كجم لكل فدان.

– من خلال التغذية بشكل متحفظ، يمكن تقليل احتمالية ارتفاع مستوى الأمونيا في الأحواض و المخاطر المرتبطة بالتعرض غير المميت (الأمراض، ضعف تحويل العلف، النمو البطيء).

α زيادة التهوية:

– إن الشكل السام للأمونيا (NH_3) عبارة عن غاز مذاب، لذا يعتقد بعض مستزعي الأسماك أن تهوية الحوض هي إحدى الطرق للتخلص من الأمونيا لأنها تعمل على تسريع انتشار غاز الأمونيا من مياه الحوض إلى الهواء.

– و مع ذلك، فقد أثبتت الأبحاث أن التهوية غير فعالة في تقليل تركيز الأمونيا لأن حجم المياه المتأثرة بالمهويات صغير جدا مقارنة بحجم الحوض الإجمالي و لأن تركيز غاز الأمونيا في الماء يكون

منخفضا بشكل عام (خاصة في الصباح)، قد تؤدي التهوية المكثفة في الواقع إلى زيادة تركيز الأمونيا لأنها تعلق رواسب الحوض.

α إضافة الجير:

– لطالما كان يُعتقد أن تعقيم الأحواض بالجير يقلل من تركيزات الأمونيا ، في الواقع، قد يؤدي استخدام عوامل التعقيم بالجير مثل الجير المائي أو الجير الحي إلى جعل الموقف السيئ المحتمل أسوأ بكثير من خلال التسبب في زيادة مفاجئة و كبيرة في درجة الحموضة.

– تؤدي زيادة درجة الحموضة إلى تحول الأمونيا نحو الشكل السام للأسماء ، بالإضافة إلى ذلك، يمكن للكالسيوم الموجود في الجير أن يتفاعل مع الفوسفور القابل للذوبان، مما يؤدي إلى إزالته من الماء و جعله غير متاح للطحالب.

– في الأحواض ذات كثافة الطحالب المماثلة، تكون التقلبات اليومية في درجة الحموضة في مياه الأحواض منخفضة القلوية أكثر تطرفا من تلك الموجودة في المياه ذات القلوية الكافية (أكبر من 20 مجم / لتر من كربونات الكالسيوم).

– لذلك، يمكن للترسيب بالجير أن يخفف من قيم درجة الحموضة القصوى، و خاصة تلك التي تحدث في وقت متأخر بعد الظهر عندما تكون نسبة الأمونيا الكلية الموجودة في الشكل السام هي الأعلى ، و مع ذلك، فإن هذه التقنية فعالة فقط في الأحواض ذات القلوية المنخفضة.

– معظم أحواض الأسماك لديها قلوية كافية ، إن زيادة القلوية فوق 20 مجم / لتر من كربونات الكالسيوم لن توفر فائدة إضافية، علاوة على ذلك، لا يعالج الترسيب بالجير الأسباب الجذرية لارتفاع تركيز الأمونيا؛ فهو يحول توزيع الأمونيا من الشكل السام إلى الشكل غير السام فقط عن طريق تعديل درجة الحموضة العالية في فترة ما بعد الظهر.

α التسميد بالفوسفور:

– تمتص الطحالب معظم الأمونيا التي تفرزها الأسماك، لذا فإن أي شيء يزيد من نمو الطحالب سيزيد من امتصاص الأمونيا، هذه الحقيقة هي الأساس لفكرة تسميد الأحواض بأسمدة الفوسفور لتقليل مستويات الأمونيا .

– و مع ذلك، في ظل الظروف "العادية" للأحواض، تكون ازدهار الطحالب في أحواض الأسماك كثيفة للغاية ومعدل نمو الطحالب محدود بتوفر الضوء، و ليس المغذيات مثل الفوسفور أو النيتروجين، لذلك، فإن إضافة الفوسفور لا تفعل شيئا لتقليل تركيز الأمونيا لأن الطحالب تنمو بالفعل بأسرع ما يمكن في ظل الظروف السائدة.

– تحدث أعلى تركيزات الأمونيا في برك الأسماك بعد انهيار ازدهار الطحالب ، قد يؤدي التسميد و خاصة بالفوسفور، إلى تسريع إعادة تأسيس الازدهار، لكن معظم الأحواض تحتوي على الكثير من الفوسفور المذاب (و المواد المغذية الأخرى) لدعم الازدهار و لا تحتاج إلى المزيد.

⊠ تقليل عمق الحوض:

– إن نمو الطحالب (و بالتالي معدل امتصاص الطحالب للأمونيا) في أحواض الأسماك محدود بتوفر الضوء، و أي شيء يزيد من الضوء يزيد من امتصاص الأمونيا.
– من الناحية النظرية، فإن ازدهار الطحالب الكثيفة في الأحواض الضحلة يزيل الأمونيا بشكل أكثر فعالية من نفس التكاثر الكثيف في الأحواض العميقة.
– و مع ذلك، في المحصلة النهائية، ربما تكون هناك فوائد أكثر مرتبطة بالأحواض العميقة (على سبيل المثال، سهولة حصاد الأسماك، الحفاظ على المياه، درجات الحرارة الأكثر استقرارا وتقليل تأثير الترسيب على الفاصل الزمني بين عمليات التجديد).

⊠ زيادة عمق الحوض:

– من الواضح أن الأحواض العميقة تحتوي على مياه أكثر من الأحواض الضحلة ، لذلك، عند معدل تغذية معين، يجب أن تحتوي الأحواض العميقة على تركيزات أقل من الأمونيا لأن هناك المزيد من المياه لتخفيف الأمونيا التي تفرزها الأسماك.
– في الواقع، لا تحتوي الأحواض العميقة عادة على ما يكفي من المياه لتخفيف الأمونيا بشكل كبير مقارنة بالكميات الكبيرة من الأمونيا في التدفق المستمر بين مختلف العمليات الحيوية و غير الحيوية في الأحواض.
– و علاوة على ذلك، فإن الأحواض العميقة أكثر عرضة للتقسيم الطبقي و يمكن أن تصبح الطبقة السفلية من مياه الحوض (الطبقة السفلى) غنية بالأمونيا و مستنفدة من الأوكسجين المذاب.
– عندما تختلط هذه الطبقة من المياه مع المياه السطحية في "دوران"، فقد تؤدي إلى مشاكل خطيرة في جودة المياه.

⊠ غسل الحوض بمياه الآبار:

– يمكن غسل الأمونيا من الحوض، على الرغم من أن ضخ كمية هائلة من المياه المطلوبة للقيام بذلك في الأحواض الكبيرة أمر مكلف و يستغرق وقتا طويلا و يسبب إهدارا غير ضروري، كما أنه غير فعال بشكل مخادع كأداة لإدارة الأمونيا .
– على سبيل المثال، افترض أن تركيز الأمونيا في حوض كامل مساحته 10 أفدنة هو 1 مجم / لتر، سيكون تركيز الأمونيا بعد ضخ 1.8 متر مكعب،، 500 جالون،، في الدقيقة بشكل مستمر لمدة 3 أيام (ما يعادل حوالي 20 سم،، 8 بوصات،، من الماء) 0.90 مجم / لتر، أي قطرة 0.10 مجم / لتر فقط.

– بدلا من مجرد تشغيل المياه عبر الحوض كما في المثال أعلاه، افترض الآن أن حوالي 20 سم،، 8 بوصات،، من الماء يتم تصريفها من الحوض قبل إعادة تعبئتها بمياه الآبار ، في هذه الحالة، سيكون الانخفاض في تركيز الأمونيا أكبر قليلا (إلى 0.83 ملجم/لتر)، و لكن حتى هذا الانخفاض لا يكفي في حالة الطوارئ، و خاصة عندما يؤخذ في الاعتبار الوقت الإضافي اللازم لتصريف المياه قبل إعادة التعبئة.

– ضخ المياه الجوفية يخلق منطقة ذات تركيز منخفض نسبيا من الأمونيا بجوار تدفق المياه ، و فعالية هذه الممارسة مشكوك فيها لأنها لا تعالج السبب الجذري للمشكلة و تؤدي إلى إهدار المياه.

– إن غسل الأحواض ليس غير فعال فحسب، بل إنه غير مرغوب فيه للغاية بسبب المخاوف بشأن إطلاق مياه غير مرغوب فيها من الأحواض في البيئة.

α الإضافات البكتيرية:

– البكتيريا المائية الشائعة هي جزء أساسي من الدورة المستمرة للأمونيا في النظام البيئي للحوض، يعتقد بعض الناس أن الأمونيا تتراكم في الأحواض بسبب وجود نوع خاطئ أو عدد غير كاف من البكتيريا. فلذا كان هذا صحيحا، فإن إضافة تركيبات مركزة من البكتيريا من شأنها أن تعالج المشكلة.

– و مع ذلك، فإن الأبحاث التي أجريت على العديد من المنتجات التجارية لإضافات البكتيريا أعطت نفس النتيجة باستمرار: جودة المياه لا تتأثر بإضافة هذه المكملات.

– تخلق إدارة الحوض القياسية ظروفًا مواتية للغاية لنمو البكتيريا ، يقتصر نمو البكتيريا و نشاطها على توفر الأوكسجين و درجة الحرارة أكثر من عدد الخلايا البكتيرية.

– أيضا، فإن النوع الأكثر وفرة من البكتيريا في العديد من الإضافات (و في مياه الحوض و الرواسب) مسئول عن تحلل المواد العضوية.

– لذلك، إذا كانت التعديلات البكتيرية تعمل على تسريع تحلل المواد العضوية، فإن تركيز الأمونيا سيزداد في الواقع، و ليس ينخفض.

– نوع آخر من البكتيريا في الإضافات يؤكسد الأمونيا إلى نترات ، إن إضافتها لن يؤدي إلى تقليل تركيز الأمونيا بسرعة لأن البكتيريا يجب أن تنمو لعدة أسابيع قبل أن يكون هناك عدد كبير بما يكفي للتأثير على مستوى الأمونيا.

α إضافة مصدر للكربون العضوي:

– إذا كان تركيز الأوكسجين المذاب كافيا، فإن إضافة مصدر للكربون العضوي، مثل التبن المفروم، إلى أحواض الأسماك المكثفة يمكن أن يقلل من تركيز الأمونيا.

– العديد من البكتيريا في أحواض الأسماك "محرومة" من الكربون العضوي، على الرغم من إضافة كميات كبيرة من العلف.

– لا تحتوي المادة العضوية في أحواض الأسماك (خلايا الطحالب الميتة، المواد الصلبة البرازية للأسماك والأعلاف غير المأكولة) على النسبة المثلى من العناصر الغذائية لنمو البكتيريا.
– هناك أكثر من ما يكفي من النيتروجين لنمو البكتيريا، لذلك يتم إطلاق الفائض في مياه الحوض.
– إن إضافة مادة عضوية بتركيز عال من الكربون نسبة إلى النيتروجين يعزز "تثبيت" أو "عدم حركة" الأمونيا المذابة في الماء.

– إن دمج الأمونيا في الخلايا البكتيرية يغلف النيتروجين في شكل جزيئي غير سام للأسماك.
– الجانب السلبي لهذا النهج هو أنه من الصعب تطبيق كميات كبيرة من المادة العضوية على الأحواض الكبيرة و التأثير على تركيز الأمونيا ليس سريعا ، و علاوة على ذلك، سوف يتعين زيادة التهوية لتلبية الطلب على الأكسجين من خلال كميات كبيرة من المواد العضوية المتحللة.

⊕ إضافة مواد تبادل الأيونات:

– يمكن لبعض المواد الطبيعية، و التي تسمى الزيوليت، أن تمتص الأمونيا من الماء ، و من العملي استخدامها في أحواض الأسماك أو غيرها من أنظمة تربية الأسماك المكثفة الصغيرة الحجم، و لكنها غير عملية في أحواض الأسماك ذات الحجم الكبير.

– حاول بعض مزارعي الروبيان، في جنوب شرق آسيا تطبيق الزيوليت بمعدل 90 إلى 180 كيلوجرام / فدان شهريا.

– و مع ذلك، فقد أثبتت الأبحاث أن هذه الممارسة غير فعالة في تقليل تركيز الأمونيا في الأحواض و تم التخلي عنها الآن.

⊕ إضافة حمض:

– من الناحية النظرية، فإن إضافة حمض (مثل حمض الهيدروكلوريك) إلى الماء من شأنه أن يقلل من درجة الحموضة، و يمكن أن يؤدي هذا إلى تحويل توازن الأمونيا لصالح الشكل غير السام، و مع ذلك، فإن كمية كبيرة من الحمض ضرورية لتقليل درجة الحموضة في البرك المخزنة جيدا و يجب خلطها بسرعة في جميع أنحاء البركة لمنع "النقاط الساخنة" التي يمكن أن تقتل الأسماك.

– علاوة على ذلك، فإن إضافة الأحماض من شأنها أن تدمر قدرا كبيرا من قدرة الحوض على التخزين المؤقت (القلوية) قبل أن يحدث أي تغيير في درجة الحموضة.

– و بمجرد خفض تركيز الأمونيا، قد تتطلب الأحواض المعالجة بالجير لاستعادة قدرة التخزين المؤقت، إن العمل بالأحماض المعدنية القوية يشكل خطرا على سلامة عمال المزارع و الأسماك.

α عدد مرات قياس الأمونيا:

- من المناقشة السابقة، قد تفترض أن قياس الأمونيا في الأحواض غير ضروري ، بعد كل شيء، أشارت الأبحاث إلى أن التعرض اليومي القصير لتركيزات الأمونيا أعلى بكثير من تلك المقاسة في الأحواض التجارية لا يؤثر على نمو الأسماك.
- و في المناسبات النادرة التي تصبح فيها الأمونيا مشكلة، لا يمكنك فعل أي شيء حيال ذلك ، و مع ذلك، هناك بعض الظروف الخاصة التي يكون من المفيد فيها مراقبة مستويات الأمونيا.
- في جنوب الولايات المتحدة، تبدأ تركيزات الأمونيا في معظم الأحواض عادة في الزيادة في سبتمبر و تبلغ ذروتها في منتصف أكتوبر، بعد حوالي 5 إلى 6 أسابيع من آخر فترة من معدلات التغذية العالية.
- ثم بعد حوالي 2 إلى 4 أسابيع، تبلغ تركيزات النيتريت ذروتها، هذا نمط عام لا ينطبق على جميع الأحواض، و يمكن أن تحدث مشاكل الأمونيا أو النيتريت بكثافة متفاوتة في أي وقت، و خاصة بين سبتمبر و مارس.
- و بالتالي، فإن حجم ارتفاع الأمونيا في أوائل الخريف يمكن أن يشير إلى شدة ارتفاع النيتريت الذي سيلبي ذلك.
- يمكن أن يحمي الملح الأسماك من التسمم بالنيتريت إذا تمت إضافة كمية كافية من الملح إلى الأحواض لتحقيق مستويات كلوريد تتراوح من 100 - 150 مجم / لتر، فلا يوجد سبب لقياس الأمونيا حتى كمؤشر على تركيزات عالية من النيتريت.
- يجب قياس الأمونيا كل يومين بعد انهيار ازدهار الطحالب و أسبوعيا في الأشهر الأكثر برودة من العام تحديد الأحواض التي قد تواجه مشكلة محتملة مع النيتريت، بخلاف تلك الأوقات، ربما لا يكون من الضروري قياس الأمونيا في أحواض الأسماك.
- باختصار، لا ينبغي لمنتجي الأسماك أن ينزعجوا إذا ارتفعت تركيزات الأمونيا، على الرغم من أن ارتفاع مستوى الأمونيا يشير غالبا إلى أن تركيزات النيتريت قد ترتفع قريبا.
- في هذه الحالة، يجب على المزارعين التركيز على حماية الأسماك من التسمم بالنيتريت عن طريق إضافة الملح، بدلا من محاولة إدارة مشكلة الأمونيا.
- ربما يكون من الضروري أيضا توخي الحذر الشديد بعد انهيار الطحالب ، عادة، ينخفض تركيز الأمونيا مرة أخرى بمجرد إعادة تأسيس التكاثف.
- نظرا لعدم وجود الكثير مما يمكن القيام به لتصحيح مشاكل الأمونيا بمجرد حدوثها، فإن مفتاح إدارة الأمونيا هو :استخدام ممارسات تربية الأسماك التي تقلل من احتمالية حدوث مثل هذه المشاكل، و هذا

يعني تخزين الأسماك بكثافة معقولة، الحصاد في كثير من الأحيان قدر الإمكان لمنع المحصول الدائم من أن يكون كبيرا جدا و استخدام ممارسات التغذية الجيدة التي تزيد من نسبة العلف.

الطحالب الخيطية

مقدمة

- توجد أنواع مختلفة من الطحالب الخيطية، و لكن جميعها تقريبا متماثلة في طريقة النمو ، حيث تبدأ هذه الطحالب في النمو في الشتاء و أوائل الربيع على قاع الحوض،
- تمثل الطحالب الخيطية مصدر قلق مشترك لأصحاب المزارع،
- تشمل الطحالب الخيطية مئات الأنواع منها طحالب خضراء أو خضراء مزرققة ،
- جميع أنواع الطحالب مهمة للبيئة المائية بصفة عامة سواء كانت أحواض أستزراع سمك ي، بحيرات، بحار و محيطات لأنها تعمل كمصادر غذائية للأوليات، الحشرات و الأسماك.
- أى نظام بيئى صح ي لابد من احتوائه على الطحالب الخيطية لأنها من أساسيات التغذية بالنسبة للأسماك، البرمائيات و العديد من الكائنات الحية ، فهي بداية السلسلة الغذائية في البيئات المائية و خاصة الأحواض السمكية،
- يشار أحيانا إلى زيادة النمو الطحلبى باسم "الإزدهار" لأن الطحالب تنمو بسرعة كبيرة مسببة مشكلة مزعجة ففي حالة الطحالب الخيطية، تتكاثر الخلايا المفردة و تتحد معا في خيوط طويلة شبيهة بالشعر أو الصوف المبلل أو القطن أو مستعمرات تنمو ببلتجاه سطح الماء تبعا لأنواع الطحالب ، تبدأ ذات لون أخضر ثم تتحول للون الأصفر أو البنى.
- أواخر الصيف و الخريف، تشكل هذه الخيوط حصائر كبيرة تطفو على سطح الماء ، فتحبس الغازات و يؤدى التحلل السريع لهذه الطحالب لإستهلاك الأوكسجين مما قد يتسبب في النفوق السمك ي الجماعي فى بعض الأحيان،
- عادة ما تبدأ هذه الحصائر العائمة في الظهور في شهر يوليو و قد تغطي الحوض بأكمله بحلول أواخر الصيف،
- تفضل معظم أشكال الطحالب الخيطية ظروف المياه الراكدة و الغنية بالمغذيات (النيتروجين و الفوسفور) و الموجودة في العديد من البرك و البحيرات.



