

อัตราการไหลของน้ำผ่านระบบกรองสำคัญ(กับระดับแอมโมเนียในบ่อเลี้ยง)จริงหรือ?

(จากบทความ “Flow rates through our filters, do they matter?” โดย Spike Cover)

โดยสรุป คำตอบสำหรับคำถามหัวเรื่องคือ จริง แอมโมเนียเป็นสารพิษที่อาจก่ออันตรายถึงแก่ชีวิตกับปลาได้ และถึงแม้จะอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าในระดับที่เป็นอันตรายร้ายแรง การมีแอมโมเนียในระดับที่สูงต่อเนื่องก็จะส่งผลทำให้ปลาเติบโตช้าและอ่อนแอทำให้เกิดโรคต่างๆได้ง่าย ในบ่อเลี้ยงที่สะอาดนั้นสองปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อระดับแอมโมเนียคืออัตราการไหลของน้ำผ่านระบบกรองชีวภาพและอัตราการให้อาหาร ที่อัตราการไหลของน้ำเพิ่มขึ้น ระดับแอมโมเนียจะลดลง และเมื่อมีการเพิ่มปริมาณอาหาร ระดับแอมโมเนียในน้ำก็จะเพิ่มขึ้นเช่นกัน บ่อเลี้ยงที่มีขนาดใหญ่จะช่วยลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียอย่างฉับพลัน ระบบกรองที่ใหญ่ขึ้นทำให้เราสามารถให้อาหารปลาได้ในปริมาณที่มากขึ้น และเครื่องให้อาหารอัตโนมัติจะช่วยทำให้ระดับแอมโมเนียที่ปลาปล่อยออกมาสม่ำเสมอตลอดวัน ปัจจัยเรื่องค่า pH รวมถึง(แม้จะมีผลน้อยกว่า) อุณหภูมิของน้ำจะส่งผลต่ออัตราส่วนของ unionized ammonia ซึ่งเป็นแอมโมเนียแบบที่เป็นพิษสูงสุด การเพิ่มของค่า pH หรืออุณหภูมิของน้ำจะเป็นการเพิ่มแอมโมเนียที่เป็นพิษ กฎโดยทั่วไปคือหากต้องการกำจัดแอมโมเนียที่เกิดจากการให้อาหารปลา 1 ปอนด์ต่อวัน (ประมาณ 456 กรัม) จะต้องมีอัตราการไหลของน้ำที่ระดับ 60 gpm (gallon/minute หรือประมาณ 13.6 ตัน/ชม.) ผ่านระบบกรองชีวภาพที่มีขนาดเพียงพอ เกือบจะเป็นที่แน่นอนเลยว่าการเพิ่มอัตราการไหลของน้ำผ่านระบบกรองชีวภาพให้สูงขึ้นจะช่วยเพิ่มคุณภาพ พบรายละเอียดเพิ่มเติมได้ในบทความ

เป็นที่รู้กันว่า แอมโมเนียไม่ดีกับปลา แอมโมเนียเป็นพิษและแอมโมเนียในระดับที่สูงสามารถทำลายเหงือก, ผิว และอวัยวะภายในของปลาได้ หรือแม้แต่ทำให้ถึงแก่ชีวิต และการมีแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงอย่างต่อเนื่อง แม้จะอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าในระดับที่เป็นอันตรายร้ายแรง ก็ส่งผลทำให้ปลาเติบโตช้าและอ่อนแอทำให้เกิดโรคต่างๆได้ง่าย ดังนั้นเราสามารถสรุปได้ง่ายๆได้ว่าความสนใจของเราคือในบ่อเลี้ยงปลาของเรามีแอมโมเนียอยู่ในระดับใดและทำอย่างไรที่จะช่วยลดปริมาณแอมโมเนียในน้ำเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีกับปลาของเรา

