Archive of SID

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یکم، شماره ده، دی ماه ۹۸

بررسی کارایی ساقه گندم در کاهش میزان آمونیاک محلول (NH_3)

احمد محمدی یلسوئی[*۱]

Ahmad_M.Yalsuyi@Yahoo.com

عبدالمجید حاجی مرادلو[۲]

محمود ذوقی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۶/۰۷ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۹/۲۴

چکیده:

زمینه و هدف: دنیتریفیکاسیون بیولوژیکی در سیستم‌هایی که دارای یک بستر مناسب برای جاگزینی باکتری ها هستند، بازده بالاتری نسبت به سیستم های دیگر دارد. عمده مشکل این بسترها، مثل بسترهایی که از انواع پلیمرهای مصنوعی تولید شده‌اند، هزینه بالای تولید و مشکلات زیستی آنان است. هدف از این مطالعه استفاده از ساقه‌های گندم به عنوان یک بستر ارزان قیمت و نیز بررسی کارایی آن بر شانس بقای ماهیان بود.

روش بررسی: برای انجام این مطالعه معادل ۱۰٪ و ۵٪ حجم کل مخازن نگه‌داری آب (حجم مخازن ۲۴۰ لیتر) ساقه‌های گندم (کلش) به آن ها اضافه شد. علاوه بر دو گروه، یک گروه شاهد (فاقد ساقه گندم) نیز انتخاب گردید (سه تیمار با سه تکرار). میزان ۱۰ میلی گرم آمونیاک به همه‌ی مخازن اضافه شد و ابتدا آزمایش، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از افزودن آمونیاک، میزان آن محاسبه گردید. شش عدد ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با میانگین وزنی ۰/۲±۸ گرم در مرحله دوم آزمایش به هر مخزن اضافه گردید. تیماربندی‌ها در این مرحله مشابه مرحله قبل بود، منتهی مخازن علاوه بر ساقه گندم حاوی ماهی نیز بودند. میزان تلفات در بازه‌های زمانی ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از اضافه کردن آمونیاک شمارش گردید. هیچ‌گونه غذادهی صورت نگرفت. برای مقایسه داده‌ها بین تیمارها و هریک به تفکیک در واحد زمان از آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم آفزار SPSS از طریق آزمون LSD در سطح اطمینان ۰/۰۵ صورت گرفت.

۱ -دانشجوی دکتری تکثیر پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان* (مسوول مکاتبات)

۲ -عضو هیات علمی گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- دانشجوی دکتری برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشگاه تهران

www.SID.ir

Arc

یافته‌ها: نتایج نشان داد میزان آمونیاک در تیمارها تفاوت معناداری نسبت به گروه شاهد دارد ($p<۰/۰۵$). بین میزان آمونیاک در تیمارها در مقایسه با یک‌دیگر تفاوت معناداری وجود داشت ($p<۰/۰۵$). بیش‌ترین میزان کاهش آمونیاک مربوط به تیمار ۱۰٪ ساقه گندم بود. کم‌ترین میزان تلفات ماهیان در مرحله دوم آزمایش مربوط به تیمار ۱۰٪ ساقه گندم با مجموع ۲ عدد بود؛ هم چنین شاهد (بدون ساقه گندم) بیش‌ترین تلفات ماهیان را داشت(۱۵ عدد).

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه ما نشان داد چرخه دنیتروفیکاسیون در مخازنی که ۱۰٪ حجمشان به کاه گندم اختصاص داده شده بود تا ۳۲ برابر، بازده بالاتری نسبت به مخازن فاقد کاه گندم داشت. مطالعه حاضر نشان داد استفاده از کاه گندم می تواند تاثیر به سزایی در افزایش شانس بقای ماهیان در شرایط فوق حاد آمونیاک بگذارد. به شکلی که تلفات در مخازن ۱۰٪ ساقه گندم، تنها ۱۳٪ تلفات مخازن فاقد ساقه گندم بود.

واژه‌های کلیدی: آمونیاک، بیوفیلتر، کپور معمولی، تصفیه بیولوژیکی، ساقه گندم (کلش)

www.SID.ir

Arch

J. Env. Sci. Tech., Vol 21, No.10, December, 2019

Evaluation of Efficacy Wheat Stalks in Reducing Ammonia Solution (NH3)

Ahmad Mohammadi Yalsuyi[1]
Ahmad_M.Yalsuyi@Yahoo.com
Abdolmajid Hajimoradloo[2]
Mahmud Zoghi[3]

Accepted: 2015.12.15 Received: 2015.08.29

Abstract

Introduction: Biological nitrification, in the system that has a proper substrate to replace bacteria is more efficient than other systems. The major problem substrates, such as substrates that are made of synthetic polymers are their high cost of production and environmental problems. The aim of this study using wheat stalks as a substrate cost as well as review performance on the survival of fish.