Cladophora sp.



Pithophora sp.

طحلب سبيرولينا

تعريف

- الاسبيرولينا هي طحالب دقيقة متعددة الخلايا، خيطية خضراء مزرققة.
- تنتمي إلى جنسين منفصلين اسبيرولينا و أرثروسبيريرا و تتكون من حوالي 15 نوعا، و من بين هذه الأنواع تعد *Arthrospira Platensis* أكثر أنواع الاسبيرولينا شيوعا و متاحة على نطاق واسع،
- تنمو في الماء، و يمكن حصاده ا و معالجته بسهولة، و تحتوي على نسبة عالية من المغذيات الكبرى و الصغرى،
- تستخدم في العديد من بلدان أفريقيا كغذاء للإنسان كمصدر هام للبروتين و يتم جمعه من المياه الطبيعية و تجفيفه و تناوله،
- في العديد من بلدان آسيا يتم استخدامه كمكمل بروتيني و كغذاء لصحة الإنسان،
- تم استخدام الاسبيرولينا كمكون غذائي تكميلي لتغذية الدواجن و بشكل متزايد كمكمل بروتيني و فيتامين لأعلاف الكائنات المائية.

□ الخصائص العامة لسبيرولينا

- الشكل و التصنيف:

□ مورفولوجيا

- الاسبيرولينا هي طحالب دقيقة متعددة الخلايا و خيطية ذات لون أخضر مزرق تعيش مع بكتيريا تكافلية تعمل على تثبيت النيتروجين من الهواء،
- يمكن أن تكون الاسبيرولينا على شكل خيوط أو أقراص،
- الصباغ الرئيسي للتمثيل الضوئي هو فيكوسيانين، و هو أزرق اللون ، كما أنه يحتوي على الكلوروفيل أ و الكاروتينات و تحتوي بعضها على صبغة فيكويثرين،
- الاسبيرولينا ذاتية التغذية حيث تقوم بعملية التمثيل الضوئي ، و تتكاثر الاسبيرولينا عن طريق الانشطار الثنائي،
- الشكل الحلزوني للخيوط أو (trichomes) هو سمة من سمات هذا الجنس و يتم الحفاظ عليه فقط في بيئة سائلة أو وسط استزراع،
- يؤدي وجود فجوات مملوءة بالغاز في الخلايا بالإضافة إلى الشكل الحلزوني للخيوط إلى ظهور حوائط عائمة،
- يبلغ طول الأشكال ثلاثية الألوان من 50 إلى 500 ميكرومتر و عرضها من 3 إلى 4 ميكرومتر.

□ التصنيف

– تم تصنيف هذه الكائنات الحية الدقيقة بشكل منفصل إلى جنسين الاسبيروولينا و الأرتروسبييرا في عام 1989.

– يعد *Arthrospiramaxima* و *A. Platensis* من أهم الأنواع في هذا الجنس و من بينها كانت هناك اختلافات تصنيفية في الخيوط، الفجوات و الغطاء الخارجي أو انتظام الكبسولة لكل خيط.

□ الموطن الطبيعي و المصدر و النمو

– تقع أكبر بحيرات الاسبيروولينا في وسط أفريقيا حول بحيرتي تشاد و النيجر و في شرق أفريقيا على طول الوادي المتصدع العظيم،

– تزدهر الاسبيروولينا في البحيرات القلوية حيث يصعب أو يستحيل على الكائنات الحية الدقيقة الأخرى البقاء على قيد الحياة،

– في البحيرات الطبيعية، عادة ما ينظم الإمداد المحدود من العناصر الغذائية دورات النمو ، و تأتي المغذيات الجديدة إما من ارتفاع مياه القاع إلى السطح من داخل المسطحات المائية، أو من تدفق المغذيات من الأنهار،

– تنمو أعداد الطحالب بسرعة، و تصل إلى أقصى كثافة، ثم تموت عند استنفاد العناصر الغذائية ، ثم تبدأ دورة موسمية جديدة عندما تطلق الطحالب المتحللة عناصرها الغذائية أو عندما يتدفق المزيد من العناصر الغذائية إلى البحيرة،

– تم العثور على الاسبيروولينا في المياه العذبة، المياه البيضاء، مياه البحر و الينابيع الحرارية،
– المياه القلوية و المالحة (< 30 جم / لتر) مع درجة قاعدية عالية (8.5 – 11) تساعد على إنتاج جيد للاسبيروولينا، تُظهر الاسبيروولينا نموا مثاليا بين 35 – 37 درجة مئوية تحت ظروف المعمل،
– الاسبيروولينا مثل معظم البكتيريا الزرقاء، كائنات ضوئية ذاتية التغذية (أي أنها لا يمكن أن تنمو في الظلام على الوسائط التي تحتوي على مركبات الكربون العضوية)،

– المادة الرئيسية لعملية التمثيل الضوئي في الاسبيروولينا هي الجليكوجين،
– تُظهر الاسبيروولينا تحملا لإرتفاع درجة الحرارة حتى 39 درجة مئوية لبضع ساعات في الهواء الطلق، حيث لا يضر ذلك الطحالب الخضراء المزرق، أو قدرتها على التمثيل الضوئي،

– يمكن زراعة سلالات الاسبيروولينا المحبة للحرارة أو المقاومة للحرارة عند درجات حرارة تتراوح بين 35 – 40 درجة مئوية، تتيح هذه الخاصية ميزة القضاء على الملوثات الميكروبية المتوسطة ، الحد الأدنى لدرجة الحرارة التي يحدث فيها نمو سبيروولينا هو حوالي 15 درجة مئوية خلال النهار و في الليل، يمكن أن تتحمل درجات حرارة منخفضة نسبيا.

□ التركيب الكيميائي الحيوي

– البروتين: تحتوي الاسبيرولينا على كميات عالية من البروتين، تتراوح بين 55 – 70 % من الوزن الجاف،

– و هو بروتين كامل، يحتوي على جميع الأحماض الأمينية الأساسية، على الرغم من وجود كميات منخفضة من الميثيونين ، السيستين و الليسين، مقارنة بالبروتينات القياسية مثل تلك الموجودة في اللحوم أو البيض أو الحليب؛ و مع ذلك، فهو متفوق على جميع البروتينات النباتية القياسية، مثل تلك الموجودة في البقوليات.

– الأحماض الدهنية الأساسية: تحتوي الاسبيرولينا على كمية عالية من الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة 1.5 – 2 % من إجمالي الدهون التي تمثل 5 – 6 %،

– على وجه الخصوص، الاسبيرولينا غنية بحمض γ -لينولينيك (36 % من إجمالي الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة) و توفر أيضا حمض γ -لينولينيك و حمض اللينوليك 36 % من الإجمالي)، و حمض ستيريديونيك، حمض إيكوسابتاينويك، و حمض الدوكوساهيكسانويك و حمض الأراكيدونيك.

– الفيتامينات: تحتوي الاسبيرولينا على فيتامين ب1 (ثيامين)، ب2 (ريبوفلافين)، ب3 (نيكوتيناميد)، ب6 (بيريدوكسين)، ب9 (حمض الفوليك)، ب12 (سيانوكوبالامين)، فيتامين ج، فيتامين د و فيتامين هـ.

– المعادن: تعتبر الاسبيرولينا مصدرا غنيا بالبوتاسيوم، تحتوي أيضا على الكالسيوم ، الكروم، النحاس، الحديد، المغنيسيوم، المنجنيز، الفوسفور، السيلينيوم، الصوديوم و الزنك.

– أصباغ التمثيل الضوئي: تحتوي الاسبيرولينا على العديد من الأصباغ بما في ذلك الكلوروفيل أ، زانثوفيل، بيتاكاروتين، إيشينون، ميكسوكسانثوفيل، زياكسانثين، كانثاكسانثين، دياتوكسانثين، 3-هيدروكسيشينيون، بيتا-كريبتوكسانثين، أوسيلاكسانثين، بالإضافة إلى فيكوبيليروتينز ج- فيكوسيانين و ألوفيكوسيانين،

– يُقال عموما أن محتوى المغذيات الدقيقة أعلى بالنسبة للاسبيرولينا المزروعة في المياه العذبة.

□ إنتاج سبيرولينا

– في الموائ الطبيعية، تعتمد دورة نموها على المتاح من العناصر الغذائية ، في اليابان على سبيل المثال، بدأت زراعة الطحالب الدقيقة من الكلوريل على نطاق واسع (أوائل الستينيات) تليها الاسبيرولينا في أوائل السبعينيات. حاليا، يوجد أكثر من 22 دولة تزرع الاسبيرولينا تجاريا على نطاق واسع.

□ معمل الهائمات النباتية

– يتكون المعمل من معمل التطوير و وحدات الميكروبيولوجي.

* معمل التطوير (معمل الهائمات النباتية)

- بداية يتم إنشاء وحدة طاقة شمسية صغيرة في أعلى غرفة الهائمات النباتية لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية تستخدم لتشغيل مصنع الهائمات النباتية (بحيث تغطي القدرة الكهربائية لمكيف الهواء – الضاغط – كمبرسور – مصابيح النيون) و ذلك لتوفير الطاقة الكهربائية ، و لا بد من وجود صيانة دورية لهذه الوحدة للحفاظ عليها،
- يتم تعقيم معمل الهائمات النباتية بإضافة كمية من الفورمالين على برمنجنات في كوب و وضعه داخل الغرفة و إغلاقه لمدة 24 ساعة من أجل التعقيم و يتكون من:
- مجموعة من المصابيح الفلورية بقوة إضاءة 3000 – 5000 لاس على الحائط و يتم قياس شدة الإضاءة بواسطة جهاز قياس شدة الإضاءة (لاكسوميتر)،
- توضع رفوف من الحديد لحمل القوارير الزجاجية ، الأطباق و القوارير الزجاجية المزروعة بالطحالب أمام المصابيح الفلورية،
- يجهز المعمل بعدد من الأدوات الزجاجية الهامة مثل القوارير بأحجام مختلفة (250 مل، 500 مل، 1000 مل، 2000 مل)،
- تزود الغرفة بمكيف هواء للتحكم بدرجة الحرارة المناسبة و التي تتراوح بين 30 – 35 درجة مئوية،
- تجهز الغرفة بمضخة هواء (كمبروسر) تربط الأنابيب لضخ الهواء إلى الطحالب و التحكم في شدة هذا الهواء من خلال صمامات للتحريك المستمر للطحالب في مرحلة الـ carboys،
- تزود الغرفة بجهاز طرد مركزي لحصاد الطحالب.

ملحوظة

- يمكن استكمال حصاد الاسبيرولينا أيضا باستخدام مرشح نايلون محكم بقطر 30 – 50 ميكرون لفصل الكتلة الحيوية للاسبيرولينا عن البيئة السائلة،
- للقيام بذلك، يختار الكثير من منتجي الاسبيرولينا ربط الشبكة بإطار خشبي فوق الأحواض و تمشيط السوائل خلال هذا المرشح حتى تتكون عجينة خضراء سميكة في الأعلى،
- تضمن ألياف النايلون عدم امتصاص أي سوائل ، و تمكثك الكثافة المحكمة من جمع الكتلة الحيوية الطازجة مع ترك بعض البيئة لتتكاثر بعد اكتمال الحصاد.

□ معمل ميكروبيولوجي

– معمل الميكروبيولوجي الملحق بمعمل تطوير الطحالب يتكون من: laminar flow، لهب البنزن، أطباق بتري بأقطار مختلفة، أنابيب، قوارير قياسية بأحجام مختلفة، ماصات و قطن طبي.

□ العمليات التي تنفذ في المعمل

– عزل، تنقية و فحص مستمر للطحالب في أطباق بتري و الأنابيب بالإضافة إلى حقن الطحالب النقية في قوارير سعة 250 و 500 مل،
– مجهر فلوري لفحص العينات قبل، بعد العزل و الزراعة.

□ اختيار الأنواع

– اختيار الانواع المستزرعة تعد مرحلة هامة في زراعة الاسبيرولينا،
– النوعان الأكثر استخداما هما الاسبيرولينا بلاتنيسيس و الاسبيرولينا ماكسيما، بسبب مكوناتها القيمة و تأثيراتها الإيجابية و كونها مكمل غير سام للإنسان.

□ الوسائط (داخليا)

– الوسائط الغذائية المستخدمة بشكل شائع هي وسائط زاروك (Zarrouk, 1966؛ Pragma *et al.*, 2013) أو Aiba and Ogawa, 1977 لإعداد وسط زراعة سعة 1.0 لتر، وسط قلوي مناسب للاسبيرولينا بلاتنيسيس و الاسبيرولينا ماكسيما.

□ زراعة و إنتاج الاسبيرولينا بلاتنيسيس (خارجيا)

✓ حوض مفتوح – حوض به تيار ماء متحرك، هو حوض اصطناعي ضحل العمق يستخدم لزراعة الطحالب،

– يمكن زراعة الاسبيرولينا في أنظمة مفتوحة مثل البرك أو البحيرات أو البحيرات الضحلة أو نظام مغلق،

– تُستخدم الأحواض المفتوحة تجاريا لإنتاج منتجات الاسبيرولينا عالية القيمة، و التي قد تكون أحواض كبيرة ضحلة أو احواض دائرية أو خزانات أو أحواض ذات تيار مائي مستمر الحركة.

① تتم الزراعة عادةً بطريقتين:

(أ) برك خرسانية
(ب) حفر مبطنة بـ PVC أو صفائح بلاستيكية أخرى.
– يمكن ترتيب تركيب حوض مفرد أو أحواض متعددة.

② ظروف مثالية للحوض: طول الحوض 50 متر، عرضه 2 – 3 أمتار و عمقه 20 – 30 سم، و لكن يمكن أن يكون طول الحوض بأي طول حسب توفر الأرض، مع هذه القياسات أمكن إنتاج كتلة

الفصل الثامن

حيوية للسيرولينا بمقدار 35 طن / هكتار / سنة في حوض زراعة تجارية مفتوحة في تايلند.

- تغطي الأحواض بصوبة زجاجية مغطاة ببلاستيك 150 ميكرون لحماية الحوض من الأمطار في الشتاء، ومغطاة بسيراميك بنسبة 63 % للتظليل في الصيف،
- عمل شبكة إمداد و تصريف للمياه للأحواض،
- إنشاء شبكة كهربائية في الصوبة الزجاجية، لوحات تحكم في الإضاءة، قياس درجة حرارة الصوبة الزجاجية و المياه، مؤقت للمجاديف، تركيب (2) غطاء، بحجم (140 سم × 140 سم) + تركيب كشافات،
- وجود ألواح شمسية تخزين الطاقة بالبطاريات لتغطية متطلبات الطاقة للمجاديف و الأغذية والمصابيح اليدوية.

□ عامة

- يتطلب استزراع الاسبيرولينا المركزة المتطورة بالكامل تحضير التطعيمات و الحفاظ على البيئة،
- يجب أن تحتوي سلالة الاسبيرولينا المفضلة على نسبة عالية من الخيوط الملفوفة (> 25 % خيوط مستقيمة، أو لا تحتوي على أي خيوط)، و ما لا يقل عن 1 % من حمض جاما لينولينيك (GLA) بناء على الوزن الجاف،
- يجب أن يكون لون البيئة أخضر بشكل واضح،
- يبلغ معدل النمو حوالي 30 % يوميا عندما تكون درجة الحرارة و الظروف المناخية الأخرى ملائمة.

□ وسائط التسميد

- تتكون الوسائط من NaHCO_3 التجاري 8 جم / لتر، NaNO_3 2.5 جم / لتر أو الاستبدال باليوربا 0.5 جم / لتر، NaCl 0.5 جم / لتر، $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.15 جم / لتر، $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.04 جم / لتر، سوبر فوسفات أحادي 1.25 جم / لتر و كلوريد البوتاسيوم 0.98 جم / لتر.

□ الخلط والتهوية

- تحريك البيئة الأم،، المخزون الأصلي،، خطوة حتمية لتجانس و ضمان توزيع جيد للضوء بين جميع خيوط الاسبيرولينا أثناء نموها، حيث يلعب خلط البيئة الأم وظيفة مهمة في زيادة الإنتاجية.
- التهوية مهمة للغاية للحصول على جودة جيدة و عائد أفضل من أنواع الاسبيرولينا،

الفصل الثامن

– يمكن تحقيق ذلك من خلال المجاديف الآلية التي تحافظ على الخلايا في حالة تعليق عن طريق التحريك اللطيف للخلايا النامية ، عندما لا تكون التهوية كافية، ستكون كفاءة استخدام الطاقة و إنتاج الكتلة الحيوية منخفضة.

□ درجة الحرارة والرقم الهيدروجيني

– يمكن أن تنمو الاسبيرولينا عند 20 – 37 درجة مئوية، درجة الحرارة المثالية للاسبيرولينا للنمو العالي مع محتوى البروتين العالي تتراوح بين 29 – 35 درجة مئوية.

– يعد التباين في درجة الحرارة الجوية العامل الرئيسي الذي يؤثر على معدلات إنتاج الكتلة الحيوية في زراعة الاسبيرولينا.

قد يحدث تبيض للبيئة عندما تكون درجات الحرارة أعلى من 35 درجة مئوية بينما لا يمكنها الصمود في درجات حرارة أقل من 20 درجة مئوية ، تنظيم درجة الحرارة داخل وحدة الإنتاج يتم باستخدام غطاءين.

– يعد الحفاظ على الرقم الهيدروجيني للوسائط فوق 9.0 إلزاميا في بيئة الاسبيرولينا لتجنب التلوث بالطحالب الأخرى.

– يتم تعديل الرقم الهيدروجيني عن طريق زيادة مستوى ثاني أوكسيد الكربون عن طريق إضافة أملاح الكربونات إلى البيئة.

– عندما يكون الرقم الهيدروجيني بين 9 و 11 فهذا يشير إلى أن الوسط صحي.

– إن تأثير الرقم الهيدروجيني على نمو الطحالب و إنتاج الصبغة و محتوى البروتين لأنواع الاسبيرولينا له تأثير مباشر على نظام مضادات الأوكسدة لذا يجب توفر جهاز pH للتحكم في قياس الرقم الهيدروجيني داخل الأحواض.