และในการพิจารณาประเด็นนี้ เราต้องหาคำตอบของคำถาม 3 ข้อ

คำถามที่ 1: อะไรคือระดับสูงสุดของแอมโมเนียในบ่อที่ยอมรับได้

เรามักจะได้ยินเสมอว่าระดับแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงควรเป็นศูนย์ แต่เราก็ทราบเช่นกันว่าปลาจะทำการปล่อยแอมโมเนียออกมาตลอดเวลาและเป็นไปไม่ได้เลยที่ระบบกรองจะสามารถกำจัดแอมโมเนียทั้งหมดได้ทันทีทันใดแสดงว่าต้องมีแอมโมเนียบางส่วนปนอยู่ในน้ำ เราจะปรับแก้สิ่งที่ขัดแย้งกันสองประการนี้ได้ได้อย่างไร? จริงๆแล้วนั้น เมื่อเราได้ยินว่าระดับแอมโมเนียต้องเป็นศูนย์ สิ่งที่ถูกพูดหมายถึงคือความเป็นจริงว่าชุดวัดแอมโมเนียโดยทั่วไป(ที่ราคาไม่แพง) จะไม่สามารถอ่านค่าแอมโมเนียในระดับต่ำกว่า 0.1 ppm (ส่วนต่อล้านส่วน) ได้ และโดยส่วนใหญ่ไม่สามารถอ่านค่าแอมโมเนียในระดับที่ต่ำกว่า 0.25 ppm ด้วยซ้ำ ดังนั้นความต้องการที่แท้จริงของเราคือรักษาระดับแอมโมเนียในน้ำให้อยู่ในระดับต่ำกว่า 0.25 ppm

แต่เรื่องราวยังซับซ้อนกว่านั้น ชุดวัดแอมโมเนียจริงแล้วไม่ได้วัดค่าแอมโมเนียโดยตรง แต่เป็นการวัดค่า Total Ammonia Nitrate (TAN) ซึ่งเป็นการวัดสารประกอบไนโตรเจนกับแอมโมเนียแบบต่างๆ แบบของแอมโมเนียที่เราสนใจมี 2 แบบคือ unionized ammonia (แบบที่เป็นพิษ) หรือ NH_3 และ ammonium (แอมโมเนียม) ซึ่งเป็นแบบ ionized (ที่เป็นพิษน้อยกว่ามาก) หรือ NH_4^+ โดยเราจะสนใจแบบที่เป็นพิษหรือ NH_3 มากที่สุด

ถ้าเราต้องการรู้ถึงปริมาณ ammonia จากค่า TAN ที่อ่านได้ เราจำเป็นต้องพิจารณาถึงอัตราส่วน atomic weights ของแอมโมเนียและไนโตรเจน (หมายเหตุผู้แปล บทความส่วนนี้จำเป็นต้องอาศัยความรู้วิชาเคมีที่ผู้แปลได้ค้นอาจารย์ไปเมื่อสิบกว่าปีก่อน ดังนั้นจึงแปลไปตรงตัวตามต้นฉบับโดยไม่ได้ขยายความ หากผิดพลาดประการใด ต้องขออภัยมา ณ ที่นี้และขอรบกวนชี้แนะแก้ไขเพื่อประโยชน์ของผู้อ่านท่านอื่น ๆ) โดยที่ $N=14$ และ $H=1$ ดังนั้น $\text{NH}_3/N=(14+3)/14=1.21$ หมายความว่าถ้าเอาเอาน้ำหนักของ TAN คูณด้วย 1.21 เราจะได้น้ำหนักของแอมโมเนีย ด้วยวิธีเดียวกัน เราจะได้ค่าอัตราส่วนแอมโมเนียมต่อไนโตรเจนเป็น 1.29

ในอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้มีการแนะนำระดับสูงสุดของแอมโมเนียไว้ดังต่อไปนี้ โดยอ้างอิงจากหนังสือ Recirculating Aquaculture Systems, Second Edition ของ Michael Timmons