Material and Methods: To do this, the study added 10% and 5% of the word water storage tank size (240 liters size) of wheat stalks (starch). Control over two groups, one control (no wheat stem) control group (three treatments with three replications). You can calculate this student 10, best, most, 24, 48, 72 and 96 hours after adding ammonia. A weight of 0.28 g is added to each tank in the test volunteer. Treatments at this stage observe pre-budget law, leading to limited reservoirs of wheat stalks containing mosques. Mortality rates were counted 24, 48, 72 and 96 hours after the addition of ammonia. There was no food. One-way ANOVA was used to compare data between treatments and each one by time. The means were compared by SPSS software using LSD test at 0.05 level of confidence.

Results and Discussion: The results showed that the ammonia treatment is significantly different than the control group ($p > 0/05$). The amount of ammonia in treated compared with each other, there was a significant difference ($p > 0/05$). Greatest amount of ammonia reduced to 10% of the wheat stalk; Lowest fish mortality rates in the second stage of the treatment, 10% of wheat stem (2 number), as well as the control group (without wheat) had the highest mortality of fish (15 number). Results of our study showed that nitrification cycle in the reservoirs that 10% of the volume is dedicated to wheat straw up to 32 times more efficient than the other tanks (tanks without wheat). Well as present study showed that the use the wheat stalks can have a significant role in the increasing the chance of survival of fish, in the face of hyper-acute ammonia.

Keywords: Ammonia, Bio-filter, Common Carp, Biological Filtration and Wheat Stalks (Wheat Chaff)

1-Graduate Masters Natural Resources Engineering (Fisheries), Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran(*Corresponding Author*)

2 - Member of the faculty of the Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

3- Graduate Masters Planning and Environmental Management, Tehran University, Tehran, Iran.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

آبزی‌پروری علاوه براین که صنعتی روبه‌رشد در سال‌های اخیر است، راهکاری مطمئن برای تامین ذخایر اکوسیستم‌های طبیعی نیز می‌باشد [۱]. پرورش متراکم ماهی به نوبه خود با موانعی هم چون حمل‌ونقل، تراکم، تغذیه، کیفیت آب و بیماری همراه است [۲]، این مشکلات منجر به کاهش کیفیت محیط آبی می‌شوند که کاهش سودآوری را به همراه دارند [۳]. اگرچه محیط پرورش ماهی دارای یک ساختار پیچیده است، تنها تعداد کمی از عوامل موجود در این ساختار نقش تاثیرگذار بر کیفیت محیط پرورش دارند. درجه حرارت، نیتریت، میزان آمونیاک، قلیاییت یا pH، میزان دی اکسید کربن و اکسیژن محلول در آب از جمله شاخصه‌های اصلی کیفیت آب هستند[۴].

آمونیاک موجود در محیط آبی، دارای دو منشا آلی و معدنی است، یون آمونیاک (NH_4^+) و آمونیاک مولکولی (NH_3) که در محیط‌های آبی و مایعات زیستی یافت می‌گردد، دو شکل رایج آمونیاک هستند. البته فراوانی هریک از این دو شکل آمونیاک، رابطه مستقیمی با دما و pH دارد. دیواره‌های سلولی نسبت به ورود NH_4^+ نسبتا نفوذناپذیر هستند، ولی شکل مولکولی آمونیاک (NH_3) می تواند در جهت شیب غلظت به راحتی از دیواره های سلولی عبور کند. به همین دلیل آمونیاک به طور بالقوه برای ماهیان خطرناک است [۵]. آمونیاک مولکولی از دیواره آبشش عبور کرده و از طریق خون انتشار می یابد. این ترکیب با تاثیر مخرب بر روی عملکرد نورون‌های انتقال دهنده پیام عصبی، بر روی فعالیت مغز تاثیر می گذارد [۶].

در طبیعت گونه هایی از میکرو ارگانیسم های آزادزی تثبیت کننده نیتروژن وجود دارند که بیش‌تر متعلق به خانواده ازتوباکتریاسه هستند. این باکتری های گرم منفی که پلی مرفیسم دارند و می توانند کپسول و میکروسیست تولید کنند، کار تثبیت آمونیاک را برعهده دارند [۷]. فرآیند تثبیت آمونیاک دو مرحله دارد. در ابتدا آمونیاک توسط فعالیت‌های باکتریایی به نیتریت (NO_2) تبدیل می شود که خود این ماده، ویژگی سمی دارد. در ادامه مسیر تثبیت آمونیاک، نیتریت به نیترات (NO_3) تبدیل می گردد. نیترات برای ماهیان سمی نیست. به این عمل (تبدیل آمونیاک مولکولی به نیترات) در اصطلاح دنیتروفیکاسیون گویند [۶].