□ الحصاد

– يتم حصاد الاسبيرولينا عندما تصل إلى كثافة كافية، عادة بعد 3 – 4 أسابيع من الزراعة، باستخدام قرص سيكي لقياس النمو.

– يمكن حصاد الطحالب باستخدام تقنيات مختلفة مثل الطرد المركزي و الترشيح.

– يمكن بعد ذلك تجفيف الاسبيرولينا المحصودة و معالجتها كمكمل غذائي أو لتطبيقات أخرى.

– الوقت الأكثر ملاءمة للحصاد هو الصباح الباكر لأن نسبة البروتينات في الاسبيرولينا تكون أعلى خلال الصباح.

– بالإضافة إلى ذلك، فإن درجة الحرارة الباردة تجعل العمل أسهل و ستكون ساعات أشعة الشمس (أثناء النهار) متاحة لتجفيف المنتج.

□ الترشيح

- أثناء عمليات الإنتاج التجارية، يتم استخدام أجهزة الترشيح للحصاد بواسطة مرشح نايلون محكم من 30 : 50 ميكرون، تعتبر هذه هي الطريقة الأكثر ملاءمة لحصاد الاسبيرولينا،
- الخطوة التالية هي غسل الأملاح الزائدة من الكتلة الحيوية ، يتم تجانس الخلايا المغسولة بشكل متكرر قبل تجفيفها.

□ التجفيف

- يمكن استخدام الاسبيرولينا طازجة و لكن يجب استخدامها بعد تجفيفها قليلا،
- الاسبيرولينا سريعة الهضم نسبيا في شكلها الطازج، لكن يجب تناول الاسبيرولينا في غضون 6 ساعات من حصادها على الرغم من أنه يمكن تخزينها للاستخدام لاحقا،
- يتم استهلاكها لفترة تصل إلى عام أو أكثر عن طريق التجفيف في الشمس أو في مجفف شمسي،
- بعد التجفيف، تستمر لعدة أشهر و يمكن أيضا الحفاظ على المحتوى الغذائي ، يتم عصر كتلة الاسبيرولينا بنايلون ناعم و وضعها لتجف في الشمس،
- يستغرق هذا عادة بضع ساعات فقط. أثناء العملية، تكتسب الاسبيرولينا نكهتها المميزة، و لكن بشكل معتدل فقط بسبب نظام التجفيف في الهواء الطلق،
- تتميز الاسبيرولينا المجففة في الشمس برائحة و نكهة لطيفة،
- تتم المرحلة الأخيرة من عملية التجفيف في مجفف الهواء الساخن، من أجل تحقيق الرطوبة الدقيقة، بالإضافة إلى منتج آمن غذائيا بنسبة 100 %.

□ الطحن

- يتم استهلاك الاسبيرولينا كمكمل غذائي / غذائي كامل، يتم تحضيره في شكل أقراص ، رقائق و مسحوق،
- يتم تحويل رقائق أو قضبان الاسبيرولينا الجافة عادة إلى مسحوق عن طريق الطحن لتعزيز كثافتها الظاهرية،
- يستمر الطحن لمدة 6 – 10 ساعات تقريبا، حتى يصل متوسط حجم المسحوق إلى 200 – 800 نانومتر،
- الشكلان الأكثر شيوعا للاسبيرولينا المتوفرة تجاريا هما المسحوق و الأقراص، كما أنها مكون في بعض مخاليط مسحوق تعزيز البروتين و الطاقة،
- يتم ضغط مسحوق الاسبيرولينا معا في شكل أقراص أو حبيبات لتحسين القبول و الأداء، و تتميز حبيبات الاسبيرولينا باستقرار ممتاز في الماء، سهل الاستهلاك.

زراعة الطحالب البحرية

مقدمة

- الطحالب هي أقدم الكائنات الحية على وجه الأرض، تنتمي إلى مجموعة النباتات ذاتية التغذية التي تحتوي على الأصباغ الضوئية و لا تظهر أي تمايز في الجذر أو الساق أو الأوراق،
- بدأ التمثيل الضوئي على الأرض مع إطلاق الأوكسجين بعد ظهور الطحالب الزرقاء منذ أكثر من 3 بليون سنة،
- الطحالب البحرية هي إسم عام لجميع أنواع الطحالب في المحيطات و البحار و هي منتج أساسي و مهم للمواد العضوية في مياه البحر،
- بدون الطحالب المواد العضوية في مياه المحيط من الصعب أن تزداد و سيكون من المستحيل الحصول على تنوع كبير في الحيوانات البحرية نموا و تكاثرا،
- الطحالب البحرية لا توفر فقط للبشر الطعام ، منتجات الرعاية الصحية، الأدوية، المواد الخام الصناعية و الطاقات الجديدة و لكن أيضا تلعب دورا هاما في تنظيم المناخ العالمي و إصلاح البيئة،
- الطحالب البحرية هي المنتجات الرئيسية في المحيط و يمكن أن تستخدم مباشرة كغذاء للإنسان أو كطعام يتم تحويله إلى البروتين الحيواني و تصبح غذاء للبشر بطريقة غير مباشرة،
- الطحالب البحرية هي مصدر هام للأدوية، و الصين لديها تاريخ لأكثر من 1000 سنة في استخدام الطحالب كدواء،
- الخلاصة الوافية للمواد الطبية ذكرت 101 نوع من الأدوية البحرية، و في السنوات الأخيرة طور العلماء الصينيون بنجاح العديد من الأدوية باستخدام عشب البحر كمادة خام مثل أدوية أمراض القلب، الشرايين و أمراض الكلى،
- الطحالب البحرية هي من المواد الخام الهامة للصناعات الكيماوية، في وقت مبكر من القرن السابع عشر بدأت الشعوب الأوروبية في إنتاج الصودا النقية عن طريق استخدام طحالب البحر و التي نمت إلى صناعة كيميائية مهمة لاحقا في منتصف القرن التاسع عشر،
- طحالب البحر تزودنا بالأجار، الغرويات، إلخ، فضلا عن المواد الخام مثل اليود و المانيتول و ما إلى ذلك و التي يمكن معالجتها أكثر إلى (المواد الغذائية، منتجات الرعاية الصحية ، الأدوية، مستحضرات التجميل، الأسمدة، المبيدات، الأعلاف و غيرها)،
- بينما في الوقت نفسه الطحالب البحرية تستخدم ضوء الشمس لتصنيع ثاني أوكسيد الكربون و الماء إلى المواد العضوية و إطلاق الأوكسجين و بالتالي زيادة محتوى الأوكسجين في الهواء و الحد من تركيز ثاني أوكسيد الكربون مما يساعد على تحسين البيئة المعيشية للبشر.

- وفقا لإحصاءات منظمة الأغذية و الزراعة في عام 2007 كان الإنتاج العالمي من الطحالب البحرية الطازجة 12.45 مليون طن بينها 7.41 مليون طن ينتج في الصين فقط و هو ما يمثل قرابة 60 % من الإنتاج العالمي،
- الأنواع المنتجة الرئيسية من الطحالب البحرية تشمل: عشب البحر *Undaria pinnatifida*، البورفيرا *Porphyra*، الجراسيلاريا *Gracilaria*، *Sargassum fusiforme* و ما إلى ذلك،
- ناتج إجمالي إنتاج الطحالب البحرية تمثل حوالي 10 % من إنتاج الصين للأنواع المستزرعة بحريا،
- الطحالب كائنات ذاتية التغذية و هي قادرة على المساعدة في استعادة البيئة الايكولوجية البحرية (خصوصا في البيئة غنية التغذية)، و تلعب دورا مهما في تحسين جودة المياه في مناطق المياه البحرية البعيدة، لذا فتطوير صناعة زراعة الطحالب البحرية تحمل معنى كبيرا للحفاظ على توازن بيئة المحيطات و تعزيز التنمية المستدامة لصناعة زراعة الأحياء البحرية،
- هناك أكثر من 20 نوعا من الطحالب البحرية الكبيرة تنتمي إلى أكثر من 10 أجناس يتم زراعتها في العالم،
- تعتبر قارة آسيا هي المنطقة الأكثر تقدما في صناعة زراعة الطحالب و يهتل انتاجها حوالي 90 % من إجمالي الإنتاج العالمي،
- الصين هي أكبر دولة في مجال زراعة الطحالب تليها اليابان، كوريا، الفلبين و بعض الدول الآسيوية الأخرى، و منذ التسعينات تمتعت تشيلي بتطور سريع في زراعة الجراسيلاريا،
- تشمل صناعة زراعة الطحالب و الصناعات المرتبطة بها مثل الصناعة التحويلية، الصناعات الغذائية و صناعة الأدوية إلخ مولدة بذلك فوائد إقتصادية و إجتماعية و بيئية هائلة، و هذه الصناعات لا تزال تظهر زخم و قوة النمو المستدام،
- في مجال زراعة الطحالب بلغ إنتاج الصين السنوي من الاسبيرولينا 2000 طن (وزن جاف) و هو ما يمثل حوالي 50 % من الإنتاج العالمي و هناك أيضا من مسحوق طحلب الديونيلا *Dunaliella salina* إنتاج سنوي يصل إلى 40 – 50 طن (وزن جاف).
- هناك نوعان من العقبات لتنمية زراعة الطحالب:
- إحداهما: زراعة الأنواع الممتازة من الطحالب،
- ثانيها: أن الأصل الوراثي لبعض أنواع الطحالب لا تزال تأتي من الطبيعة أو مسيطر عليها من قبل الآخرين،
- و لذلك فإن اتجاه البحوث المستقبلية لصناعات زراعة الطحالب هي تطوير أصناف جديدة و تربية الأنواع الممتازة.

□ استخدام الطحالب كمواد غذائية وفي تصنيع الأدوية

- للطحالب نكهة و قيمة غذائية فريدة و الاستهلاك المتكرر لها مفيد لصحة الإنسان، لدى كثير من البلدان عادة استهلاك الطحالب و خاصة في اليابان حيث لا يستطيعون العيش بدون الطحالب في وجباتهم اليومية،
- وفقا للتقارير العالمية اليابان هي أكبر مستهلك للطحالب في العالم حيث أن نصيب الفرد من الاستهلاك اليومي من الطحالب يصل ل 5.5 جم تليها كوريا بينما في الصين فالاستهلاك اليومي للفرد الواحد من الطحالب أقل من 1 جم،
- الطحالب تعيش في مياه البحر الغنية بالعناصر المعدنية و البعض منها لها القدرة على جمع العناصر المعدنية، لذا كثير من الطحالب غنية بالمعادن و يمكن أن تبلغ إجمالي نسبة المعادن في الطحالب 0.8 – 1.8 % من الوزن الجاف لخلاياها و هو غير مناظر لغيرها من الأطعمة، بالإضافة إلى غناها (بالبروتين، السكريات المتعددة، الفيتامينات و الأحماض الدهنية غير المشبعة)،
- للطحالب العديد من الفوائد مثل (مضاد للسرطان، تحسن مناعة الإنسان، مضاد للحساسية، حماية الكبد، خفض الدهون في الدم و ما إلى ذلك)،
- الطحالب غنية بالألياف التي يمكن أن تعزز حركة الأمعاء و زيادة إفرازات غدد الجهاز الهضمي، امتصاص و طرد المواد السامة من جسم الإنسان،
- وظائف أخرى للطحالب تشمل (الوقاية من الإمساك ، سرطان الأمعاء و الوقاية من تصلب الشرايين)،
- الطحالب تحتوي على مواد معدنية كثيرة مثل (الكالسيوم، الحديد، البوتاسيوم، الصوديوم، المغنيسيوم، اليود، السيلينيوم و ما إلى ذلك)،
- الاستهلاك المنتظم لمنتجات الطحالب تنظم بفعالية قيمة درجة الحموضة في الدم و تجنب الإفراط في العناصر القلوية (الكالسيوم و الزنك) في الجسم بسبب تعادلها مع العناصر الحامضية،
- مع أنماط الحياة غير الصحية و مع الشيخوخة فكثير من الناس في الوقت الحاضر يواجهون مشاكل الدهون في الدم، ارتفاع ضغط الدم، السكري، الأورام الخبيثة و مشكلة انخفاض المناعة،
- المنتجات الصحية من الطحالب لها آثار جيدة جدا في الحد من الدهون ، مستويات السكر ، تحسين المناعة و مقاومة السرطان و بالتالي الطلب الكبير في السوق و من الضروري تطوير مختلف منتجات الرعاية الصحية من الطحالب مع صيغة مصممة بعناية، تأثير كبير، سعر معقول و سهل لمزايا الاستهلاك،
- هناك أكثر من 60 نوعا من الطحالب التي تستهلك على نطاق واسع على سبيل المثال (*Enteromorpha* و *Ulva*، *Chlorella*) في الطحالب الخضراء، (*Undaria pinnatifida*)،

الطحالب ذات القيمة الغذائية الخاصة، (*Chondrus*، *Fucus*، *Sargassum fusiforme* و *Cladosiphon*) في الطحالب البنية، (*Gloiopeltis* و *Gracilaria*، *Eucheuma*) في الطحالب الحمراء و ما إلى ذلك و كل هذه من الأطعمة ذات القيمة الغذائية الخاصة،

– الطحالب هي من الموارد البيولوجية الهامة للأدوية حيث تم تطوير العديد منها و هذا الكنز الكبير للأدوية لا يزال يتعين استغلاله،

– الطحالب تحتوي على الكاروتينات المتعددة التي تعمل إلى جانب الأصباغ التابعة لعملية التمثيل الضوئي كذلك كسلانف لفيتامين A كما أنها تحتوي على المواد النشطة بيولوجيا التي تعمل كمضادات للأكسدة، خفض الدهون في الدم، كبح تسرطن الخلايا، مضاد لعتمة عدسة العين و تعزيز المناعة الخ و هكذا فهي واسعة التطبيق في مجالات الطب و صناعة مستحضرات التجميل،

– البوليفينولات Polyphenols هي مركبات غنية بالطحالب و تمثل 1 – 10 % من الوزن الجاف للطحالب، و هذه البوليفينولات تشمل مركبات البروم الفينولية في الطحالب الحمراء و الطحالب البنية و ما إلى ذلك،

– و لديها تأثير الكبح الجرثومي فضلا عن الحد من أنشطة الأميليز و انزيم الخل و الأمينات العضوية في الطحالب لها قدرة حجب الأشعة فوق البنفسجية و توجد أيضا العديد من المواد الحيوية النشطة في البوليسكاريد، البروتين و الأحماض الدهنية غير المشبعة،

– الطحالب الخضراء المزرقة *Spirulina Arthrospira* بسبب محتواها العالي من الفيكوسيانين

phycoeyanin، السكريات العديدة و الكاروتين لها فعالية تحسين المناعة، كبح الاورام، تحسين وظائف كريات الدم البيضاء فضلا عن تنظيم ضغط الدم و خفض مستوى الدهون الخ،

– حيث تم تطويرها إلى العديد من أنواع الأدوية و عشبة البحر بجانب استهلاكها كغذاء يمكن استخدامها كدواء أيضا و لها وظائف تذويب البلغم، تليين الصلابة و تشتيت الركود و الجمود،

– للبورفيريا تأثير في خفض درجة الحرارة و الحمى و التسبب في إدرار البول فضلا عن الحد من البلغم و تليين الصلابة،

– العلوم الطبية الحديثة أثبتت أيضا أن البورفيريا يمكن أن تساعد في خفض مستوى الكوليسترول في

الدم و تليين الأوعية الدموية كذلك لها وظيفة إيجابية في تنمية العصب القحفي و مكافحة فقر الدم الخبيث الخ.

صناعة الغروايات الطحلبية:

– غالبا ما ترتبط الطحالب بصناعة الغروايات و يستخرج الالجين algin من الطحالب البنية كأحد

المنتجات الرئيسية في صناعة الغروايات، الأجار و الكاراجينان من الطحالب الحمراء،

– الإنتاج العالمي الحالي من الألبين حوالي 27000 طن، الأجار 11000 طن، الكاراجينان 15000 طن مع قيمة إنتاج إجمالية بأكثر من 500 مليون دولار و قد ثبتت سلامة المواد الغذائية و الطبية للأجار منذ عدة مئات من السنين في العديد من البلدان،

– في الوقت الحاضر يتم استخراج الألبين أساسا من عشبة البحر و الأجار من الجراسيلاريا *Gracilaria*، الجليديوم *Gelidium* و البورفيرا *Porphyra* و الكاراجينان من اليوكيما *Euclima* بسبب التركيب و الوظائف الخاصة للغرويات الطحلبية فإنها تستخدم على نطاق واسع في مجالات البحث العلمي و الصناعات على سبيل المثال في الأغذية، المنسوجات، صناعة الورق، مستحضرات التجميل، الأدوية، المخمرات و معالجة مياه الصرف الصحي الخ.

□ تطبيقات الطحالب في الزراعة

– في السنوات الأخيرة فإن التأثير السلبي للأسمدة على التربة تزايد على نحو خطير و بالتالي هناك تطورات سريعة في دراسة و تطبيق الطحالب كسماد و يتم استخدام الطحالب على نطاق واسع على الصعيد الدولي كمحفزات لنمو المحاصيل،

– الطحالب تحتوي على العديد من منظمات نمو النبات بالإضافة إلى هرمونات النبات الخمس الشائعة أى السيتوكاينين، الأوكسين، الجيبريلين، حمض الأبسيسيك و الإثيلين كذلك تحتوي على البيتين، اللكتين، البوليامين و مواد حيوية نشطة أخرى يمكن أن تحفز النبات على النمو و يمكن أيضا استخدام الطحالب و مستخلصاتها كمواد حافظة للفواكه، مبيدات عضوية و التي يمكن أن تحسن مقاومة المحاصيل للأمراض و الآفات.