แอมโมเนีย

เป็นที่สับสนพอสมควรสำหรับแอมโมเนีย ไม่เคยมีการพิจารณาตัวเลขที่แน่นอนของค่าระดับความเป็นพิษของแอมโมเนียและความแตกต่างระหว่างแอมโมเนียแบบที่เป็นพิษ NH_3 กับแบบที่คาดว่าไม่เป็นพิษ NH_4^+ โดย Meade (1985) ได้ศึกษาข้อมูลวิชาการเกี่ยวกับผลกระทบของแอมโมเนียในปลาและได้สรุปไว้ว่า

“เรายังไม่สามารถบอกได้ถึงค่าระดับความเข้มข้นสูงสุดของ unionized หรือ total ammonia ที่ปลอดภัยแน่นอนสำหรับสัตว์น้ำ”

ค่าความเป็นพิษของแอมโมเนียนั้นเปลี่ยนแปลงได้ในวงกว้างและไม่ได้ขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียแต่เพียงอย่างเดียว

หน่วยงาน The European Inland Fishery Advisory Commission (EIFAC) of FAO กำหนดให้ระดับความเข้มข้นที่ 0.025 mg/L ของ NH_3 เป็นค่าสูงสุดที่ยอมรับได้สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

แต่ค่าดังกล่าวเป็นค่าสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งสำหรับนักเลี้ยงปลาสวยงามอย่างเราคงจะต้องมองไปถึงมาตรฐานที่สูงกว่านั้นเพราะสิ่งที่เราต้องการไม่ใช่เพียงแค่สภาพแวดล้อมที่พอใช้ได้ แต่เป็นสภาพแวดล้อมที่ดีที่สุดสำหรับตัวปลา ดังนั้น ผู้เขียนจึงอยากเสนอให้เราจำกัดไว้ที่เพียง 1/10 ของค่าที่ EIFAC แนะนำ นั่นคือเราจะใช้ค่า 0.0025 mg/L เป็นค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ของ NH_3 ในบ่อเลี้ยงของเรา

คำถามที่ 2: ระดับแอมโมเนียในน้ำในบ่อเลี้ยงของเราคือเท่าไร

นักวิทยาศาสตร์ได้มีการศึกษาถึงสัดส่วนของ NH_3 และ NH_4^+ ในน้ำที่เปลี่ยนแปลงตามค่า pH และ อุณหภูมิของน้ำและได้น้ำเสนอชาร์ทสำหรับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ชาร์ทจากรูปที่ 13.57 ในหน้า 561 ของหนังสือ Aquacultural Engineering โดย Wheaton