دنیتریفیکاسیون بیولوژیکی در سیستم هایی که دارای یک بستر مناسب برای جاگزینی مناسب باکتری ها هستند، بازده بالاتری نسبت به سیستم های متکی بر باکتری های معلق در ستون آب دارند [۸]. برای همین منظور در سال‌های اخیر بسترهای زیادی به عنوان محل قرار باکتری ها پیشنهاد شده است که می توان از انواع چسبیده به بستر به شن و ماسه، پلی وینیل کلراید و سنگ آهک اشاره کرد که در این سیستم‌ها آب از میان این بسترها عبور داده می شود [۹]. عمده مشکل بسترهایی که از انواع پلیمرهای مصنوعی (پلاستیک) تولید شده اند هزینه بالای تولید و مشکلات زیستی آنان است [۱۰]. البته خواص چسبندگی میکروارگانیسم‌ها بـه هـر یـک از بـسترهای فـوق متفـاوت اسـت. مطلعات گذشته تائید کننده این موضوع است که افزایش تخلخل و سطح بستر باعث افزایش چسبندگی باکتری و افزایش سرعت دنیتروفیکاسیون می‌شود [۱۲-۱۰]. امـروزه یکـی از ایـده‌هـای قابـل توجـه در زمینـه دنیتریفیکاسیون استفاده از یک ماده مناسب با سطح تمـاس بـالا بـه عنوان بستر می‌باشد [۱۳].

مطالعات سوارز و آبلییویچ [۱۴] و اصلان و ترکمان [۱۵] نشان داد می‌توان از ساقه گندم به عنوان منبع کربن برای فرآیند دنیتروفیکاسیون آب آشامیدنی استفاده کرد. هم چنین لوونگارت و همکاران [۱۶] از ساقه‌های گندم برای کاهش کدورت و آمونیاک محیط استفاده کردند. آن جا که افزایش آمونیاک در مزارع پرورش ماهی یکی از مشکلات رایج است، در این بررسی سعی کردیم که با استفاده از ساقه گندم میزان آمونیاک محلول را کاهش دهیم و راهی برای افزایش بقای ماهیان در مواجه با افزایش فوق حاد آمونیاک بیابیم.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش

ساقه گندم (کلش)

میزان ۲۰ کیلوگرم ساقه گندم (کلش) از روستاهای اطراف شهر گرگان تهیه گردید و پس از انتقال به محل آزمایش (سالن آبزی پروری دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان) به وسیله تسمه‌های پلاستکی به شکل ستون‌های فشرده کلش درآمدند تا مانع از پخش شدن و حرکت توده کلش در اطراف مخزن شود. این عمل هم چنین کمک نمود تا توده کلش به صورت شناور در میانه مخازن ثابت بماند.

آمونیاک

آمونیاک مورد استفاده در این آزمایش محصول لابراتور دکتر مجللی با خلوص ۲۵٪ بود.

طراحی سیستم

۹ عدد مخزن نگه‌داری آب به حجم ۲۴۰ لیتر آب‌گیری شد و پس از بررسی‌های اولیه، به دو گروه تیمار و یک گروه شاهد با سه تکرار برای هرکدام دسته بندی گردید. تیمار (۱) شامل مخازنی بود که ۱۰٪ از حجم کل مخازن به ساقه‌های گندم اختصاص داده شده بود. تیمار (۲) شامل آن دسته از مخازنی بود که تنها ۵٪ از حجم کل مخازن را ساقه‌های گندم فرا می گرفت. مخازنی که فاقد ساقه گندم بودند به عنوان شاهد در نظر گرفته شدند. در تمام زمان قبل از آزمایش تا شروع آن و پایان آزمایش، هوادهی به شکل مداوم برقرار بود و پارامترهای دیگر آب (آکسیژن محلول، دما، pH) به صورت منظم اندازه‌گیری و از تغییر آن‌ها جلوگیری شد. میانگین میزان اکسیژن محلول در آب (O_2) در طول دوره آزمایش ۵±۷۴٪ حالت اشباع و دما ۱/۵±۱۷/۸ درجه سانتی‌گراد ($^{\circ}C$) و میزان pH برابر ۰/۶± ۷/۸ بود.