① الطحالب كمصدر للطاقة النظيفة لحماية البيئة:

– مع التطور الصناعي فقد استهلكت كميات كبيرة من الوقود الأحفوري غير المتجدد الذى أدى إلى الاستنزاف المتزايد للطاقة و تسبب في ظاهرة الإحتباس الحراري العالمي و التلوث البيئي، بجانب الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، طاقة المد و الجزر فالهيدروجين هو أيضا مصدر مثالي للطاقة النظيفة،

– منذ الإعلان عن إنتاج الهيدروجين الحيوي بواسطة العالم ناكامورا Nakamura عام 1937 تم إيجاد العديد من أنواع البكتيريا و الطحالب التي لديها القدرة على توليد الهيدروجين، لأن الطحالب سهلة الزراعة فأنها تبشر للاستخدام لإنتاج الهيدروجين لتوليد الطاقة و توفير نهج فعال لتحل محل الوقود الأحفوري بالإضافة إلى ذلك يمكن استزراع الطحالب الغنية بالدهون و استخدامها كوقود،

– في السنوات ال 100 الماضية و بسبب استخدام الوقود الأحفوري بكميات كبيرة فإن تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي أخذ في الإرتفاع مما أدى إلى التغيرات المناخية العالمية و حدوث الكوارث الطبيعية الخطرة، و أهم وسيلة للحد من تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي هو التمثيل الضوئي للنبات حيث يتم تحويل الكربون غير العضوي إلى الكربون العضوي،

- المحيطات تغطي 71 % من سطح الأرض، و يمكن للطحالب إنتاج 375 طن من الكربون العضوي للكيلومتر المربع في السنة،
- بالنسبة لإنتاج الطحالب الكبيرة فكل طن واحد من الطحالب (وزن جاف) تستهلك 0.36 طن من الكربون و بالتالي أهمية الطحالب في تداول الكربون في الأرض هو واضح و الجدير بالذكر هو أن كفاءة إنتاج الكربون العضوي من العوالق النباتية هي أعلى بكثير من ذلك التي للطحالب الكبيرة.

الغذاء الطبيعي ليرقات الأسماك البحرية

مقدمة

– تعد وحدة الغذاء الطبيعي وحدة أساسية في المفرخات البحرية، سواء كان هذا الغذاء فيتوبلانكتون (هائمات نباتية) أوزوبلانكتون (هائمات حيوانية) حيث أنه ضروريا في تغذية يرقات الأسماك البحرية لأنه ذات قيمة غذائية عالية و من ناحية أخرى موفر لتكاليف الغذاء الصناعي،

– و من المعروف أن اليرقات تمثل أهم و أخطر مراحل الأستزراع على الإطلاق، لذلك من الضروري ألقاء الضوء على هذه الكائنات الدقيقة التي تستخدم في غذاء يرقات الأسماك و خاصة الأسماك البحرية،

– يتم التدخل بالغذاء الطبيعي في المراحل الأولى ليرقات العديد من الأسماك البحرية مثل يرقات أسماك (الدينيس، القاروص، الهامور و الجمبرى) و العديد من الأسماك الأخرى،

– من أهم أنواع الهائمات الحيوانية التي تستخدم في المراحل الأولى لتغذية يرقات الأسماك البحرية **الروتيفر**: و خاصة *rotifer Brachionus plicatilis* و ذلك لصغر حجمها و بطء سرعة سباحتها و تتواجد عالقة في عمود الماء و كذلك لكثافتها العالية حيث ممكن تصل كثافتها في المفرخات (800 –1000 روتيفر / مللى) و ذلك لخصوبتها العالية و في بعض الأحيان تعد عامل لنقل العلاجات لليرقات و العوامل الغذائية المختلفة،

– **الأرتيميا**: تلي الروتيفر في مراحل التغذية، الأرتيميا قد تتواجد في الأسواق في صورة معلبة و مجففة،

– **الطحالب الدقيقة**: التي تستخدم لانتاج الروتيفر حيث أنه يتغذى عليها.

بعض الكائنات الدقيقة للغذاء الطبيعي

الطحالب الدقيقة

– الطحالب المستخدمة في المفرخات البحرية هي طحالب أحادية الخلية، و تستخدم أما بطريقة مباشرة في تغذية يرقات الأسماك البحرية مثل: الرخويات و القشريات و أما بصورة غير مباشرة في تغذية الهائمات الحيوانية (الزوبلانكتون) التي تستخدم لتغذية يرقات الأسماك البحرية،

– وجود الطحالب في الأحواض (التانكات) الخاصة باليرقات سواء كغذاء مباشر أو كغذاء للهائمات تعمل على تحفيز المناعة لليرقات كذلك تعمل كمحسن لخواص المياه و تحد من الحمل البكتيري للماء بجانب خفض معدل تركيز النيتروجين و الفوسفات لأنها تعتمد عليهما في نموها،

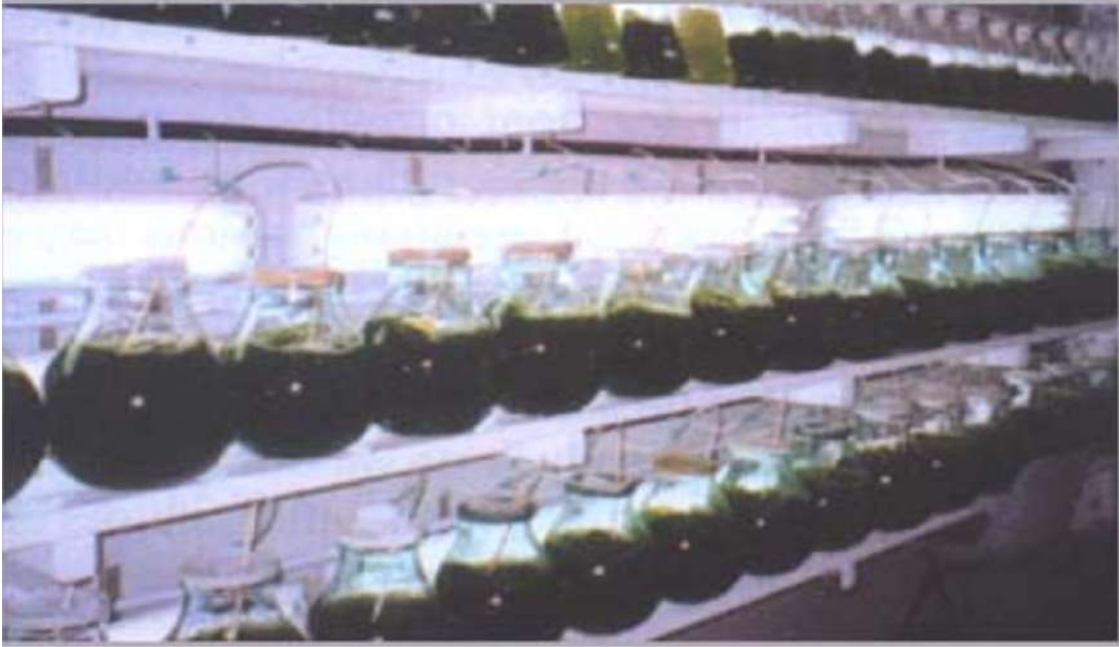
– معايير الاستخدام و الإعتماد على أنواع الطحالب الدقيقة كمصدر للغذاء الطبيعي في المفرخات، القيمة الغذائية العالية التي توفرها لكلا من اليرقات و الروتيفر، غير سامة، سهلة التمثيل و الهضم و

تستطيع أن تلتقطها الروتيفر بسهولة، لديها قدرة عالية على التكيف وسهلة التنمية بكثافات عالية، إرتفاع معدل التكاثر في وسط غذائي مناسب، القدرة على إنتاج كميات ضخمة،

□ من أهم أنواع الطحالب التي تستخدم في المفرخات البحرية:

Nannochloropsis gaditana, *Nannochloropsis oculata*, *Tetraselmis suecica*,
Isochrysis sp., *Chaetoceros calcitrans*, *Chlorella sp.*

– لكي ننتج الغذاء الحي بوحدة التفريخ يجب الحصول على الطحالب في صورة سلالات نقية، ويتم الحصول عليها من المفرخات الكبرى أو من أماكن متخصصة لعزل و تنقية و تصنيف الطحالب، و تتم تنمية الطحالب بكثافات عالية و ذلك لتوفيرها بصفة مستمرة مع مراعاة المحافظة عليها نقية بعيدة عن أى تلوث.



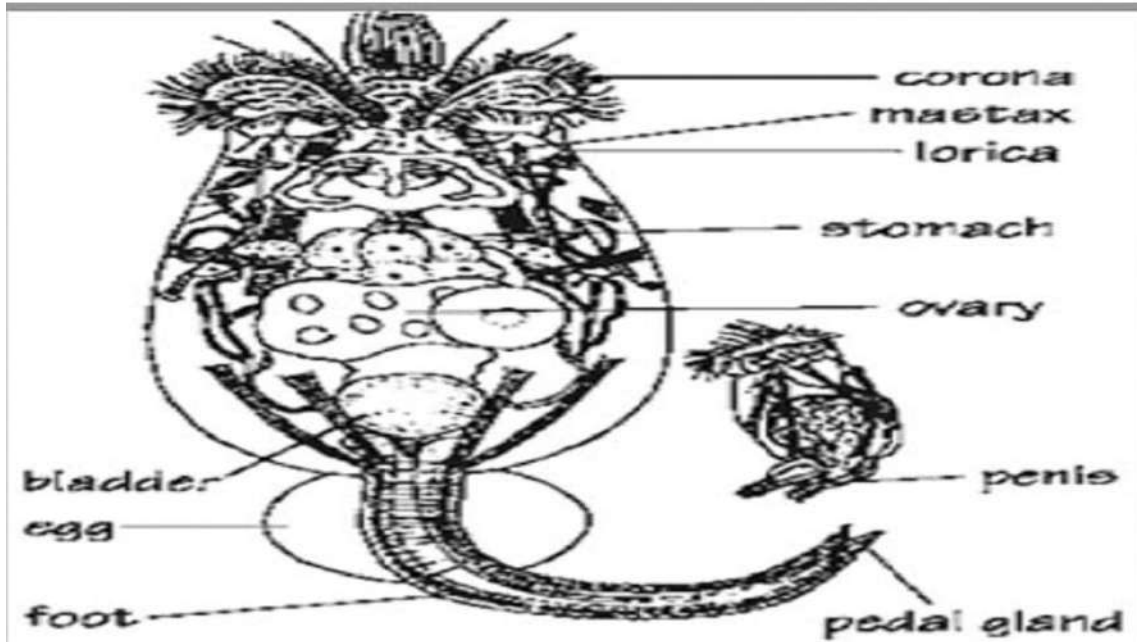
في المرحلة الاولى لإنتاج طحالب نقية

⊙ الروتيفر

- من أصغر الهائمات الحيوانية حجما، يستخدم الالتفاف في الحركة لذلك سمي بالروتيفر،
- *Plicatilis Brachionus* من أهم أنواع الروتيفر المستخدم في المفرخات البحرية، الطبقة الخارجية للروتيفر (Epidermis) تتكون من طبقة كثيفة من الكرياتين تسمى lorica.
- جسم الروتيفر ينقسم إلى ثلاث أجزاء رئيسية: (الرأس، الجذع و القدم)
- ينقسم هذا الروتيفر ظاهريا إلى نوعين رئيسيين تبعا لطول الـ lorica:

– النوع الأول (S type): يتراوح طول الـ lorica ما بين (100 – 210 ميكرون)، و هو نوع مناسب لغذاء يرقات الأسماك التي فتحة فيها تكون أصغر من 100 ميكرون كبدائية للتغذية مثل أسماك القاروص – أسماك الأرنب،

– النوع الثاني (L type): يتراوح طول الـ lorica ما بين (130 – 340 ميكرون)،
– الروتيفر يعتبر مرشح غذائي حيث يستطيع التقاط الكائنات الدقيقة التي يصل حجمها إلى 30 ميكرون مثل (البكتيريا – الطحالب – الخميرة – البروتوزوا)،
– تستخدم خميرة الخبز *Saccaromyces cerevisiae* كعامل أساسي بجانب الطحالب لتنمية الروتيفر بكثافات عالية وذلك لرفع القيمة الغذائية ومساعدة الروتيفر على التكاثر، و قبل حصاد الروتيفر يتم تغذيتها بأعلاف لاستكمال نموها.

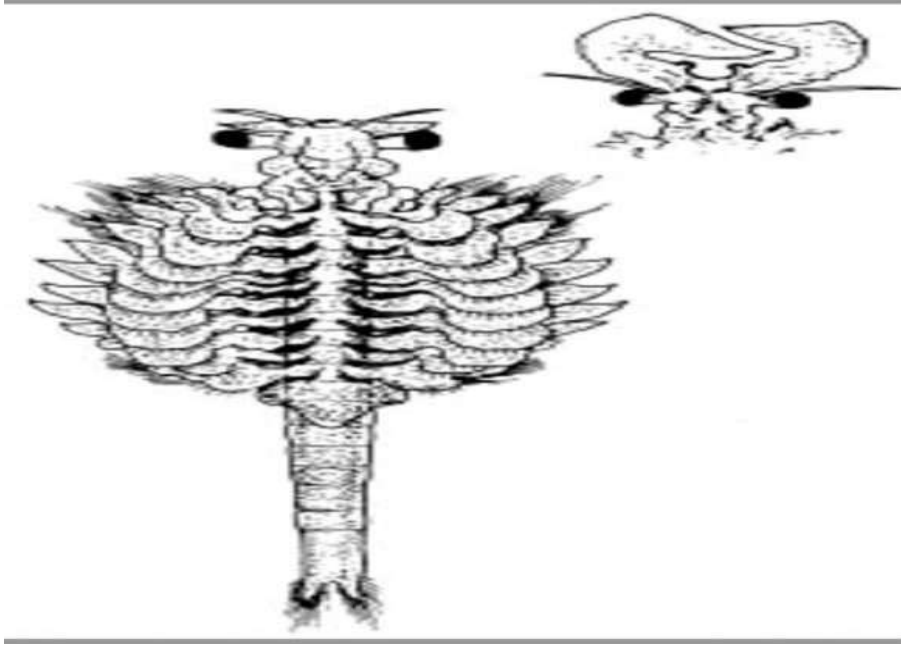


روتيفر - Rotifer

⊙ الأرتيميا

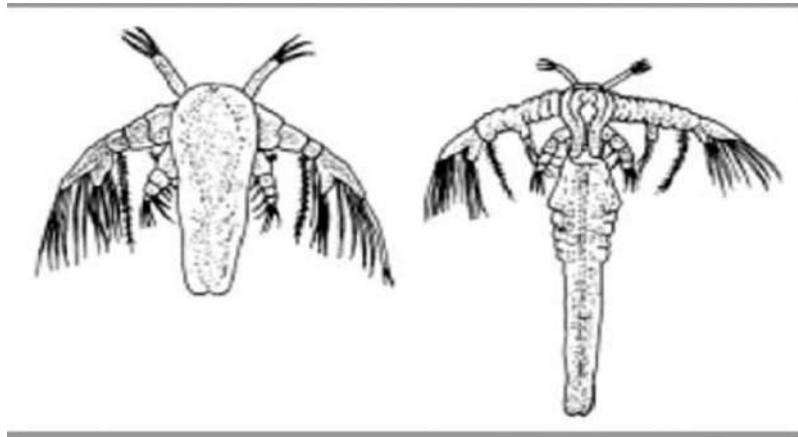
– مع تقدم اليرقات البحرية في العمر يزداد حجم فتحة الفم، فيتم الاستعاضة تدريجياً عن الروتيفر بالأرتيميا (*Artemia salina*) nauplii في حجم صغير و قبل عملية الفطام يتم تقديم الأرتيميا لليرقات في حجم أكبر *Artemia metanauplii* حيث تكون يرقات الأسماك في حجم أكبر،
– تعتبر الأرتيميا فريسة و غذاء ممتاز لليرقات البحرية كبيرة الحجم لاحتوائها على قيمة غذائية عالية، و كذلك لقصر دورة تكاثرها مما يجعلها متوافرة و يسهل إنتاجها على نطاق تجارى واسع،

– تتواجد الأرتيميا في جميع أنحاء العالم في البحار، البحيرات و البرك في أوقات معينة من السنة تتواجد كتجمعات كبيرة بنية قد يبلغ قطرها (من 200 إلى 300 متر) تتواجد طافية فوق سطح الماء و تتقدم إلى الشاطئ بفعل الرياح و الأمواج،
– تتغذى الأرتيميا على أنواع معينة من الطحالب مناسبة لها لاستكمال نموها.



أرتيميا- Artemia

– هناك مرحلتين من نمو الأرتيميا:
– المرحلة الأولى: Nauplii و هي التحضين لمدة 24 ساعة عند درجة حرارة 30 درجة مئوية في المياه المالحة تحت ضوء قوى و تهوية،
– المرحلة الثانية: Metanauplii و فيها يتم زيادة فترة التحضين من 12 إلى 24 ساعة إضافية لأستكمال نمو الأرتيميا.



Nauplius and metanauplius

- تأخذ تنمية الكتلة الحية بعض الأيام، بعد ذلك يتم حصدها و تغذية اليرقات عليها مباشرة أو تجمد و تستخدم وقت الحاجة،
- تمتاز الارتيما *Artemia naupli* بسهولة إنتاجها، تعتبر فريسة سهلة مستساغة بالنسبة ليرقات الأسماك البحرية و كذلك يمكن تجميعها بسهولة من على سطح مياه البحر.



الحصاد اليدوي للآرتيميا من على سطح الماء

الدياتومات و مفرخات الجمبري الفانمي

مقدمة

– الجمبري الفانمي (*Litopenaeus vannamei*) و يطلق عليه أيضا الجمبري ذو الساق البيضاء هو أكثر الأنواع شيوعا و التي يتم تربيتها في الأنظمة المكثفة كما في فيتنام و جميع أنحاء العالم.