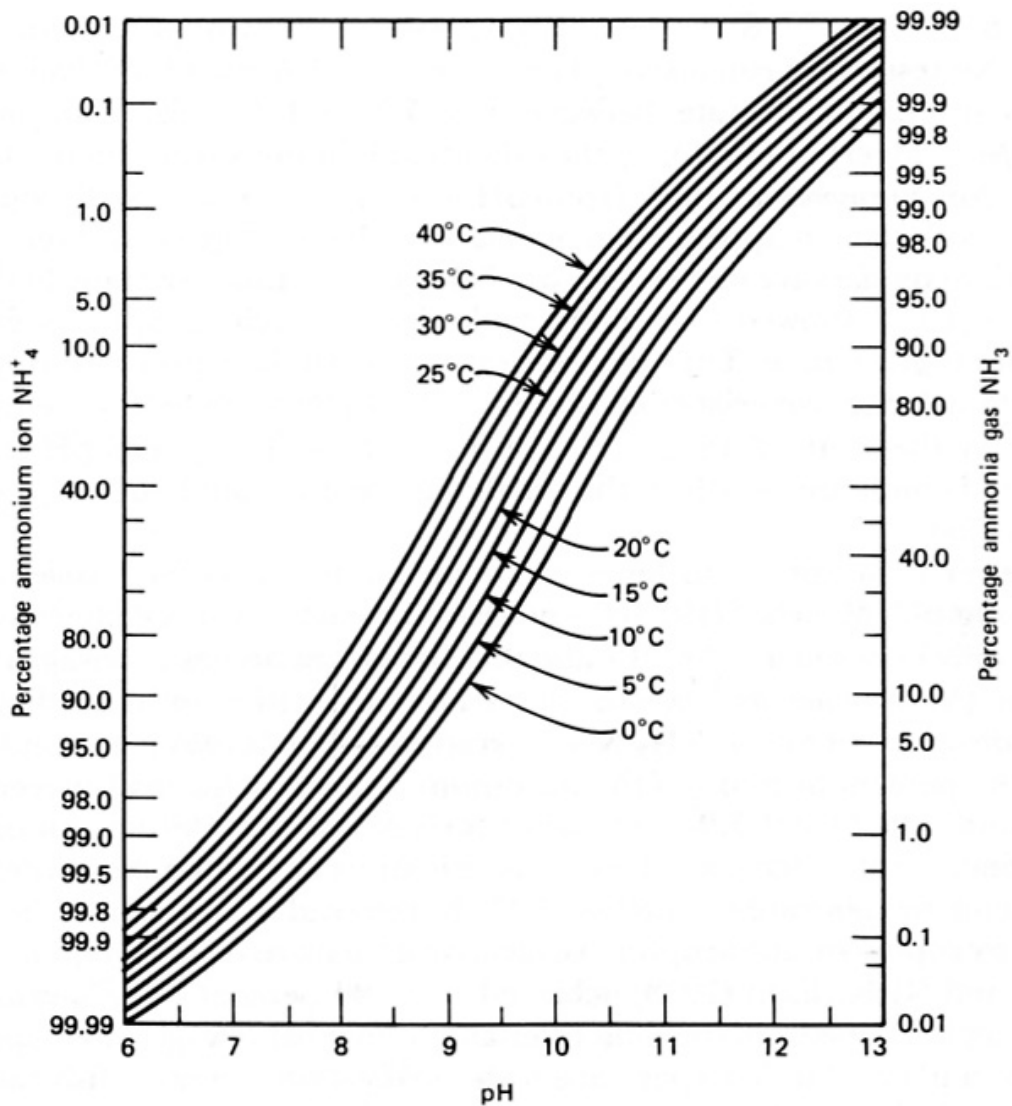


Figure 13.57 Effects of pH and temperature on the distribution of ammonia and ammonium ion in water. Data from Liao et al. (1972).

และสำหรับผู้ที่ถนัดดูตารางมากกว่า เราสามารถดูจากตาราง 2.5 ของหนังสือ Recirculating Aquaculture Systems, Second Edition โดย Michael Timmons

Table 2.5 Percentage of Free Ammonia (as NH₃) in Freshwater at Varying pH and Water Temperature, (Spotte, 1979)

pH	10°C (50°F)	15°C (59°F)	20°C (68°F)	25°C (77°F)	30°C (86°F)*
7.0	0.19	0.27	0.40	0.55	0.80
7.1	0.23	0.34	0.50	0.70	
7.2	0.29	0.43	0.63	0.88	
7.3	0.37	0.54	0.79	1.10	
7.4	0.47	0.68	0.99	1.38	
7.5	0.59	0.85	1.24	1.73	2.5
7.6	0.74	1.07	1.56	2.17	
7.7	0.92	1.35	1.96	2.72	
7.8	1.16	1.69	2.45	3.39	
7.9	1.46	2.12	3.06	4.24	
8.0	1.83	2.65	3.83	5.28	7.5
8.1	2.29	3.32	4.77	6.55	
8.2	2.86	4.14	5.94	8.11	
8.3	3.58	5.16	7.36	10.00	
8.4	4.46	6.41	9.09	12.27	
8.5	5.55	7.98	11.18	14.97	20

*ตารางดั้งเดิมไม่มีคอลัมน์สำหรับอุณหภูมิน้ำ 30°C แต่ขอเพิ่มเข้ามา ณ ที่นี้เพื่อประโยชน์ในการใช้งาน: ผู้แปล