آزمایش اصلی

۲۴ ساعت قبل از شروع آزمایش ساقه‌های گندم در مخازن آب در نظر گرفته شده قرار گرفتند و هوادهی به شکل مدام برقرار گشت. پس از این مدت با افزودن آمونیاک (NH_3) به هریک از مخازن میزان آمونیاک محلول آن‌ها به ۱۰ میلی‌گرم در لیتر (ml/lit) رسانده شد. میزان آمونیاک هریک از مخازن قبل از افزودن آمونیاک محاسبه و یادداشت گردید. میزان آمونیاک مخازن در ابتدای آزمایش و ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از افزودن آمونیاک با استفاده از ابزار فتومتر (Wagtech 7100) مورد محاسبه قرار گرفت. در مرحله دوم آزمایش ۶ عدد ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با میانگین وزنی ۰/۲±۸ گرم به هر مخزن اضافه گردید. تیماربندی‌ها در این مرحله آزمایش مشابه مرحله قبل بود. با این تفاوت که مخازن علاوه بر ساقه گندم حاوی ماهی نیز بودند. میزان تلفات در بازه های زمانی ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از اضافه کردن آمونیاک شمارش گردید. ماهیان ۲۴ ساعت قبل از شروع آزمایش به مخازن معرفی گشتند. هیچ گونه غذادهی، پس از معرفی ماهیان به مخازن نگه‌داری و در طول ۹۶ ساعت آزمایش اصلی صورت نپذیرفت. قبل از اضافه نمودن آمونیاک به محیط آزمایش، فضولات ماهیان جمع آوری و آمونیاک آب اندازه‌گیری شد. آمونیاک در هر دو مرحله آزمایش به گونه ای به محیط آبی اضافه گشت که با احتساب میزان اولیه آن در محیط، میزان آمونیاک در لحظه شروع آزمایش معادل ۱۰ میلی‌گرم در لیتر باشد. بر اساس

مطالعات ناجی و همکاران [۱۷] میزان LC_{50} برای ماهی کپور معمولی برابر با ۰/۹۹ میلی گرم در لیتر آمونیاک ملکولی (NH_3) است. از همین روی برای ایجاد شرایط فوق حاد غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر آمونیاک (تقریبا ۱۰ برابر غلظت LC_{50}) در نظر گرفته شد.

تحلیل داده ها

برای مقایسه داده‌ها بین تیمارها به تفکیک زمان و نیز برای مقایسه داده‌های به دست آمده از هریک از تیمارها با گذشت زمان، از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) استفاده گردید. هم‌چنین با استفاده از نرم افزار SPSS مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون LSD در سطح اطمینان ۰/۰۵ صورت گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج

نتایج نشان داد بین تیمارها و شاهد تفاوت معناداری در میزان آمونیاک وجود داشت($p<۰/۰۵$). بین تیمار (۱) و تیمار (۲) در میزان آمونیاک محلول تفاوت معناداری دیده شد ($p<۰/۰۵$). بیش‌ترین میزان کاهش مربوط به تیمار (۱) و کم‌ترین میزان کاهش آمونیاک مربوط به شاهد بود. مقدار اولیه آمونیاک قبل از آزمایش ۰/۰۲۵ میلی گرم در لیتر بود که این مقدار در پایان آزمایش در تیمار (۱) به میزان اولیه آن بود. این مقدار در تیمار (۲) و شاهد به ترتیب ۱۷ و ۳۲ مقدار اولیه بود. در تمام بازه های زمانی آزمایش به جز بازه زمانی ابتدای آزمایش، بین میزان آمونیاک در تیمارها و شاهد اختلاف معناداری وجود داشت ($p<۰/۰۵$) که این اختلاف تیمارها را نیز شامل می‌شد (جدول ۱).

جدول ۱- بررسی تغییرات آمونیاک در بازه زمانی متفاوت است.