مزايا الجمبري الفانمي:

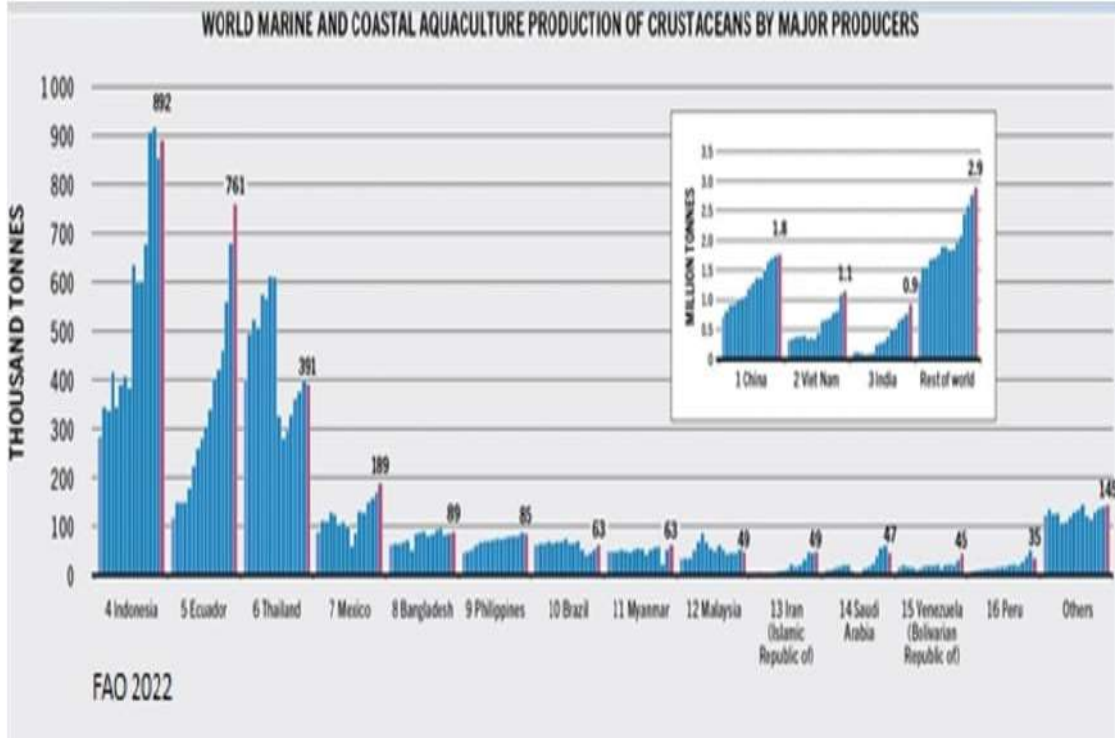
– أصبح هناك اهتمام عالمي باستزراع الجمبري الفانمي لقدرته على تحمل مدى واسع من الملوحة، مقاومته للأمراض، النمو السريع و تحمله للتكثيف.



– يذكر أن الإنتاج العالمي من القشريات من المصيد البحري و الاستزراع بلغ 11 مليون طن، سجل إنتاج قارة أفريقيا 7600 طن،

– بلغ إنتاج الجمبري الفانمي ما يقرب من 50 % (5.8 مليون طن) من الإنتاج العالمي،

– تعد الصين الأعلى إنتاجا بكمية تقدر ب 1.4 مليون تليها فيتنام ب 1.1 مليون ثم الهند ب 0.9 مليون، باقي العالم 2.9 مليون طن (الفاو 2022).

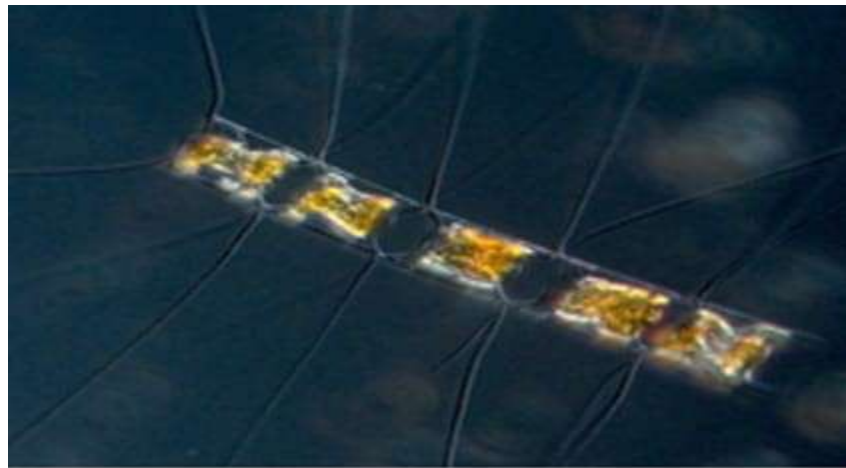


الانتاج العالمي البحري و الاستزراع الساحلي من القشريات بالدول الاكثر إنتاجا

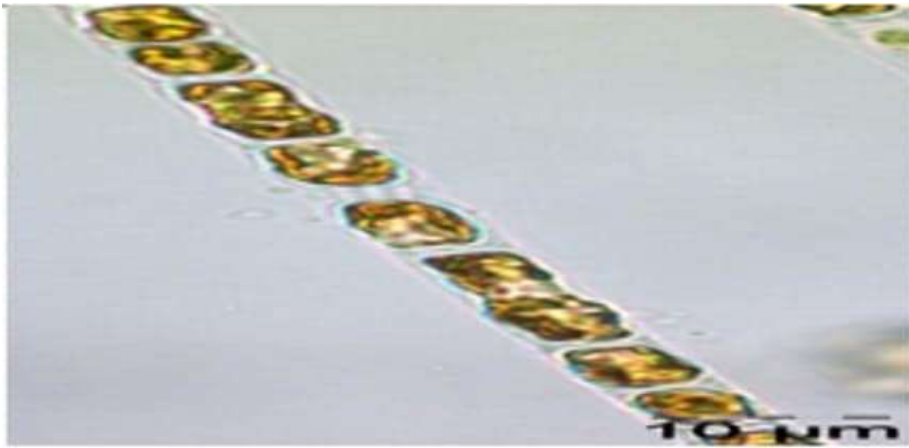
الغذاء الطبيعي للمراحل الأولى في مفرخات الجمبري

- للحصول على يرقات ذات مناعة عالية، يجب تقديم غذاء طبيعي مناسب و متوازن في المراحل الأولى للجمبري بعد مرحلة الفقس (منظمة الأغذية و الزراعة 2007)،
 - نوع الطحالب المستخدمة في التغذية له دورا هاما في تطور اليرقات و نموها و معدل بقائها،
 - بجانب قدرتها على إنتاج الأوكسجين مما يحسن جودة المياه.
- من أهم أنواع الطحالب الدقيقة المستخدمة في مفرخات الجمبري:

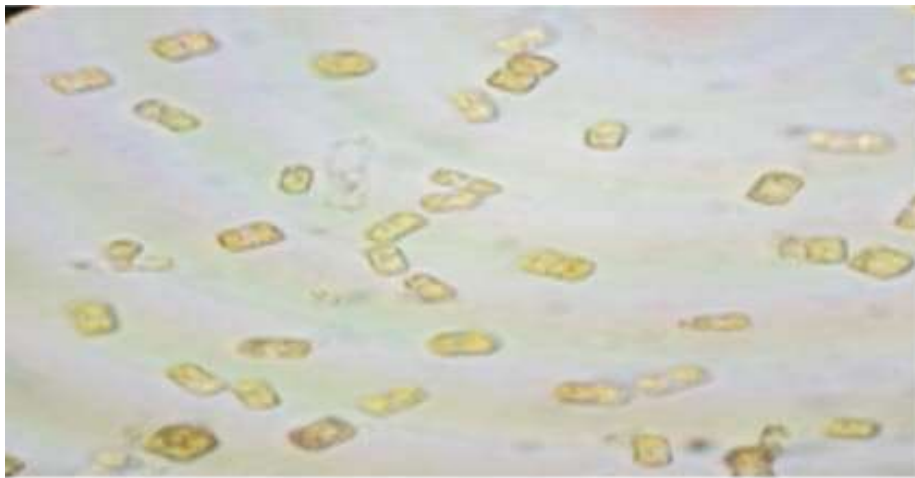
Chlorella و *Chaetoceros*, *Skeletonema*, *Thalassiosira*, *Tetraselmis*



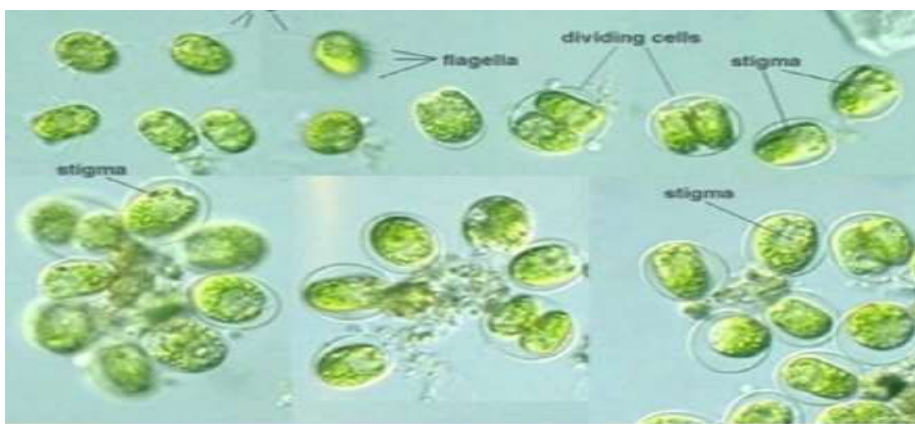
Chaetoceros



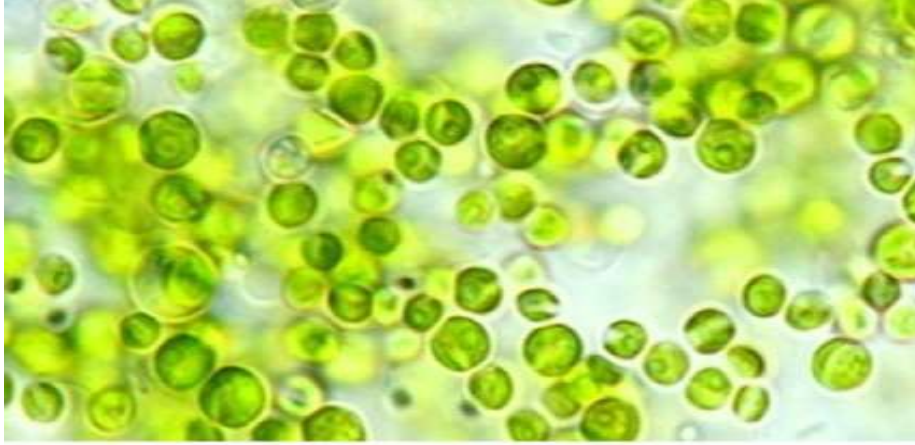
Skeletonema



Thalassiosira



Tetraselmis



Chlorella

*** الدياتومات Diatoms**

– يتم الاعتماد على الدياتومات في مفرخات الجمبري و خاصة استخدام *Chaetoceros sp.* و *Thalassiosira sp.*

*** مميزات الدياتومات:**

- صغر حجمها، سرعة نموها، قيمتها الغذائية العالية لاحتوائها على نسبة عالية من البروتين، الكربوهيدرات و الأملاح المعدنية، كما أنها تحفز الإنزيمات الهاضمة ليرقات الجمبري (التربيين بشكل أساسي) لتعزيز معدل النمو،
- مصدر غني للأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة (PUFAs) مثل حمض إيكوسابنتاينويك (EPA) و حمض الدوكوساهيكسانويك (DHA)،
- مصدر (ω-3) من PUFAs طويلة السلسلة التي تعتمد عليه اليرقات في المراحل الأولى لنموها للحفاظ على أقصى قدر من النمو.
- تساعد على تشكيل الكيتين المكون للهيكل الخارجي للجمبري.



شكل معمل تنمية الطحالب بالمفرخ البحري



معمل تنمية الدياتومات بداخل مفرخ الجمبري

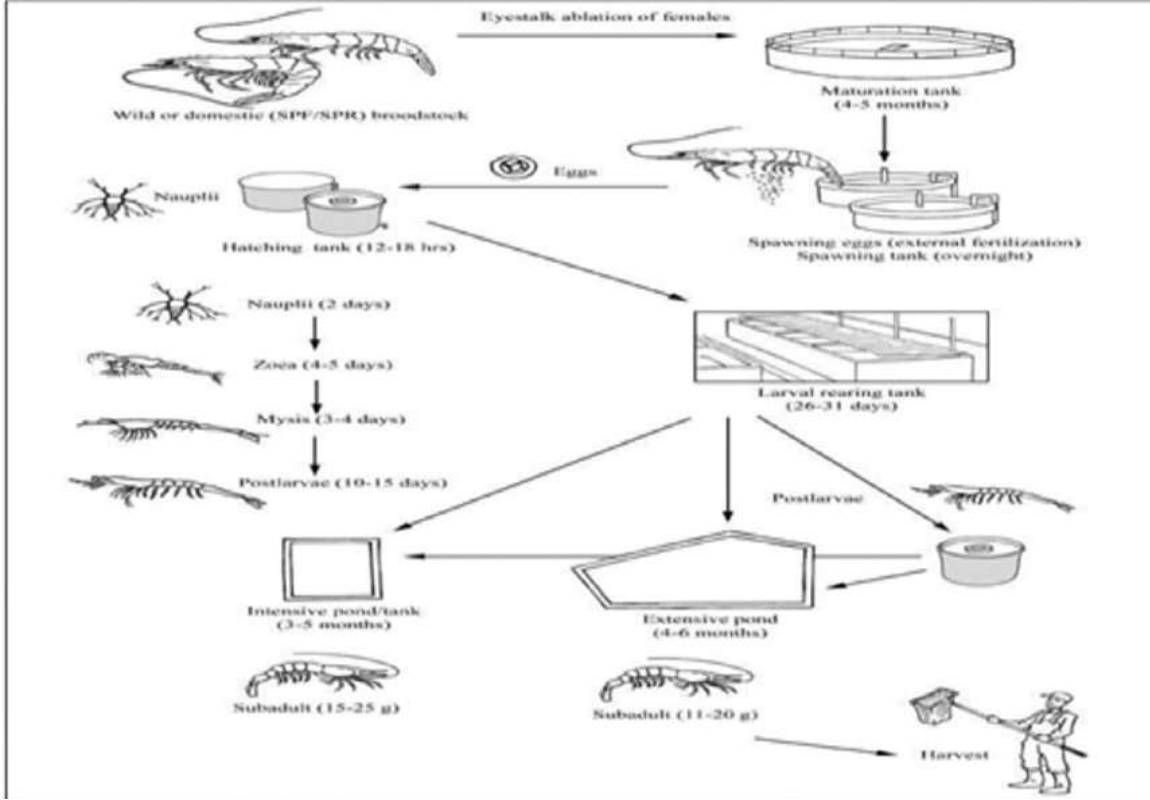
الصبغات التي تتواجد في الدياتومات و التي تعطيها لونها المميز:

fucoxanthin بجانب carotenoids مثل β -carotene و Chlorophyll - a - c ، xanthophylls .

التغذية في مفرخ الجمبري الفانمي

- 1- بعد التزاوج بين الأنثى و الذكر الجمبري الفانمي تنتج ال *napulii* التي تتغذى على كيس المح،
- 2- بعد ذلك تبدأ مرحلة *Zoae 1*، توضع 200 *napulii* / لتر و نبدأ بإدخال الدياتومات *Chaetoceros* أو *Thalassiosira* بمقدار 1055 خلية للملي و يستمر الغذاء بهذه الكمية خلال *Zoae 2* و *Zoae 3*،
- 3- في مرحلة ال *Zoae 3* نبدأ بإدخال علف حجمه 1 ميكرون عالي البروتين (45%) مضافا إليه فيتامين سي - Vitamin C و بروبيوتك و هذا مع وجود الدياتومات،
- 4- ثم تبدأ مرحلة جديدة تسمى *mysis 1* نبدأ بإدخال الأرتيميا مقلصة و ميتة مع وجود الدياتومات الموجودة بالحاوية،
- 5- بعد ذلك في مرحلتي *mysis 2* و *mysis 3* ندخل *Artimea* الحية + العلف بنسبة بروتين 45% مع فيتامين سي، و بروبيوتك (7 أيام)،

6- بعد ذلك تبدأ مرحلة الفطام و ندخل في مرحلة PL 12 : PL 1 تأخذ 13 يوم.



رسم يوضح مراحل النمو في الجمبري

٥ تجربة تطبيقية

– في أحد المفرخات البحرية بمصر، تم تغذية الجمبري الفانمي على نوعين من الدياتومات و هما:

Thalassiosira و *Chaetoceros*

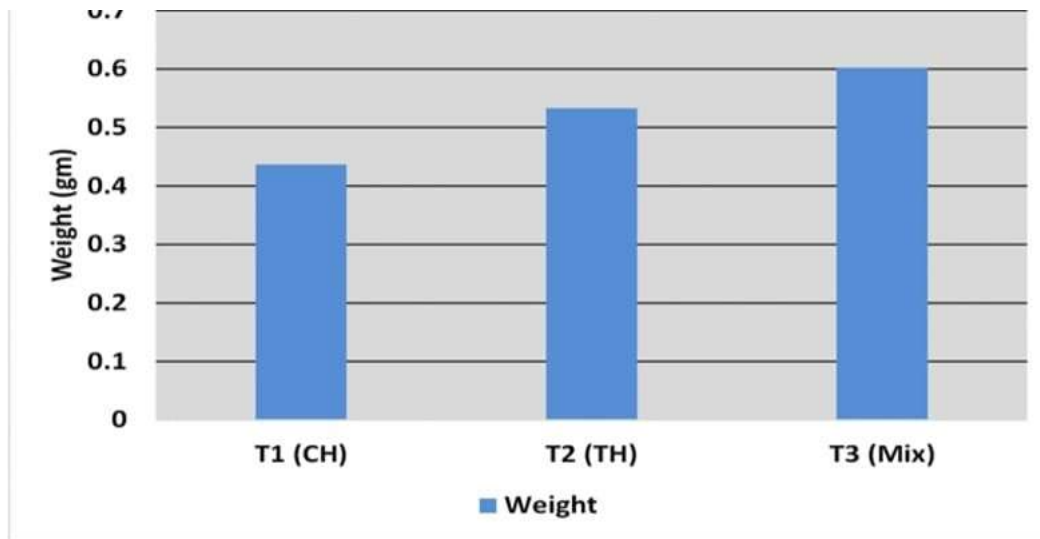
– حيث تم التغذية على كل طحلب منفردا و في المعاملة الثالثة تم التغذية على خليط من النوعين معا و كانت النتيجة كما هي موضحة بالجدول:

– أوضحت النتائج أن التغذية على الخليط أعطى أعلى نسبة حي (89.16%)، و سجل وزن الجسم ليرقات الجمبري الافضل أيضا.

Survival rate (%) of *L. vannamei* on different diets.

Survival rate (%)	<i>C. calcitran</i> (T1)	<i>T. weissflogi</i> (T2)	Mix (T3)
Zoe 1	87.68 ^b ±1.34	84.26 ^c ± 5.30	89.16 ^b ± 1.41
Zoe 2	77.94 ^a ± 1.05	69.82 ^b ± 7.01	68.46 ^b ± 0.27
Zoe 3	60.22 ^a ± 1.74	45.97 ^b ± 2.80	61.40 ^b ± 0.81

نسبة الحي بعد تغذية يرقات الحمبري الفانمي على نوع منفرد من الدياتوم و خليط منهما معا



Body weight of *L. vannamei* with different diatoms at post larvae phase.