ถ้าเราเลือกค่าที่ค่อนข้างสูงมาเป็นตัวอย่าง เราจะได้ค่าที่ค่อนข้างที่ค่อนข้างสูงกว่าความเป็นจริง ซึ่งจะปลอดภัยสำหรับสภาพทั่วไป ดังนั้น เราลองเลือกค่า pH 8.0 ที่อุณหภูมิ 75°F เราจะเห็นว่าปริมาณของ NH₃ จะอยู่ที่ประมาณ 5% จำค่า 5% นี้ไว้

มักจะมีความสัมพันธ์เสมอเกี่ยวกับความสำคัญของกระบวนการ nitrification และ ammonification โดยการคำนวณทั้งหมดจะขึ้นอยู่กับการประมาณค่าปริมาณแอมโมเนียที่เกิดขึ้น ซึ่งจะขึ้นกับปริมาณการให้อาหารปลา ดังนี้

$$P_{TAN} = \{ F \cdot PC \cdot 0.092 / t = 1 \text{ day} \} \quad (4.9)$$

P_{TAN} คือปริมาณ TAN ที่ปลาผลิตออกมาในหน่วย กิโลกรัมต่อวัน

F คือค่าปริมาณอาหารที่ให้ในหน่วย กิโลกรัมต่อวัน

และ PC คือปริมาณโปรตีนในอาหารแบบทศนิยม ($30\%=0.30$)

ค่าคงที่ในสมการได้มาจากการประมาณค่าต่างๆหลายค่าซึ่งเมื่อนำมาคูณกันจะได้เท่ากับ 0.092

$$0.092 = 0.16 \times 0.80 \times 0.80 \times 0.90$$

- 16% ของโปรตีนคือไนโตรเจน
- 80% ของไนโตรเจนจะถูกดูดซึม
- 80% ของไนโตรเจนที่ถูกดูดซึมจะถูกขับออกมา
- 90% ของไนโตรเจนที่ถูกขับออกมาในสภาพของ TAN และอีก 10% เป็น ยูเรีย (ปลาน้ำจืดเท่านั้น)
- TAN ทั้งหมดจะถูกขับออกมาภายในระยะเวลา t
- ไนโตรเจนที่ไม่ถูกดูดซึมและอยู่ในมูลปลาจะถูกนำออกจากระบบอย่างรวดเร็ว
- (ไม่มีการเติมแร่ธาตุที่เป็นสารประกอบไนโตรเจน)

สมมุติฐานเกี่ยวกับการย่อยและการสร้างแอมโมเนียโดยบอกว่าจะมีการขับออกจากทางเหงือกและมูลปลาอาจยังต้องเที่ยงตรงนั้น ดังนั้นเรามักจะเห็นว่าค่าอัตราการสร้างแอมโมเนียเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำ เพื่อความง่าย เราสามารถประมาณว่า 10% ของโปรตีนในอาหารจะถูกแปลงมาเป็นสารประกอบแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในที่สุด

ต่อมาเรามาดูกันว่าแอมโมเนียถูกสร้างขึ้นมากน้อยแค่ไหนในระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งชาวเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำก็ได้หาคำตอบนั้นให้แก่เราไว้แล้ว โดยดูจากสมการด้านบน ถ้าอาหารที่เราใช้มีปริมาณโปรตีน 36% และเราใช้ค่า 10% ในการประเมินค่า TAN ที่ถูกปลาปลดปล่อยลงในน้ำ เราจะได้ว่า 3.6% ของน้ำหนักอาหารที่เราให้จะกลายเป็น TAN แต่เรารู้ว่า TAN ไม่ใช่แอมโมเนีย ถ้าเรากลับไปดูตัวอย่างก่อนหน้านี้เราจะได้ว่า 5% ของ TAN คือแอมโมเนีย (NH_3) เราจึงสรุปได้ว่า 5% ของ 3.6% หรือเท่ากับ 0.18% ของอาหารจะกลายเป็น NH_3 ในน้ำ