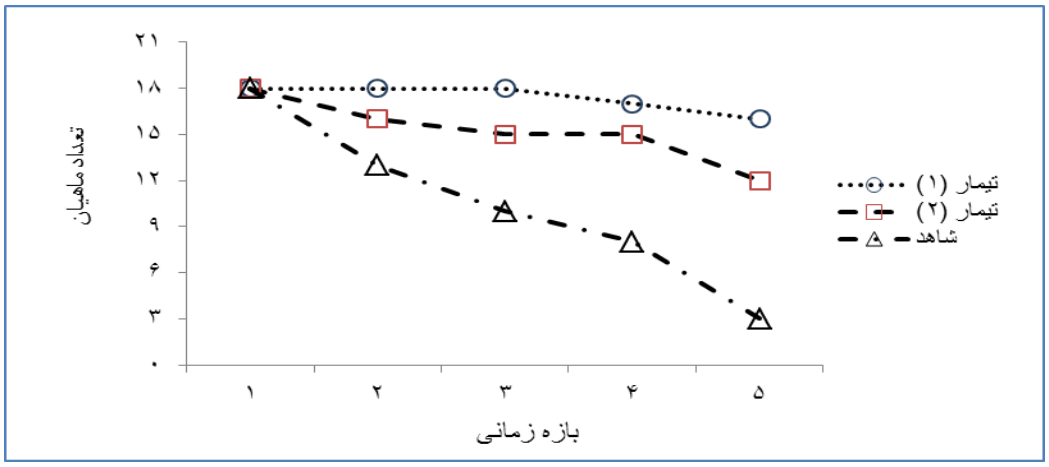
Table 1- Review changes of ammonia, at different time intervals.

	۰ ساعت	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹۶ ساعت
شاهد	۱۰±۰/۰۰^{Aa}	۷/۳۱±۰/۱۰^{Ba}	۴/۷۱±۰/۱۷^{Ca}	۲/۴۴±۰/۱۰^{Da}	۱/۶۱±۰/۱۳^{Ea}
تیمار (۱)	۱۰±۰/۰۰^{Aa}	۵/۳۳±۰/۲۵^{Bc}	۳/۳۰±۰/۱۰^{Cc}	۱/۲۴±۰/۰۵^{Dc}	۰/۰۵±۰/۰۰^{Ec}
تیمار (۲)	۱۰±۰/۰۰^{Aa}	۶/۵۴±۰/۱۲^{Bb}	۴/۲۵±۰/۰۵^{Cb}	۱/۹۹±۰/۲۰^{Db}	۰/۸۵±۰/۰۶^{Eb}

• مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده اند. حروف کوچک مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معناداری در میان مقادیر همان ستون است. حروف بزرگ مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معناداری در میان مقادیر همان ردیف است.

• Values are expressed as mean ± SD. Similar lowercase letters indicate the no significant difference between the values of the column. Similar capital letters, indicating no significant difference between the amounts row

در مرحله دوم آزمایش ۵۴ ماهی کپور (*Cyprinus carpio*) با میانگین وزنی ۸±۰/۲ گرم بین مخازن تقسیم شد و در بازه های زمانی مختلف میزان تلفات محاسبه گردید. کم‌ترین میزان تلفات ماهیان مربوط به تیمار (۱) با ۲ عدد بود. هم‌چنین بیش‌ترین میزان تلفات در گروه شاهد با ۱۵ عدد مشاهده گردید (شکل ۱).



شکل ۱- میانگین تغییر تعداد ماهیان در مواجهه با آمونیاک محلول است.

Figure 1- the average change in the number of fish, in the face of ammonia solution

www.SID.ir

Archive of SID

تلفات مربوط به تیمار (۱)، مربوط به انتهای دوره آزمایش بود (۴۸ ساعت انتهایی)، در حالی که در گروه شاهد اولین تلفات مربوط به ۲۴ ساعت ابتدایی شروع آزمایش بود. بیش‌ترین شیب کاهش تعداد ماهیان در مواجهه با میزان ۱۰ میلی گرم در لیتر آمونیاک در گروه شاهد مشاهده شد که نشان‌دهنده میزان بالای مرگ و میر در همان ساعات اولیه است. درحالی که در تیمار (۱) و تا حدودی تیمار (۲) میزان این شیب کم می باشد. در تیمار (۱) تا ۷۲ ساعت اولیه آزمایش شیب نمودار کاهش تعداد ماهیان، صفر است، به عبارتی هیچ‌گونه تلفاتی در این تیمار مشاهده نگردید.

بحث و نتیجه گیری

نتایج مطالعه ما نشان داد استفاده از ۱۰ معادل ۱۰٪ حجم مخزن از کاه گندم می تواند تا ۳۲ برابر بازده چرخه دنیتروفیکاسیون را ارتقا بدهد. مطالعه حاضر نشان‌داد استفاده از کاه گندم به عنوان یک بستر بیولوژیکی برای قرار گیری باکتری ها تاثیر به سزایی در بقای ماهیان دارد به گونه‌ای که تیمارهایی که معادل ۱۰٪ دارای ساقه گندم بودند، بعد از ۹۶ ساعت تنها ۱۳٪ گروه شاهد تلفات دادند.