وزن يرقات الحمبري بعد التغذية على نوع منفرد من الدياتوم و خليط منهما

– سجلت نسبة البروتين في ال *Chaetoceros sp* من 30 : 37 % و الدهون من 21 : 30 %، بينما في *Thalassiosira* تراوحت نسبة البروتين من 33 : 42 % و الدهون من 17 : 25 %.

الهائمات الحيوانية – الزوبلانكتون

مقدمة

- الهائمات الحيوانية هي أعداد لا تعد و لا تحصى من الكائنات المتنوعة، حيوانات عائمة و منجرفة ذات قوة حركية محدودة،
- العوالق الحيوانية الأغلبية منهم أشكالها مجهرية أو أحادية الخلية أو متعددة الخلايا يتراوح حجمها من عدد قليل من ميكرون إلى ملليمتر أو أكثر، بالإضافة إلى الاختلافات في الحجم، هناك اختلافات في السمات المورفولوجية و الموقع،
- تلعب العوالق الحيوانية دورا مهما في دراسة التنوع الحيوي الحيواني في البيئة المائية،
- تشمل ممثلين عن كل أصناف المملكة الحيوانية، و توجد في البيئة السطحية إما كحشرات بالغة (العوالق المجسمة) أو البيض و اليرقات (الميروبلانكتون)،
- √ من خلال الوفرة الهائلة في كلا النوعين و أنواعهما بوجودها على أعماق متفاوتة، يتم استخدام العوالق الحيوانية لتقييم نقل الطاقة على المستوى الغذائي الثانوي،
- √ تتغذى على العوالق النباتية و تسهل تحويل المواد النباتية إلى أنسجة حيوانية و تشكل بدورها الغذاء الأساسي للحيوانات العليا بما في ذلك الأسماك، و خاصة يرقاتها،
- √ العوالق الحيوانية يؤثر وجودها و توزيعها على إمكانات مصايد الأسماك السطحية،
- √ الأسماك في الغالب تتكاثر في المناطق التي تكثر فيها هذه الكائنات العالقة حتى تتمكن صغارها من الحصول على الغذاء الكافي للبقاء و النمو،
- √ بعض من هذه الكائنات قادرة على تركيز النظائر المشعة و يمكن أن تكون بمثابة مؤشر لملوثات معينة، و التي تعد دراستها مهمة لعلوم البيئة البحرية،
- √ تعد العوالق الحيوانية أكثر تنوعا مقارنة بالعوالق النباتية، و يتأثر تنوعها في أي نظام بيئي مائي بشكل أساسي بالعوامل البيئية، الهجرة العمودية النهارية و المواسم،
- √ تقييم العوالق الحيوانية يعتمد في أي منطقة معينة إلى حد كبير على استخدام منهجية العوالق الحيوانية الصحيحة التي تتضمن جمع العينات، التثبيت، الحفظ و تحليل البيانات.

1- طرق الجمع

- * تتضمن عملية جمع العوالق الحيوانية في المقام الأول ترشيح المياه عن طريق الشباك، جمع المياه في زجاجات، أجهزة أخذ عينات المياه أو عن طريق المضخات،
- * نجاح أخذ العينات يعتمد إلى حد كبير على اختيار الأدوات المناسبة، حجم فتحات الشبكة، وقت الجمع، عمق المياه في منطقة الدراسة و استراتيجية أخذ العينات.

– هناك ثلاثة طرق رئيسية لجمع العوالق الحيوانية، و هي كما يلي:

1- الزجاجات / أجهزة أخذ عينات المياه:

– تُستخدم هذه الطريقة بشكل أساسي لجمع الأشكال الصغيرة أو العوالق الحيوانية الدقيقة،
– يتم جمع المياه في موقع أخذ العينات في زجاجات أو أجهزة أخذ عينات المياه سعة من 5 - 20 لتر
يفضل أن تكون الزجاجات معقمة،

– يمكن جمع المياه السطحية عن طريق وضع الماء في زجاجة ذات حجم مناسب،
– أثناء جمع عينات المياه، يجب أن يكون هناك حد أدنى من اضطراب المياه، يجمع الماء بهدوء لمنع
هروب العوالق أو أجهزة أخذ عينات المياه ذات الإغلاق (زجاجات Von Dorn)

– تُستخدم الآليات بشكل شائع للحصول على عينات من الأعماق المطلوبة و يتم بعد ذلك تركيز
العوالق الحيوانية الدقيقة عن طريق السماح لها بالاستقرار أو الطرد المركزي أو الترشيح الدقيق.
* **ميزة هذه الطريقة:** سهولة التشغيل و أعماق أخذ العينات معروفة بدقة،
* **عيوب هذه الطريقة:** كمية المياه التي يتم تصفيتها قليل، عادة لا يتم جمع العوالق الكبيرة و الأشكال
النادرة بهذه الطريقة، و بالتالي فهي غير مناسبة للتقديرات الكمية و النوعية.

2- المضخات

– يتم استخدام المعدات عادة على متن السفينة / القارب، و يمكن أخذ العينات أيضا على الموانئ،
– في هذه الطريقة، يتم إدخال أنبوب يتم إنزالها في الماء و يتم توصيل أنبوب المخرج إلى شبكة ذات
حجم شبكي مناسب،

– و يتم غمر الشبكة بشكل خاص في خزان ذي حجم معروف،
– يتم تصفية العوالق الحيوانية من خلال الشبكة،
– يسجل مقياس المتر الموجود على المضخة حجم الماء الذي تم تصفيته،

– يتم استخدام هذه الطريقة للتقدير الكمي و دراسة التوزيع على نطاق صغير من العوالق،
* **مميزات هذه الطريقة:** أن حجم المياه التي يتم ضخها معروف و أخذ العينات المستمر ممكن،
* **عيوب هذه الطريقة:** مقاومة احتكاك عينة الماء في الخرطوم يمكن أن يسبب اضطرابا مثل

الإضرار الأكبر بالهائمات خاصة الأشكال الجيلاتينية (ميدوسا، *ctenophores* ، *siphonophores*
و ما إلى ذلك،

– عمق أخذ العينات يقتصر على بضعة أمتار، من الصعب الحصول على عينات من الطبقات
العميقة.

3- الشباك

- الطريقة الأكثر شيوعا لجمع العوالق الحيوانية هي عن طريق الشبكة ، حيث كمية المياه المفلترة أكبر و الأداة مناسبة من الناحيتين النوعية و الكمية،
- الشباك المستخدمة للعوالق مختلفة الأحجام و الأنواع،
- يمكن تقسيم الشباك بشكل عام إلى فئتين:
- * **الشباك المفتوحة:** المستخدم بشكل أساسي لعمليات النقل الأفقي و المائل،
- * **الشباك المغلقة:** المزودة برسلك لتجميع عينات عمودية من الأعماق المطلوبة،
- على الرغم من الاختلافات الطفيفة، فإن شبكة العوالق مخروطية الشكل و تتكون من حلقة (صلب مرن مستدير مربع) مخروط الترشيح و دلو لتجميع مجموعة من الكائنات الحية،
- يجب أن يكون دلو التجميع قويا و سهل التركيب و الإزالة من الشبكة،
- شبك مخروط الترشيح مصنوع من الحرير أو النايلون أو غيرها من المواد الاصطناعية، يجب أن تكون المادة متينة و دقيقة و حجم المسام ثابت ذا فتحة موحدة و يجب أن تكون الشبكة مربعة،
- يؤثر حجم فتحات شبكة الشباك على نوع العوالق الحيوانية التي تجمعها،
- الشباك ذات الفتحات الدقيقة سوف تلتقط أصغر الكائنات الحية و مراحل اليرقات و بيض العوالق المختلفة و بيض الأسماك، بينما تستخدم تلك التي تحتوي على مادة شبكية خشنة لجمع العوالق الأكبر حجما و زريعة الأسماك،
- في بعض الأحيان يتم استخدام مجموعات من الشباك ذات مسام بأحجام مختلفة،
- عادةً ما يتم استخدام حجم الشبكة البالغ 0.2 مم من النايلون الأحادي لتجميع العوالق الحيوانية لتصنيفها و كميتها،
- حجم الشبكة، نوعها، طولها، مكان فتحها، سرعة القطر و وقت التجميع يحدد نوعية و كمية العوالق الحيوانية التي يتم جمعها،
- في أخذ العينات الأفقية، يتم سحب الشبكة بسرعة بطيئة عادة لمدة 5 إلى 10 دقائق،
- يجب أن تكون سرعة سحب الشبكة عند الحد الأقصى حتى تدخل كمية الماء من خلال فم الشبكة مما يؤدي لتحسين الترشيح،
- سرعة سحب الشبكة الموصى بها للعينات الأفقية هي 1.5 إلى 2.0 عقدة،
- عندما تكون سرعة السحب أبطأ، يدفع الماء خارج الشبكة و بالتالي يقلل من كفاءة الترشيح، و قد تتضرر الشبكة أيضا،

الفصل الثاني عشر

- يجب أن يتم غسل الشبكة جيدا بعد كل عملية سحب حتى يتم التخلص من أي مادة عالقة ملتصقة بها، مما يمنع الانسداد بشكل خاص عندما يكون هناك إزدهار أو عند استخدام الشبكة الدقيقة للحصول على العينات،
- يجب أيضا فحص الشباك بحثا عن أي تمزقات أو ثقوب تمر من خلالها العوالق ، مما يؤدي إلى فقدان العينة،
- بعد كل سحب عينة من العوالق الحيوانية يتم نقله إلى دورق زجاجي نظيف و جاف بسعة نصف إلى واحد لتر.

2- تثبيت العينات

- من الضروري التثبيت السليم و الحفاظ على العوالق الحيوانية بعد أخذ العينات، ينبغي أن يكون في أقرب وقت ممكن، على الأقل في غضون 5 دقائق بعد الجمع لتجنب الإضرار بأنسجة الكائنات بواسطة البكتيريا و التحلل الذاتي،
- يجب أن يكون المثبت المثالي رخيصا، لا يعمل على تآكل الكائنات أو سام،
- كاشف التثبيت و الحفظ الأكثر شيوعا هو الفورمالديهايد (4 – 5 %)،
- الفورمالين و هو المثبت الأرخص و يمكن تخزين عينات العوالق الحيوانية لعدد من السنوات،
- المثبتات الأخرى المستخدمة أحيانا هي الإيثانول و حامض البيكريك، حمض الخليك الخ،
- يجب استخدام الفورمالين النقي للتثبيت، حيث غالبا ما يكون الفورمالين التجاري ملوثا بمركبات الحديد التي تنتج راسب من هيدروكسيد الحديد الذي يجعل التعرف على العوالق الحيوانية صعب،
- يجب تخفيف الفورمالين المركز بالماء العذب و مياه البحر أو يفضل مع الماء من منطقة أخذ العينات،
- يتم التخفيف بنسبة جزء واحد من الفورمالين و 9 أجزاء من الماء العذب أو مياه البحر يجب أن يكون الرقم الهيدروجيني للمثبت حوالي 8.0،
- يوصى باستخدام مادة منظمة و الأكثر شيوعا هي البوراكس (رباعي بورات الصوديوم) أو هيكساميثيين تيتيرامين حيث تضاف بمقدار 200 جرام / واحد لتر من الفورمالين المركز،
- المثبت عادة ما يجعل العوالق الحيوانية و الأنسجة صلبة و هشّة، هناك إضافات مثل البروبالين الفينوكسيئال و البروبالين الجلسرين (2 إلى 5 %) تضاف إلى المثبتات من أجل مرونة العينات و مقاومة البكتيريا و العفن،
- الجلسرين يمنع انكماش العينات و تجفيف المادة و يحفظ ألوان العوالق الحيوانية.

3- الحفظ

– يسمح بـ 10 أيام كحد أدنى لفترات التثبيت ، بعد تثبيت العوالق الحيوانية يتم نقلها و تخزينها في حاويات محكمة الإغلاق مع كمية كافية من المواد الحافظة يجب تغيير المادة الحافظة خلال الستة أشهر الأولى،

– سيكون من الأفضل تخزين عينات العوالق الحيوانية المحفوظة في أماكن جيدة التهوية، غرفة في درجة حرارة أقل من 25 درجة مئوية،

– العينات تحفظ في زجاجات واسعة الفوهة، عليها ملصق مطبوع عالي الجودة، عليه اسم المجمع، كتابة المثبتات و المواد الحافظة المستخدمة و غيرها من المعلومات الميدانية لتكون مرجعا جاهزا في وقت تحليل العينة.

4- التحليل

1- الكتلة الحيوية

– يشير مصطلح الكتلة الحيوية إلى الوزن الحي أو كمية المادة الحية الموجودة في عينة العوالق الحيوانية،

– يتم استخدام القيمة التي تم الحصول عليها لتقييم الإنتاجية الثانوية و الإمكانيات السمكية في منطقة الدراسة.

* يتم تقدير الكتلة الحيوية بالطرق التالية:

1. الطريقة الحجمية (حجم الإزاحة و حجم الترسيب)،

2. الطريقة الوزنية (الوزن الرطب، الوزن الجاف و الوزن الجاف الخالي من الرماد)،

3. الطريقة الكيميائية

– قبل تحديد الكتلة الحيوية، يجب فصل العوالق الحيوانية الأكبر حجما مثل *medusae*,

salps, *siphonophores* *ctenophores* عن يرقات الأسماك عن عينة العوالق الحيوانية التي

تؤخذ بشكل منفصل،

– سيكون إجمالي الكتلة الحيوية هي الكتلة الحيوية للأشكال الأكبر بالإضافة إلى الكتلة الحيوية لبقية العوالق الحيوانية.

* الطريقة الحجمية

– من السهل إجراء قياسات الحجم في الموقع أو في المعمل ، حيث يتم تحديد حجم العوالق الحيوانية بواسطة طريقة حجم الإزاحة،

– في هذه الطريقة، يتم تصفية عينة العوالق الحيوانية من خلال قطعة نظيفة و جافة من الشباك، يجب أن يكون حجم فتحات الشبكة هو نفسه أو أصغر من حجم الشبكة المستخدمة لجمع العينات،

الفصل الثاني عشر

- يتم إلتخلص من الماء بين الكائنات الحية باستخدام الورق النشاف،
- يتم بعد ذلك نقل العوالق الحيوانية المرشحة باستخدام ملعقة إلى دورق قياسي به حجم معروف من الفورمالين بنسبة 4 %،
- يتم معرفة حجم العوالق الحيوانية بواسطة الإزاحة التي حدثت بالدورق ، ثم يتم قياس الحجم المترسب، يُسمح للعوالق بالاستقرار لمدة 24 ساعة على الأقل قبل تسجيل الحجم المستقر.

* طريقة القياس الوزني

- يفضل أن يتم قياس الوزن في المعمل، يتم تنفيذه عن طريق تصفية العوالق الحيوانية،
- عادة ما تتم إزالة الماء بين الكائنات عن طريق ورق النشاف، ينبغي الحرص على عدم الضغط حتى لا تتلف أو تتكسر الكائنات الحية أو العينات يتم أخذ وزن العوالق الحيوانية على ورق ترشيح موزون أو ورق ألومنيوم،
- الوزن الرطب يتم التعبير عنه بالجرام ، يمكن الاعتماد على طريقة الوزن الجاف كما تشير القيم المحتوى العضوي للعوالق،
- التحليل عن طريق الوزن الجاف يتم تحديده عن طريق تجفيف كمية من عينة العوالق الحيوانية في فرن كهربائي في درجة حرارة ثابتة 60 درجة مئوية،
- لا ينبغي تجفيف العينة الكاملة أو الكلية لأن التحليل اللاحق مثل تعداد الأصناف الشائعة و لن يكون من الممكن تحديد نوعها بعد تجفيف العينة،
- يتم الاحتفاظ بالجزء المجفف في المجفف حتى وزنه، يتم التعبير عن القيم بالمليجرام،
- يتم أيضا استخدام طريقة الوزن الجاف الخالي من الرماد في بعض الأحيان تقدير للكتلة الحيوية.

* الطريقة الكيميائية

- في هذه الطريقة، يتم تجميد عينات العوالق الحيوانية الحية بشكل جاف ، قبل التحليل، يتم شطف العينات بالماء المقطر ، قياس العناصر المكونة مثل الكربون ، النيتروجين، الفوسفور و العناصر البيوكيميائية،
- يمكن استخدام المحتوى الحراري للعوالق مؤشر الكتلة الحيوية للعوالق الحيوانية.

2- عدد الحيوانات

- إحصاء العوالق الموجودة في العينات يعطينا معلومات عن التكوين الحيواني و الوفرة النسبية لأنواع المختلفة أصناف العوالق الحيوانية و أنواعها،
- عدد العوالق الحيوانية الشائعة قد تختلف المجموعات و أنواعها التي تمت ملاحظتها في العينات من عشرات إلى آلاف،

الفصل الثاني عشر

- معرفة العدد فمن المستحسن أن تكون العينة أو القسمة المحددة من العينة تكون اتخذت للأصناف مجمعة،
- يتم عادة فحص عينة أو قسم تتراوح من 10 إلى 25 %، و مع ذلك فإن النسبة يمكن زيادتها أو نقصانها اعتمادا على وفرة العوالق الحيوانية في العينة.
- * العينة الفرعية (القسم)**
- تتوافر الأدوات اللازمة لتقسيم العينة إلى أجزاء و هذه عادة ما تكون مصنوعة من البلاستيك مع أقسام داخلية،
- عوالق فولسوم 10 يستخدم على نطاق واسع ، حيث يتم صب عينة العوالق الحيوانية المراد أخذ عينات منها،
- يتم تدوير الأسطوانة أو الطبلية ببطء ذهابا و إيابا، يؤدي إلى تقسيم العينة إلى أجزاء متساوية و يمكن سكب الجزء مرة أخرى في الأسطوانة لمزيد من الانقسام،
- العملية تتكرر حتى يتم الحصول على عينة فرعية مناسبة للعد ، الوحدة يتم شطفه جيدا لاستعادة الكائنات الحية التي قد تكون ملتصقة على جدار الطبلية، يتم تقسيم العينة عادة إلى 4 عينات فرعية،
- واحدة من العينات الفرعية تستخدم لتقدير الوزن الجاف ، الثانية لحساب عينات الأصناف الشائعة، الثالثة للوفرة النسبية للأنواع و الجزء الرابع يتم الاحتفاظ بها كمجموعة مرجعية.
- تستخدم الماصات البلاستيكية أو الزجاجية لأخذ عينة فرعية للعد ، يتم استخدام الماصة الجذعية
- The stempel pipet
- للحصول على حجم معين (0.1 إلى 10 مل) يتم تخفيف عينة العوالق الحيوانية الموجودة في وعاء زجاجي إلى حجم معروف و يقاب بلطف ثم يتم استخدام ماصة لسحب العينة الفرعية للعد.
- * العد**
- بعد التقسيم، الخطوة التالية في التحليل هي فرز العينات و إحصائها حيث يكون الفرز ابتدائي و ثانوي،
- في النوع الأول يتم فصل العينة ل 30 إلى 40 مجموعة تصنيفية،
- بينما في الثانوية يتم فصل المجموعات المهمة من الكائنات الحية أو العينات أو فرزها إلى عائلاتهم و أجناسهم،
- يكون تنوع مجموعات العوالق الحيوانية أعلى في البيئة البحرية ، في الماء العذب في المياه المفتوحة يكون عدد المجموعات أقل،

الفصل الثاني عشر

– يلاحظ الأصناف المشتركة هناك الأوليات، cladocerans، مجدافيات الأرجل (البالغين و المراحل المختلفة)، يرقات عشاري الأرجل، و ما إلى ذلك protozoans, cladocerans, copepods decapods larvae, mysids. (adults and lifehistory stages)

– يتم العد تحت المجهر و عندما يتم رؤية عينة من مجموعة معينة، يتم وضع علامة إحصائية و نقوم بتسجيلها و عندما يتم حساب مجموعات مختلفة في وقت واحد يتم استخدام عداد متعدد.