ดังนั้น ถ้าเราให้อาหารปลาหนึ่งปอนด์ต่อวัน ก็จะถูกแปลงมาเป็นน้ำหนัก 0.18% ของหนึ่งปอนด์ของแอมโมเนียที่มีพิษ NH_3 หรือเท่ากับ 0.817 กรัมหรือ 818.7 มิลลิกรัมของ NH_3 ต่อวัน จำตัวเลขนี้ไว้

อีก

คำถามที่ 3: เราจะรักษาระดับแอมโมเนียเฉลี่ยให้ต่ำกว่า 0.0025 ppm ได้อย่างไร

ตอนนี้เราต้องสมมุติว่าน้ำที่ผ่านระบบกรองชีวภาพนั้นจะปราศจากแอมโมเนียทั้งสองชนิด (ซึ่งอาจไม่ใช่เสมอไปแต่เราจะคุยกันถึงเรื่องนี้ในภายหลัง) ซึ่งจากสมมติฐานนี้ เราจะมาคำนวณกันว่าต้องใช้ น้ำสะอาดปริมาณเท่าไรถึงจะเจือจาง NH_3 ปริมาณ 817 mg/day ให้อยู่ต่ำกว่า 0.0025 ppm โดยเราจะคำนวณกันด้วยสมการง่ายๆดังนี้

ความเข้มข้น = สารละลาย / ตัวทำละลาย (สารละลายคือ NH_3 , ตัวทำละลายคือน้ำสะอาด)

หรือ

ตัวทำละลาย = สารละลาย / ความเข้มข้น

ดังนั้น

ตัวทำละลาย = (817 mg/day) / (0.0025 mg/L) = 326,800 L/day

หรือ 86,275 gallons/day = 3535 gal/hr = ประมาณ 60 gal/min

หรือ 326.8 tons/day = 13.62 tons/hr

หมายความว่า ถ้าในบ่อของเรามีค่า pH 8.0, อุณหภูมิ 75°F, มีระบบกรองชีวภาพที่พอเพียง, ต้องการให้อาหารปลา 1 ปอนด์ต่อวันและต้องการรักษาคุณภาพน้ำให้ดีเสมอ (ค่า NH_3 เฉลี่ยน้อยกว่า 0.0025 ppm) เราจะต้องการรอบน้ำอย่างน้อยที่ 60 gal/min ผ่านระบบกรอง

ด้วยวิธีเดียวกันนี้ เราสามารถคำนวณปริมาณน้ำต่อวันผ่านระบบกรองชีวภาพที่มีประสิทธิภาพเพื่อรักษาระดับ NH_3 ในน้ำให้ต่ำกว่า 0.0025 ppm ในสภาวะที่ค่า pH และอุณหภูมิแตกต่างจากนี้

ส่วนเสริม

สิ่งแรกที่เราควรระวังคือการคำนวณนี้ไม่ได้สนใจแหล่งแอมโมเนียอื่นๆในบ่อเลี้ยงนอกจากตัวปลาเอง หากในบ่อเลี้ยงคุณสกรก มีการเน่าสลายของสิ่งต่างๆซึ่งมีส่วนในการเพิ่มแอมโมเนียอย่างมาก การคำนวณนี้จะไม่มีประโยชน์ใดๆ

ตัวอย่างข้างบนเราพิจารณาถึงอัตราการให้อาหารที่ 1 ปอนด์ต่อวันเท่านั้น หากคุณให้อาหารมากกว่านี้เท่าตัว อัตราการไหลของน้ำที่คุณต้องการก็ต้องเพิ่มขึ้นเท่าตัวเช่นกัน ในทางกลับกัน หากคุณให้อาหารน้อยกว่านี้ครึ่งหนึ่ง อัตราการไหลของน้ำที่คุณต้องการก็ลดลงครึ่งหนึ่งเท่านั้น นอกจากนี้โปรดระลึกไว้เสมอว่าเราอัตราการไหลของน้ำที่เราคำนวณนั้นคำนึงถึงเพียง NH_3 เท่านั้น ปัจจัยอื่นๆเช่น TAN หรือ ปริมาณออกซิเจนในน้ำอาจต้องการรอบน้ำมากกว่านี้