تا به حال از مواد مختلفی به عنوان بستر در فرآیندهای بیولوژیکی نیتروفیکاسیون استفاده شده است [۱۸]. به عنوان مثال گودینی و همکاران [۱۹] در سال ۱۳۹۱، از کربن فعال به عنوان یک بستر شناور در راکتور تصفیه آب استفاده کردند. هم‌چنین اصلان و ترکمان [۱۵] در سال ۲۰۰۵ گزارش کردند، از کاه می‌توان در سیستم‌های موجود، برای تصفیه سموم کشاورزی که منشا نیتروژنی دارند، استفاده کرد. کاه به عنوان یک پایه و بستر با دارا بودن خل و فرج بسیار بر سطح خود، می‌تواند نقش مثبتی در کاهش میزان آمونیاک محیط‌های پرورشی به ویژه استخرهای پرورش ماهیان گرم آبی داشته باشد.

گودینی و همکاران [۱۹] در مطالعه خود نشان دادند استفاده از کنسرسیوم های تثبیت شده باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن بر روی کربن فعال، به میزان چشمگیری میزان نیترات، نیتریت و آمونیاک را کاهش می دهد و تنها در عرض چند ساعت غلظت ورودی را از ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر کاهش می‌دهد و به استاندارد آب آشامیدنی می رساند. هرچند در مطالعه حاضر برخلاف مطالعه صورت گرفته توسط گودینی و همکاران، از اجتماعات باکتری به شکل متمرکز و از پیش تعیین شده استفاده نشد، نتایج نشان داد استفاده از ساقه گندم (کلش) به شکل معناداری باعث کاهش میزان آمونیاک می‌شود ($p<۰/۰۵$). به عبارتی در ساده‌ترین حالت ساقه‌های گندم بستر مناسبی برای چسبیدن و قرار گرفتن این دسته از باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن است که به صورت طبیعی در محیط آبی یافت می شوند.

مطالعات صورت گرفته توسط فوگلار و همکاران [۱۱] و نیز سالیلینگ و همکاران [۱۳]، در سال ۲۰۰۷ تائید کننده این موضوع است که افزایش سطح تخلخل بستر باعث تماس بهتر باکتری با بستر و افزایش دنیتریفیکاسیون می شود. هم‌چنین مطالعات راجاپاکس و همکاران [۱۲] نشان داد دنیتریفیکاسیون در محیط های متخلخل به علت فراهم کردن سطح فعال بیشتر، بهتر از محیط‌های غیر متخلخل انجام می‌گیرد و در این گونه محیط‌ها رشد باکتری‌های دنیتریفایر بهتر و بیش‌تر صورت می‌گیرد؛ نتایج حاصل از آزمایش راجاپاکس در سال ۱۹۹۹، با مطالعه حاضر مطابقت داشت و مخازن دارای ساقه گندم (تیمار) عملکرد بهتری نسبت به مخازن فاقد ساقه گندم (شاهد) نشان داد ($p<۰/۰۵$). از طرفی وجود کاه در مخازن مانع تلفات در ماهیان موجود در این مخازن نگه‌داری در مواجهه با افزایش یک‌باره آمونیاک محیط شد.

سالیلینگ و همکاران [۱۳] در سال ۲۰۰۷ در مطالعه مربوط به استفاده از مخلوط براده چوب و ساقه گندم به عنوان یک بیوفیلتر

www.SID.ir

Archive of SID

جایگزین راکتورهای دنیتریفیکاسیون در سیستم‌های آبزی پروری و تصفیه فاضلاب در مواجهه با غلظت بالای نیترات، نشان دادند استفاده از این مواد به شکل معناداری باعث کاهش میزان آمونیاک در محیط می‌شود؛ نتایج حاصل از آزمایش سالیلینگ با مشاهدات ما هم‌خوانی داشت. در سال ۲۰۰۰ رابرتسون و همکاران [۲۰] بیان کردند استفاده از خاک اره، کمپوست برگ، دانه‌های فرآوری نشده و مالچ چوب در مسیر عبور آب می‌تواند باعث کاهش میزان آمونیاک به شکل معناداری در سیستم‌های آبزی پروری شود ($p<۰/۰۵$).

در سال ۱۹۹۳ لوونگر و همکاران [۱۶]، از ساقه های گندم برای کاهش میزان نیترات موجود در آب زراعی استفاده کردند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد استفاده از ساقه‌های گندم منجر به کاهش معنادار آمونیاک در محیط شد ($p<۰/۰۵$). نتایج مطالعه حاضر با نتایج حاصل از مطالعه لوونگر و همکاران هم‌خوانی داشت.