– يتم حساب جميع العينات الموجودة في العينة الفرعية في السجلات المناسبة على ورقة البيانات،

– العدد الإجمالي للعينات يتم حسابها في وقت لاحق للعينة بأكملها اعتمادا على فحص النسبة المئوية للعينات الفرعية،

– تتم تجربة أنظمة تحليل الصور من أجل العد السريع للكائنات الشائعة الأصناف و أنواعها.

* تحديد الأنواع

– يتم تعريف الأنواع على أنها مجموعة من الأفراد القادرين على التزاوج،

– و يعد تحديد الأنواع شرطا أساسيا لفهم نمط التوزيع الموسمي ، التباين و البنية المجتمعية للعوالق الحيوانية في النظام البيئي المائي،

– تحديد الأنواع عمل متخصص و يحتاج إلى الصبر، الخبرة و الكفاية، و يمكن إجراء التحديد الأولي للأنواع الشائعة بمساعدة قوائم المراجعة المصورة،

– و ينبغي الاحتفاظ بالعينات المحددة المسجلة بشكل صحيح للرجوع إليها بأي وقت ، لتحديد الأنواع يستخدم ستيريو سكوب ميكروسكوب، stereoscopic dissecting microscope،

– شرائح زجاجية ذات نوعية جيدة، غطاء الشريحة، ملقط من الاستنسل المقاوم للصدأ، إبر تشريح ، ماصات و كواشف كيميائية.

– لتحديد الأشكال الشائعة و الوفيرة جدا من منطقة معينة، يتم وضع العينات الحية في قطرة من الماء المقطر و فحصها تحت المجهر.

* التخدير

– العوالق الحيوانية لها ردود فعل تجاه أي مادة مثبتة أو حافظة تظهر في صورة حركات سريعة متشنجة، و تقلص الجسم و الزوائد مما يعيق تعريف الأنواع،

– يتم التحكم في ذلك عن طريق تخدير العينات بشكل مؤقت و السماح لهم بالتعافي بعد الملاحظات اللازمة،

– المحلول المخدر يوصى باستخدام الكلوروفورم ، كحول الميثيل و كلوريد المغنيسيوم (حوالي 7 جرام من كلوريد المغنيسيوم مذاب في 100 مل من الماء المقطر)،

الفصل الثاني عشر

- لا ينبغي نقل العينات مباشرة إلى محلول مخدر بل يضاف السائل المخدر قطرة قطرة إلى الماء الذي يحتوي على العينات،
- العينات لا يتم الاحتفاظ بها لفترة طويلة لتجنب أي ضرر حيث بمجرد التعرف المورفولوجي للكائنات يتم غسلها بالماء المقطر وإعادة وضعها في المثبت.

* الإقصاء

- يجب تنظيف العينات الثابتة من أي مادة ملتصقة مثل راسب المخلفات و يمكن القيام بذلك عن طريق إزالة المواد الدخيلة باستخدام ملقط / إبر دون الإضرار بالعينات،
- تغمر العينات في حمض اللاكتيك، الجلسرين و البروبيلين غليكول الأزرق،
- يستخدم الحمض بشكل شائع كعامل تنظيف و يجب توخي الحذر في تلك العينات و لا يتم تركها في حمض اللاكتيك لفترة طويلة مما قد يؤدي إلى تفكك أنسجة الجسم من العوالق الحيوانية،
- فحص الميزات الخارجية يصبح أسهل بعد مسح العينات لدراسة الهياكل الداخلية.

* الصبغة و التشريح

- يتم إجراء صبغة خفيفة للعينات بإضافة بضع قطرات من البنغال الوردية، اللجنين الوردية، الكلورازول الأسود E و أزرق الميثيلين يضاف إلى حامض اللاكتيك،
- يستخدم البوراكس القرمزي لتصبغ العوالق الحيوانية الصغيرة، و مراحل يرقات القشريات و العوالق الجلدية (بيض الأسماك و يرقات الأسماك)،
- اللجنين الوردية و الكلورازول، يمكن لـ Black E أن يخترق الكيتين و يصبغ الأنسجة الداخلية و يسهل ذلك التشريح،
- عادة ما يتم إضافة البنغال الوردية إلى الأنسجة الداخلية حيث يسهل التشريح ، عادة ما يتم إضافة البنغال الوردية إلى عينات العوالق الحيوانية عند الحفظ،
- يتم إجراء تشريح العينات المصبوغة تحت مجهر تشريح مجسم مع اثنين من إبر دقيقة على شرائح التجويف، إبرة واحدة يتم تثبيت العينة بقوة و الثانية يتم قطع الكائن بها.
- يتم غمر أجزاء الفم المشرحة و الهياكل الأخرى في الجلسرين أو حمض اللاكتيك قبل وضعه في وسط البيئة.

3- التركيب:

- يتم تصنيع الشرائح الزجاجية الدائمة باستخدام الراتنجات الطبيعية أو الاصطناعية،
- يتم استخدام البلسم الكندي، صمغ الكلورال، هلام الجلسرين و اللاكتوفينول كعوامل تثبيت،
- يستخدم البلسم الكندي المذاب في الزيولين أو البنزين في التركيبات الكاملة ، و لكن من عيوب البلسم هو أن التركيبات تصبح داكنة مع مرور الوقت،

الفصل الثاني عشر

- يستخدم اللاكتوفينول على نطاق واسع حيث يمكن الاحتفاظ به لفترة طويلة،
- قبل تركيب عينة كاملة أو أجزاء تشريح، يجب تغطية الشرائح بدقة و تنظيفها بالإيثانول و تجفيفها،
- يتم وضع بضع قطرات من المثبتات على زجاج الشريحة و من ثم يتم نقل العينات أو هياكلها المشرحة،
- يجب تجفيف الشرائح بالكامل و تخزينها في صندوق شرائح لفحصها لاحقاً لتحديد الأنواع،
- يختلف تعريف الأنواع باختلاف الأصناف و العائلات و الأجناس.
- * **مجدافيات الأرجل (Copepoda):** هي المجموعة المهيمنة من العوالم الحيوانية في معظم أنحاء العالم و النظم الإيكولوجية المائية،
- يمكن تحديد الأنواع على أساس الحجم، الغطاء الهيكلي، شكل أجزاء الفم، غياب أو وجود الزوج الخامس من الأرجل و ما إلى ذلك،
- الجنسين منفصلان ، حيث الذكور أصغر حجماً، في الذكور هناك الركب في الهوائيات، الأرجل المقترنة الخامسة معقدة،
- في الإناث الهوائيات مستقيمة، الجزء الأول من الأوروسوم (الأعضاء التناسلية) منتفخ ، قد تكون الأرجل المقترنة الخامسة بسيطة أو غائبة،
- ينبغي للأنواع تحت الأصناف المختلفة أن يتم تحديدها و تعدادها،
- البيانات عن تواجد الحيوانات ، الأنواع و وفرتها مفيد لتقييم التنوع البيولوجي لأي نظام بيئي أو منطقة.

4- تعدد الأنواع:

- يتم تعريف تعدد الأنواع على أنه عدد الأنواع الموجودة في المنطقة،
- يمكن استخدام المحاريات لتقييم صحة البيئات ، نعدد الأنواع أقل في المناطق الملوثة ، يتم حساب تنوع الأنواع بواسطة الطريقة التي قدمها شانون ويفر (1949).

5- حساب البيانات

1- الكتلة الحيوية (المخزون الدائم):

- بعد تقدير الكتلة الحيوية للعوامل الحيوانية، يتم تحويل قيم المخزونات الدائمة في المتر المكعب و يتم حسابه على النحو التالي:

$$\text{أ. حجم العوالم الحيوانية} = \text{إجمالي حجم العوالم الحيوانية} / \text{حجم الماء المفلتر (ملي / متر مكعب)}$$
$$\text{ب. الوزن الرطب للعوامل الحيوانية} = \text{الوزن الرطب الإجمالي للعوامل الحيوانية} / \text{حجم الماء المفلتر (جم / م}^3\text{)}$$

الفصل الثاني عشر

ج. الوزن الجاف للعوالق الحيوانية = الوزن الجاف الكلي للعوالق الحيوانية / حجم الماء المفلتر (جم / م³).

2- التركيب النوعي للهائمات:

العدد الإجمالي لعينات العوالق الحيوانية / الأفراد من جميع المجموعات = إجمالي عدد العينات / حجم الماء المفلتر (عدد / م³)

في الختام:

* يمكن القول أن العوالق الحيوانية تلعب دورا هاما في السلسلة الغذائية للأحياء المائية،
* المطلوب للعمل توافر شبكة العوالق مع مقياس التدفق، حاويات بلاستيكية، أداة كتابة نوعية جيدة و
الملصقات،

* العينات عادة يتم تثبيتها و حفظها في 4 إلى 5 % من الفورمالدهايد،
* عينات العوالق الحيوانية يتم تحليلها لتقدير الكتلة الحيوية (المخزون الدائم)، أعداد الأصناف و
أنواعها،

* يتم استخدام البيانات التي تم الحصول عليها لحساب الإنتاجية و التنوع البيولوجي للحيوانات و
الأنواع في منطقة الدراسة أو النظام البيئي.

تسميد الأحواض السمكية

مقدمة

– يهدف التسميد في أحواض الاستزراع السمكي إلى تنمية الكائنات الغذائية الطبيعية و توفير بعض من كمية الأعلاف الصناعية.

– تقوم الهائمات النباتية، و هي المنتج الأساسي للحوض، بعملية التمثيل الضوئي و تحول المواد غير العضوية الموجودة في الماء إلى الغذاء العضوي اللازم لنموها و تكاثرها.

□ يزود التسميد الهائمات النباتية بالمواد الضرورية لعملية التمثيل الضوئي.

□ عندما تقوم الهائمات النباتية بالتمثيل الضوئي و التكاثر، تزدهر الهائمات الحيوانية التي تتغذى على الهائمات النباتية.

□ في المقابل، تزدهر أيضا الأسماك التي تتغذى على الهائمات الحيوانية ، الهائمات النباتية و القاعيات.

□ و لذلك فإن أهمية تسميد الأحواض تكمن في نمو و إكثار الكائنات الغذائية المختلفة للأسماك المستزرعة.

α "السلسلة الغذائية" هي العلاقات المتبادلة بين الحيوانات المفترسة و الفريسة .

√ في أحواض الاستزراع، تكون الأسماك هي الحلقة النهائية: على سبيل المثال،

○ الهائمات النباتية ← المبروك الفضي؛

○ الهائمات النباتية ← الهائمات الحيوانية ← المبروك كبير الرأس؛

○ النباتات المائية ← مبروك الحشائش؛

○ الهائمات ← الكائنات القاعية ← المبروك الأسود.

√ عادة ما تستخدم الحيوانات ما بين 5 إلى 20 % فقط من الطاقة في الأعلاف الحيوانية و النباتية.

– يرتبط استخدام الطاقة بطول السلسلة الغذائية: فكلما كانت السلسلة الغذائية أقصر، زاد معدل نقل الطاقة.

– بمعنى آخر، كلما ارتفع معدل استغلال الطاقة، زاد إنتاج الأسماك.

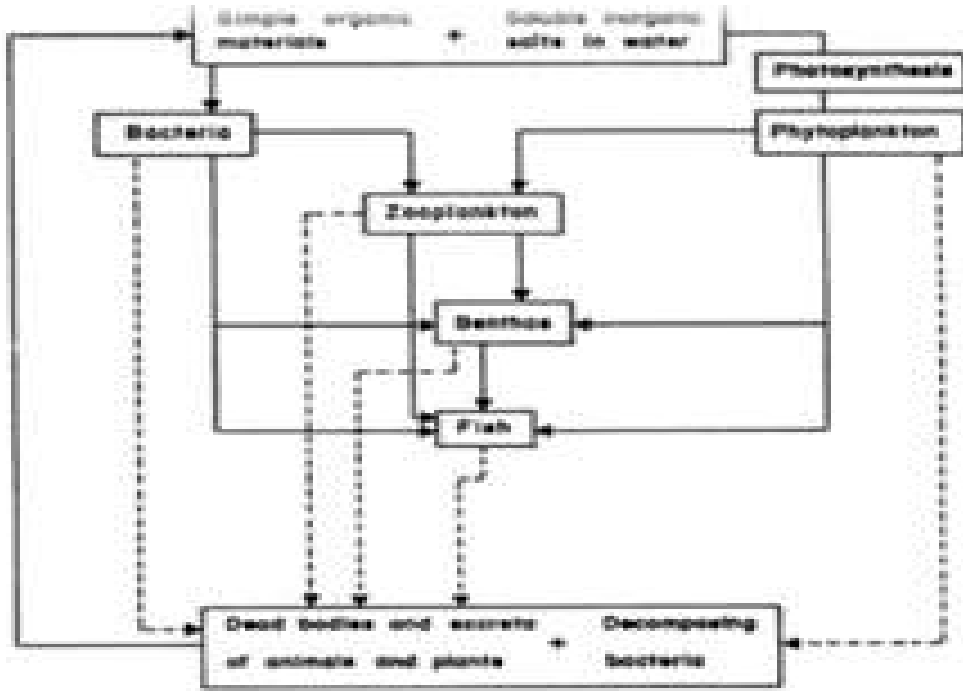
○ الكائنات الحية في الأحواض تمر بعملية مستمرة من النمو و الانحلال.

– تتحلل الكائنات الميتة من المواد العضوية المعقدة إلى مواد غير عضوية بسيطة بواسطة البكتيريا.

– تذوب هذه المواد غير العضوية في الماء و تستخدمها الهائمات النباتية في عملية التمثيل الضوئي.

و من ثم، فإن المواد الموجودة في الحوض تكون في حالة دوران مستمر بشكل رئيسي عبر السلسلة

الغذائية (الشكل 1) و هذا ما يسمى "تداول مادة الحوض".



شكل (1). دورة المادة بالحوض

□ أصناف السماد العضوي

- السماد العضوي هو في الأساس فضلات حيوانات المزرعة. و بشكل عام، يشير المصطلح إلى السماد الذي يحتوي على مواد عضوية ، يتم استخدام السماد العضوي بشكل رئيسي في أحواض الأسماك في الصين.
- غالباً ما يتم استخدام السماد التالي: براز و بول الماشية و الدواجن، السماد الأخضر، سماد تفل دودة القز.
- فقط من خلال التحلل بواسطة الكائنات الحية الدقيقة يتم تحويل السماد العضوي إلى عناصر غذائية يمكن للنباتات امتصاصها.
- 1- **روث الماشية**: الماشية من الحيوانات المجتررة و يتم مضغ المواد الغذائية بشكل متكرر، يحتوي روث الماشية على نيتروجين (C:N = 25:1).
- يحتوي بول الماشية على نيتروجين (على شكل حمض الهيبيوريك، $C_6H_5CONHCH_2 COOH$) و لذلك فإن فضلات الماشية تتحلل ببطء.
- 2- **روث الدواجن**: يشمل براز الدجاج، البط و الإوز، و هو غني بالمواد العضوية و غير العضوية (جدول 1).

جدول (1). مكونات الروث الداجني

% المواد الغير عضوية			% المادة العضوية	
أكسيد البوتاسيوم	أكسيد الفوسفور	نيتروجين		
0.83	1.54	1.63	25.5	روث الدواجن
0.62	1.44	1.14	26.2	روث البط
0.95	0.5	0.55	23.4	روث الأوز

– روث الدواجن يتحلل بسرعة و يكون نيتروجينه في الغالب على شكل حمض البولييك، الذي لا يمكن للنباتات امتصاصه مباشرة و بناء على ذلك فإن سماد الدواجن يكون أكثر فعالية بعد التخمير.

3- فضلات دودة القز:

– يتكون ثقل دودة القز من براز دودة القز و بقايا السلخ و التوت.

– هذه الفضلات غنية بالمواد العضوية: فالثقل المجفف يتكون من 87 % من المواد العضوية و 13 % من النيتروجين.

– كما أنها تعد علفا جيدا للأسماءك: 8 كجم من ثقل دودة القز يمكن أن ينتج 1 كجم من الأسماءك.

4- السماد الأخضر:

– جميع الأعشاب البرية و النباتات المزروعة، إذا استخدمت كسماد، تسمى السماد الأخضر (جدول

(2).

Table 3.6. Nutritional elements in green manures (% wet weight).

Item	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Stems and leaves of broad bean (<i>Vicia faba</i>)	0.55	0.12	0.45
Rape (<i>Brassica napus</i>)	0.43	0.26	0.44
Alfalfa (<i>Medicago falcata</i>)	0.54	0.14	0.40
Wild grass	0.54	0.15	0.46
Branyard grass (<i>Echinochloa crusgali</i>)	0.35	0.05	0.28
Alligator weed (<i>Alternanthera philoxeroides</i>)	0.20	0.09	0.57
Water hyacinth (<i>Eichhornia crassipes</i>)	0.24	0.07	0.11
Water lettuce (<i>Pistia stratiotes</i>)	0.22	0.06	0.10

– العناصر الغذائية في المخلفات الخضراء

– يذبل هذا الروث و يتحلل بسهولة، مما يوفر بيئة مثالية لتكاثر البكتيريا و لذلك، فهي جيدة للاستخدام في أحواض الأسماءك.