ตัวอย่างเช่น Timmons แนะนำเป็นหลักง่ายๆว่า TAN สำหรับปลาน้ำอุ่นไม่ควรสูงเกิน 2-3 ppm ถ้าเรานำค่านี้มาหาร 10 อีกครั้งและคำนวณอัตราการไหลของน้ำที่ต้องการสำหรับการให้อาหาร 1 ปอนด์ต่อวัน เราอาจได้รอบน้ำที่สูงขึ้นในบางกรณีเมื่อเทียบกับตัวอย่างก่อนหน้านี้

มักเป็นที่แนะนำกันว่าให้งดอาหารปลาเมื่อเกิดโรคในบ่อเลี้ยง ตอนนี้อาจเข้าใจกันแล้วว่า การงดอาหารจะช่วยเพิ่มคุณภาพน้ำได้อย่างไรโดยเฉพาะเมื่ออัตราการไหลของน้ำผ่านกรองยังคงเท่าเดิม

การตรวจสอบทฤษฎีเกี่ยวกับการปฏิบัติมักเป็นเรื่องที่ตีเสมอ และอีกครั้งหนึ่งที่ชาวเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้ให้ข้อมูลไว้แล้ว โดยสามารถดูได้จากรูปต่อไปนี้

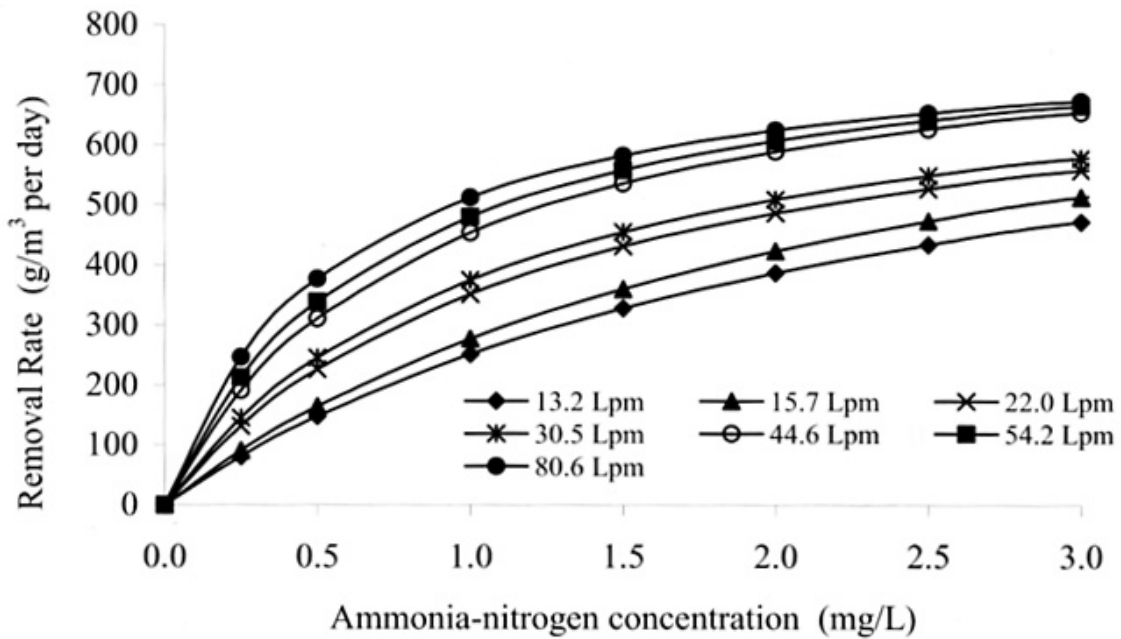


Figure 7.2 Rates of Nitrification as Affected by Water Column Concentration for a Bubble-Washed Bead Filter (Ebeling, 2000).