استفاده از مواد طبیعی به عنوان غربال‌گرهای طبیعی، تنها منحصر به پسماندهای گیاهی یا کشاورزی نمی‌شود. در سال ۱۹۹۶ ولوکیتا و همکاران [۲۱]، از اجتماع تکه‌های خرد شده روزنامه به عنوان یک بیوفیلتر در ستون دنیتریفیکاسیون کننده نیتروژن استفاده کردند. آن‌ها برای این کار ستونی را که درون خود حاوی اجتماعات در هم فشرده تکه‌های روزنامه بود، در مسیر مداوم جریان آب قراردادند. نتایج حاصل از مطالعه آن‌ها نشان داد این ساختار می‌تواند به عنوان یک بستر مناسب جهت تجمع باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، تاثیر معناداری بر کاهش میزان آمونیاک محیط آبی داشته باشد. نتایج مطالعه حاضر با نتایج حاصل از مطالعه ولوکیتا و همکاران مطابقت داشت.

اجتماعات نسبتا فشرده ساقه گندم که به وسیله تمسه های پلاستیکی به صورت یکپارچه نگهداری شده بودند، به وضوح نشان‌دهنده تاثیر مثبت استفاده از ساقه گندم به عنوان یک بیوفیلتر طبیعی در کاهش مقادیر بالای آمونیاک در محیط آبی بودند. مقایسه بین میزان آمونیاک در مخازن حاوی ساقه گندم (تیمار ۱) و مخازن فاقد گندم (شاهد) در انتهای زمان آزمایش (۹۶ ساعت) نشان داد غلظت آمونیاک در تیمار (۱) تا ۳۱ برابر کم‌تر از گروه شاهد بود.

هرچند کیفیت آب حاصل برآیند مجموعه‌ای از پدیده‌های فیزیکی و شیمیایی است. مطالعه حاضر نشان داد استفاده از روش های بیولوژیکی و کمتر دیده شده می‌تواند راه حلی مناسب برای مخاطرات پیش رو باشد. استفاده از ساقه های گندم (کلش) به شکل موثری باعث کاهش میزان مخاطره آمیز آمونیاک محلول در آب شد. هم‌چنین استفاده از کلش باعث کاهش تلفات مخازن نگه‌داری ماهیان و افزایش شانس بقای آنان شد. امروزه رویکرد استفاده از مواد طبیعی به عنوان یک بستر ارزان برای جاگذاری بهتر و تثبیت مؤثرتر نیتروژن و کاهش آمونیاک محلول در آب، رویکردی رو به رشد و کارآمد محسوب می شود. به عنوان مثال کیم و همکاران [۲۲]، درسال ۲۰۰۳ با استفاده از خاک اره و ساقه گندم راکتوری برای کنترل آمونیاک محیط‌های پرورشی تهیه کردند. از سویی رابرتسون و همکاران [۲۰] در سال ۲۰۰۵، بر اساس تحقیقات گذشته خویش ابزار تجاری تثبیت کننده نیتروژن را با نام تجاری «Nitrex^{TM}» پیشنهاد کردند.

مطالعه حاضر نشان داد استفاده از ساقه های گندم در عین کارآمدی، ارزانی، سادگی و کاربرد آسان راهی مناسب برای کاهش میزان آمونیاک محیط‌های پرورشی است. این روش می‌تواند با تشدید فرآیند دنیتریفیکاسیون شانس بقای آبزیان پرورشی و غیر پرورشی را در برابر افزایش یک‌باره یا تدریجی مقادیر آمونیاک افزایش دهد. هم‌چنین از این روش می‌توان به عنوان راهی مؤثر برای کاهش آمونیاک پساب‌های شهری و کارگاه‌های تکثیر آبزیان استفاده نمود. هرچند محدودیتی از نظر کاربرد آن‌ها در فضاهای پرورشی وجود دارد و نمی توان بخش بزرگی از محیط را به آن اختصاص داد. با این توضیح مطالعه بر روی فیلترهایی که هم‌زمان از کاه و کربن فعال به عنوان دو منبع تامین کننده کربن برای فرآیند دنیتریفیکاسیون نیز سودمند خواهد بود تا با افزایش بهره وری از حجم این فیلترها کاسته شود.

www.SID.ir

Archive of SID

تشکر و قدردانی

این مطالعه با تکیه بر محیط آموزشی و امکانات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان تهیه شده است. از آقایان دکتر قربانی، مهندس محمد فروهر واجارگاه و مهندس جافر که بسیار به ما یاری رساندند کمال تشکر و قدردانی را دارم. از کارکنان و مسوولین دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان بسیار ممنون هستم.