5- الكمبوست

- يتكون السماد المختلط من السماد الأخضر و مخلفات الحيوانات.
- قد يؤدي خلط العديد من السماد معا إلى إنتاج سماد أكثر ملاءمة لتكاثر الهائمات.
- تعتمد نسبة المكونات على المصادر المحلية للسماد.
- ⊕ تظهر البيانات التجريبية (في الصين) أن الخليطين التاليين مناسبان لتكاثر الهائمات:
(1) العشب الأخضر - روث الماشية - الفضلات البشرية - الجير، 8 : 8 : 1 : 0.17 ؛
(2) العشب الأخضر - روث الماشية - الجير، 1 : 1 : 0.02.
- يتم تضمين الجير في خليط السماد لتحديد الأحماض العضوية الناتجة أثناء التعفن و التحلل.
- إذا سمح لهذه الأحماض بالتراكم، فإنها ستمنع الكائنات الحية الدقيقة المسؤولة عن تحلل المادة العضوية.

□ طرق تصنيع السماد

√ هناك طريقتان لصنع السماد وهما التكديس (طريقة جافة) و النقع (طريقة مبتلة).

√ طريقة التكديس:

- يجب أن يتم تصنيع كومة الروث في ظروف هوائية.
- يتم فرد طبقة من العشب الأخضر، و يرش عليها القليل من الجير و نضيف طبقة من سماد مخلفات الانسان، و يكرر الإجراء.
- عندما يصل السماد إلى 1.5 - 2 متر، يغطى بـ 5 - 6 سم من الطين.
- مكونات السماد تتحلل بعد 3 - 4 أسابيع يمكن استخدام السماد.

√ طريقة النقع:

- و فيه نحفر حفرة بالقرب من أحواض الأسماك و نضع طبقة من العشب الأخضر، الجير، السماد و مخلفات الانسان، على التوالي، ثم نضع كمية كافية من الماء لامتصاص السماد لضمان عدم وجود تسرب.

- يمكن إزالة السماد لاستخدامه بعد 10 - 20 يوما من التخمر عند درجة حرارة 20 - 30 °م.

√ تطبيق السماد العضوي

- سماد عضوي يستخدم في الصين (داكاو dacao) عادة لتخصيب مياه الحوض.
- يتكون في الغالب من نباتات مركبة، مع تضمين بعض النباتات الحبيبية و النباتات البقولية.
- يتم تكديس السماد في زاوية الحوض و تقلب الكومة مرة كل يومين، يتحلل السماد الأخضر ببطء في الماء، يستهلك كمية كبيرة من الأوكسجين.

الفصل الثالث عشر

○ تظهر البيانات التجريبية أنه عند وضع 1000 كجم من العشب في حوض سعة 1 mu (وحدة مساحة 1 / 15 من الهكتار) وعمق مياه يبلغ 1 متر، فلن يتوفر الأوكسجين من اليوم الثاني إلى اليوم السادس و ستموت جميع الأسماك.

✕ ذروة استهلاك الأوكسجين بسبب التحلل تكون في اليومين الثاني و الثالث.

– و لهذا السبب، فمن المناسب استخدام السماد الأخضر بشكل متكرر و بكميات صغيرة، و إضافة المياه العذبة إلى الحوض بشكل متكرر، أو استخدام أجهزة التهوية في الحوض لضمان كمية كافية من الأوكسجين للأسماك.

□ السماد الحيواني

– إن استخدام روث الماشية كسماد أساسي يشبه طريقة السماد الأخضر:

حيث يتم وضع كومة السماد في زاوية الحوض أو في أكوام صغيرة في المياه الضحلة و مع التعرض لأشعة الشمس، نتركها تتحلل و تنتشر تدريجياً في الماء .

– إذا تم استخدام السماد كمادة مضافة، يتم إضافته بكميات صغيرة كل 7 – 10 أيام.

□ تطبيق السماد المختلط:

– بعد التخمر، يتم الكشف عن السماد ثم يتم جمع السائل و إزالة البقايا.

– يتم رش هذا السائل في الحوض حول الجوانب و في حالة الحوض الكبير، يمكن تحميل الروث على متن قارب، و رشه بمياه الحوض، ثم ينثر على الحوض.

– الطريقة البديلة هي قلب السماد و كشف السائل ثم يمكن بعدها سكب الكمية المناسبة من ذلك السائل السمادي و نشره في الحوض.

– يتم امتصاص العناصر الغذائية الموجودة في السماد بسرعة بواسطة الهائمات النباتية.

– في هذه الطريقة يستهلك كميات أقل من الأوكسجين المذاب لأن المواد العضوية متحللة بالفعل.

□ تأثير إضافة السماد على الكائنات الغذائية الطبيعية

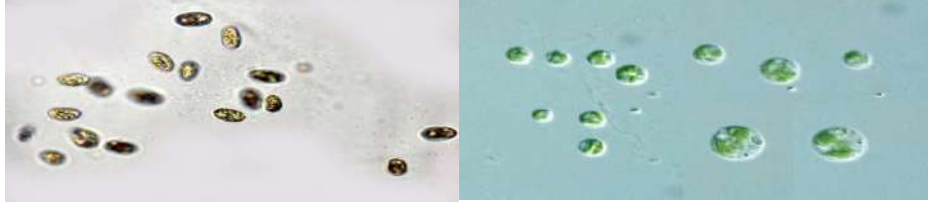
– يؤدي تطبيق السماد العضوي إلى التكاثر السريع للبكتيريا ثم تضاف البكتيريا مع الأسمدة و تستخدم

العناصر الغذائية للتكاثر ، كما أن المخلفات العضوية غنية بالبكتيريا التي تعتبر مصدرا غذائيا هاما

للحيوانات المائية التي تعيش في الطبقة السفلى و الأسماك المرشحة للماء.

– تعتمد الأنواع الأولية السائدة من الهائمات بشكل وثيق على خصائص السماد المستخدم.

– في حالة استخدام السماد العضوي، ستظهر أولاً من الهائمات النباتية



(الشكل الأيسر *Cryptomonas* الشكل الأيمن)

– و من الهائمات الحيوانية الأصغر حجما مثل الروتيفر (*Eurotatoria spp.*)

– بالنسبة للسماد غير العضوي، فإن الأنواع الأولية السائدة ستكون الدياتومات المتماثلة شعاعيا

(*Centomonas spp.*) و الطحالب الخضراء الدقيقة .

– هناك علاقة وثيقة بين كمية السماد المستخدم و تكوين مجتمع الهائمات، حيث أن كميات كبيرة من

السماد ستؤدي إلى وجود بعض أنواع الطحالب الخضراء (*Chlorophyta*) و الطحالب الزرقاء

(*Cyanophyta*)؛ و مع ذلك، فإن الكميات الصغيرة من الروث ستؤدي إلى وجود *Navicula*

Cyclotella stelligera و *rostellata*

– بعد كل استخدام للسماد، يزداد المحتوى الغذائي للمياه، مما يؤدي إلى ذروة الهائمات ، حيث تصل

الهائمات النباتية التي يسهل هضمها بواسطة المبروك الفضي إلى ذروتها بعد 4 أيام؛ تلك العوالق

النباتية التي لا يتم هضمها بسهولة تصل إلى ذروتها خلال 5 – 10 أيام.

– تصل الهائمات الحيوانية إلى ذروتها خلال 4 – 7 أيام.

– تكون الأوليات *Protozoans* أول الهائمات الحيوانية التي تصل إلى ذروتها، تليها الدورات

rotifers، و الكلاوسيران *cladocerans*، و أخيرا مجدافيات الأرجل *copepods*.

– تتكاثر الأوليات عن طريق الانشطار الثنائي، مما يؤدي إلى زيادة عددها بسرعة كبيرة، و بالتالي

يصل إلى الذروة أولا.

– تتكاثر الروتيفيرات عادة عن طريق التوالد العذري، و تنتج في المتوسط 10 – 20 بيضة خلال

حياتها.

– هذه العملية أقل إنتاجية من الانشطار الثنائي، و بالتالي تصل الدورات إلى ذروة تعدادها في وقت

متأخر قليلا عن الأوليات.

– تتكاثر كلاوسيرانات أيضا بالتوالد العذري، لكن الفترة بين الفقس و النضج الجنسي أطول من تلك

الموجودة في الدورات؛ و لذلك، فإن عدد أفرادها *cladoceran* يصل إلى ذروته في وقت لاحق.

– تستغرق مجدافيات الأرجل وقتا أطول من تلك التي تستغرقها *cladocerans* حتى تنضج و يتزايد

عدد أفرادها إلى الحد الأقصى لاحقا.

الفصل الثالث عشر

– يعد توقيت إضافة السماد أمرا بالغ الأهمية عند إعداد حوض الحضانة ، من الناحية المثالية، ينبغي أن تتزامن ذروة تعداد الهائمات مع الطلب الغذائي لزريعة الأسماك.

□ السماد الكيماوي

- الأسمدة الكيماوية وفقا للتركيب يمكن تقسيمه إلى ثلاث مجموعات:
- الأسمدة النيتروجينية، الفوسفورية و البوتاسية.
- تتمثل مزايا الأسمدة غير العضوية في تركيبها الدقيق، تأثيرها السريع، قلة التلوث، تأثيرها المفيد على محتوى الأوكسجين (لا يتطلب أي تحلل)، الكمية الصغيرة المطلوبة و استخدامها المريح.
- و مع ذلك، عند استخدام الأسمدة الكيماوية في الأحواض، فإن الحلقة الأولى من السلسلة الغذائية هي الهائمات النباتية بشكل أساسي، و هي ليست مغذية للهائمات الحيوانية مثل البكتيريا.
- لذلك، فإن أعداد الهائمات الحيوانية في الأحواض المعالجة بالسماد غير العضوي غالبا ما تكون متخلفة كثيرا عن تلك الموجودة في الأحواض المعالجة بالسماد العضوي.
- علاوة على ذلك، في معظم أحواض المسمدة بالأسمدة الكيماوية، فإن العوالق النباتية السائدة هي الكلوروفيتا، و هي ليست مغذية مثل الهائمات النباتية السائدة في الأحواض المعالجة بالسماد العضوي (Chrysophyceae، Bacillatiophyceae، و Cryptophyceae).
- العيب الآخر هو أن تأثير الأسمدة غير العضوية قصير نوعا ما و من الصعب التحكم في جودة المياه، و مع أخذ كل هذه العوامل في الاعتبار، فإن نتيجة استخدام الأسمدة الكيماوية وحدها ليست أفضل من نتيجة استخدام الأسمدة العضوية.

⊙ الأسمدة النيتروجينية

α الأمونيا السائلة:

- الصيغة الجزيئية: NH_4OH أو $NH_3.H_2O$ و محتوى النيتروجين: 12 – 16 %.
- الأمونيا السائلة هي محلول مائي من الأمونيا، و هي منتج مهم لمصانع الأسمدة النيتروجينية الصغيرة و يمكن تصنيعها بسهولة و بتكلفة منخفضة.
- تنطير الأمونيا المائية بسهولة و يجب عدم تعريضها للهواء لفترة طويلة.

α كبريتات الأمونيوم:

- الصيغة الجزيئية: $(NH_4)_2SO_4$ و محتوى النيتروجين: 20 – 21 %.
- يتم إنتاج كبريتات الأمونيوم من الأمونيا السائلة التي يتم إتحادها مباشرة بحمض الكبريتيك المخفف.
- عندما تكون نقية، فهي في شكل بلورة بيضاء قابلة للذوبان في الماء: 75 كجم من كبريتات الأمونيوم سوف تذوب في 100 لتر من الماء عند 20 °م و يتم حفظه و تطبيقه بسهولة.

⊠ اليوريا:

- الصيغة الجزيئية: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ و محتوى النيتروجين: 44 – 46 %.
- تحت الحرارة و الضغط العالين، تتفاعل الأمونيا و ثاني أكسيد الكربون لتكوين اليوريا.
- تتميز بشكل حبيبات بيضاء ذات قابلية عالية للذوبان في الماء.
- و مع ذلك، فإن اليوريا لا تتأين عندما تذوب في الماء، و بالتالي لا يمكن للنباتات امتصاصها مباشرة.
- و لا يمكن استخدامه من قبل النباتات إلا بعد أن يتم تفكيكه بواسطة اليورياز، و إفرازه من البكتيريا المتحللة لليوريا، و تحويله إلى كربونات الأمونيوم.
- و تعتمد هذه العملية على درجة الحرارة في الأحواض العادية.
- عند 20 °م، يتطلب التحول الإجمالي إلى كربونات الأمونيوم 4 - 5 أيام؛ و عند 30 °م، 2 يوم.

⊡ الأسمدة الفوسفورية

- سوبر فوسفات الكالسيوم:

- المحتويات الرئيسية: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ و نسبة P_2O_5 12 – 18 %.
- المحتويات الفرعية: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ حوالي 50 %.
- سوبر فوسفات الكالسيوم عادة ما يكون مسحوقا أبيض، و قابلا لامتصاص الرطوبة، و هو مادة لها رائحة حمضية لاحتوائه على بعض الأحماض الحرة.

□ طرق تطبيق السماد غير العضوي

- يعتبر النيتروجين عنصرا غذائيا أساسيا للنباتات، كما أنه مكون أساسي للبروتينات، و يسرع تكوين الكلوروفيل النباتي، و يحفز عملية التمثيل الضوئي.
 - لهذه الأسباب، يعد محتوى النيتروجين عاملا حاسما في إنتاج الهائمات النباتية.
 - من الشائع نقص النيتروجين في مياه الأحواض، لذلك يجب إضافة الأسمدة النيتروجينية.
 - بشكل عام، يجب استخدام الأسمدة النيتروجينية كمادة مضافة بسبب فعاليتها السريعة.
 - يجب عدم خلط الأسمدة النيتروجينية التي أساس تركيبها الأمونيوم مع مواد قلوية قوية مثل: الجير؛ حيث يؤدي إلى تطاير الأمونيوم.
 - عند استخدام الأسمدة النيتروجينية التي تحتوي على الأمونيوم، يجب مراعاة سمية الأمونيا.
 - في المحلول المائي، يوجد توازن بين الأمونيا (NH_3) و الأمونيوم (NH_4^+).
- $$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$$
- في الحالة الحمضية، ينزاح التوازن إلى اليمين و يزداد تركيز أيونات الأمونيوم.

الفصل الثالث عشر

- في الحالة القلوية، ينزاح التوازن إلى اليسار و يزداد تركيز الأمونيا.
- عند درجة حرارة الماء 25 درجة مئوية، تكون نسبة النيتروجين في صورة NH_3 عند درجات الحموضة المختلفة كما يلي:
- عند الرقم الهيدروجيني 6، تكون 0.05 %؛
- الرقم الهيدروجيني 7، 0.49 %؛
- الرقم الهيدروجيني 8، 4.7 %؛
- الرقم الهيدروجيني 9، 32.9 %؛
- الرقم الهيدروجيني 10، 83.1 %؛
- الرقم الهيدروجيني 11، 98 %.
- الأمونيا سامة للأسماك حيث أن اصبعيات سمك التراوت قوس قزح تتسمم عند 0.3 – 0.4 ملجم / لتر.
- يمكن أن يتحمل المبروك الصيني تركيزات تصل إلى 13 ملجم / لتر و لكن تركيزات الأمونيا تحت هذا تمنع النمو.
- الحد الأقصى لتركيز NH_3 المسموح به لتربية الأسماك هو 0.1 ملجم / لتر.
- يجب مراقبة الرقم الهيدروجيني للأحواض عن كثب لتجنب استخدام NH_3 في المياه القلوية القوية (على سبيل المثال، بعد تطهير الأحواض بالجير مباشرة)؛ الأمونيا السائلة هي أيضا قلوية في حد ذاتها.
- و تزداد كمية الأمونيا المتحددة مع زيادة درجة حرارة الماء ، و لذلك، هناك حاجة إلى رعاية خاصة عند تطبيق الأسمدة النيتروجينية في شكل الأمونيا في الصيف و الخريف.
- كمية الأسمدة النيتروجينية المضافة تعتمد على محتواها من النيتروجين.
- في حوض تبلغ مساحته 1 mu (مايعادل 1 / 15 من الهكتار) و عمق الماء حوالي 1.5 متر، يمكن استخدام 1.5 – 2 كجم من النيتروجين كسماد أساسي.
- بعد ذلك، يتم تطبيق 0.5 كجم لكل 3 – 4 مرات شهريا.
- في المتوسط، هناك حاجة إلى 10 كجم N طوال فترة الاستزراع بأكملها.
- * على سبيل المثال، إذا كان محتوى النيتروجين في كبريتات الأمونيوم حوالي 20 % لتطبيق 2 كجم من النيتروجين على حوض سعة 1 مو (1 / 15 من الهكتار) كسماد أساسي، يلزم 10 كجم من كبريتات الأمونيوم.

□ إضافة الأسمدة الكيميائية

- لإضافة الأسمدة ، قم بعمل محلول و نثره بالقرب من جوانب الحوض.

الفصل الثالث عشر

√ في حالة الأمونيا السائلة، ضع الحاوية تحت الماء و افتح الغطاء للسماح للأمونيا السائلة بالانتشار ببطء، و بهذه الطريقة، يمكن تجنب التطاير.

√ معظم مصادر المياه تفتقر إلى الفوسفور ، الأسمدة الفوسفورية إلى جانب استخدامها من قبل الهائمات النباتية، تعمل أيضا على تسريع تكاثر البكتيريا الأزوتية و تكملة الأسمدة النيتروجينية.

– يمكن حساب كمية الاستخدام بناء على محتوى حمض الفوسفوريك في الأسمدة.

– يستخدم 0.5 – 1 كجم / مو كسماد أساسي، و الكمية المستخدمة لفترة الاستزراع حوالي 5 كجم. طريقة الحساب و التطبيق هي نفس طريقة الأسمدة النيتروجينية.

√ البوتاسيوم هو أيضا عنصر غذائي أساسي للنباتات، و مع ذلك، فإنه عادة ما يكون كافيا في الماء و ليس هناك حاجة خاصة لاستخدام سماد البوتاسيوم.

مراجع

- <https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:EU:c7b49968-199d-4e3d-b254-459756412c8a>
- Aeration of Ponds used in Aquaculture, Agricultural Engineering, Technical Note No. AEN-3, 2011
- <https://www.globalseafood.org/.../hydrogen-sulfide-toxic.../>
- Zooplankton Methodology, Collection & Identification - a field manual
National Institute of Oceanography
First Edition: March 2004
- <https://www.fao.org/4/ac264e/AC264E03.h>