منابع

1. Soutar, R., 2004. The welfare of farmed fish-recent developments. Study Veterans Journal, Vol. 14, pp. 17-21.
2. Bennison, S., 2004. Animal welfare in the Australian aquaculture industry. Welfare underwater.
3. Conte, F.S., 2004. Stress and the welfare of cultured fish. Applied Animal Behavior Science, Vol. 86, pp. 205-223.
4. Timmons, J., Fred, S.B., 2002. Recirculation Aquaculture Systems. NRAC publication. No. 01-02.
5. Thurston, R., Phillips R.G., Russo, C.R., 1981. Increased toxicity of ammonia to rainbow trout (*Salmogairdneri*) resulting from reduced concentrations of dissolved oxygen. Canada Journal Fish Aquatic Science, Vol. 38, pp. 983-988.
6. Svobodova, Z., Lioyd, R., Machova J., Vykusova B. Water quality and fish health. EIFAC Technical Paper.No. 54. Rome, Fao. 1993. 59p.
7. Martyniuk, S.,Martyniuk, M. 2004. Occurrence of Azotoacter sp. in some Polish soils. Polish Journal Environment Study, Vol. 12, pp. 371-374.
8. Rabah, F.K., Dahab, M.F., 2004. Nitrate removal characteristics of high performance fluidized - bed biofilm reactors. Water Research, Vol. 38, pp.3719- 3728.
9. Tchobanoglous G., Burton F.L., Stensel H.D., 2003.wastewater engineering: Treatment and reuse. Fourth edition, Published by McGraw-Hill Companies, Inc. No. York, NY 10020. 1771p.
10. Willie Jones B.S., Philip W.W. and Thomas M.L. 2007. Wood chips and wheat straw as alternative biofilter media for denitrification reactors treating aquaculture an other wastewaters with high nitrate concentrations. Aquaculture Engineering. Vol. 37, Pp. 222-233.
11. Foglar, L., Sipos, L., Bolf, N., 2007. Nitrate removal with bacterial cells attached to quartz sand and zeolite from salty waste water. World Journal Microbiology Biotechnology, Vol. 23 (11), pp. 1595- 1603.
12. Rajapakes, J.P., Scott, J.E., 1999. Denitrification with natural gas and various new growth media. Water Research, Vol. 33, pp. 3723- 3734.
13. Saliling, W.J.B., Westerman P.W., Losordo, T.M., 2007. Wood chips and wheat straw as alternative biofilter media for denitrification reactors treating aquaculture and other wastewaters with high nitrate concentration. Aquaculture Engineering, Vol. 37 (3), pp. 222- 233.
14. Soares, M.I.M., Abeliovich, A., 1998. Wheat straw as substrate for

www.SID.ir

Archive of SID

denitrification. Water Res. 32 (12), 3790–3794.

15. Aslan, U., Turkman, A., 2005. Combined biological removal of nitrate and pesticides using wheat straw as substrate. Process Biochemistry, Vol. 40, pp. 935- 943.
16. Lowengart, A., Diab, S., Kochba, M., Avnimelech, Y., 1993. Development of a biofilter for turbid and nitrogen-rich irrigation water. A: Organic carbon degradation and nitrogen removal processes. Bioresource Technology, Vol. 44, pp. 131- 135.
17. Naji, T., Khara, H., Rostami, M., Pejman, A.N., 2009. Evaluate toxicity effects of Ammonia on liver tissue of common Carp (*Cyprinus carpio*). Journal of Environmental Science and Technology, Vol. 1 (11), pp. 131-148. (in Persian)
18. Cang, Y., Roberts, D.J., Clifford, D.A., 2004. Development of cultures capable of reduce in perchlorate and nitrate in high salt solutions. Water Research, Vol. 38, pp. 3322- 3330.
19. Ghodini, H., Rezaee, A., Beyranvand, F., Jahanbani, N., 2012. Nitrate removal from water using denitrifier-bacteria immobilized on activated carbon at fluidized-bed reactor. Yafte, 2012; 14 (3), pp. 15-27. (in Persian)
20. Robertson, W.D., Bloowes, D.W., Ptacek, C.J, Cherry J.A., 2000. Long-term performance of in situ reactive barriers for nitrate remediation. Groundwater, Vol. 38 (5), pp. 689- 695.
21. Volokita, M., Belkin, S., Abeliovich, A., Soares, M., 1996. Biological denitrification of drinking water using newspaper. Water Research, Vol. 30 (4), pp. 364- 376.
22. Kim, H.E., Seagren A., Davis, A.P., 2003. Engineered bioretention for removal of nitrate from stormwater runoff. Water Environment Research, Vol, 75, pp. 355- 367.

www.SID.ir