ในหนังสือของ Wheaton หน้า 575 Wheaton ได้กล่าวไว้ว่าปริมาณของแอมโมเนียไม่ขึ้นกับปริมาณน้ำและอัตราการหมุนเวียนของน้ำ มันเป็นไปได้อย่างไรว่าปริมาณน้ำมาก(บ่อเลี้ยงขนาดใหญ่) จะไม่มีผลต่อปริมาณแอมโมเนียในน้ำ? คำตอบคือ เมื่อเราพูดถึงแอมโมเนียในน้ำ เรากำลังพูดถึงค่าเฉลี่ยของแอมโมเนีย นอกจากนั้น ในการคำนวณของเรา เราไม่ได้คิดถึงความสามารถในการ nitrifying ของผนังและกันบ่อ น้ำปริมาณมากช่วยลดอัตราการเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียและจะเป็นประโยชน์มากสำหรับบ่อที่มีการให้อาหารเพียงหนึ่งหรือสองสามครั้งต่อวัน แต่เมื่อเวลาผ่านไป ระบบจะถึงจุดสมดุลย์ เมื่อปริมาณแอมโมเนียที่เพิ่มขึ้นต่อวันจะเท่ากับปริมาณแอมโมเนียที่ถูกกำจัดออกจากระบบต่อวัน แสดงว่าปริมาณน้ำทั้งหมดที่ผ่านการทำความสะอาดโดยระบบกรองจะมีปริมาณแอมโมเนียเท่ากับปริมาณแอมโมเนียที่ผลิตขึ้นต่อวัน และหมายถึงปริมาณแอมโมเนียที่สร้างขึ้นหารด้วยปริมาณน้ำในบ่อจะเท่ากับปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ย ดังนั้น กล่าวได้ง่าย ๆ ว่ายิ่งน้ำผ่านระบบกรองมากขึ้น ปริมาณน้ำสะอาดยิ่งเพิ่มขึ้นและปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยในน้ำจะลดลง

กลับมาที่จำนวนครั้งของการให้อาหารต่อวัน เราไปดูกันว่านักเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีความเห็นอย่างไร (จาก Timmons)

สมการ 4.9 เป็นการประมาณปริมาณ P_{TAN} ที่ค่อนข้างสูงและเน้นปลอดภัย ในสมการเราใช้เวลาเท่ากับ 1 วัน แต่เราอาจใช้เวลาเท่ากับเวลาระหว่างการให้อาหารแต่ละครั้ง ในการเลี้ยงระบบปิด เราสามารถให้อาหารอย่างสม่ำเสมอตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งจะเป็นการกระจายปริมาณแอมโมเนียที่สร้างขึ้นออกไปตลอดวัน ถ้าไม่ได้มีการให้อาหารตลอด 24 ชม. ควรมีการปรับสมการโดยใช้ช่วงเวลาเท่ากับช่วงเวลาระหว่างมื้อการให้อาหาร หรือหากมีการให้อาหารเพียง 1 มื้อต่อวัน เราควรใช้เวลา 4 ชั่วโมงในสมการ ซึ่งเป็นเวลาสำหรับการที่แอมโมเนียทั้งหมดถูกปล่อยออกมาหลังจากการให้อาหาร สมมติฐานที่ว่า TAN ทั้งหมดถูกปลดปล่อยออกมาภายในเวลาที่จำกัดเกิดจากการศึกษาว่าระบบย่อยอาหารของปลาทำงานสูงขึ้นอย่างมากหลังจากการให้อาหาร แม้ว่าเวลา t จะขึ้นกับปัจจัยทางชีวภาพอื่นๆอีกมากมาย และจากประสบการณ์ที่ผ่านมาเราพบว่าระบบการย่อยอาหารของปลาทำงานสูงขึ้นภายใน 1-4 ชั่วโมงหลังการได้รับอาหาร เราสามารถสรุปได้ง่ายๆว่าการให้อาหารน้อยๆอย่างสม่ำเสมอตลอดวันจะช่วยลดปริมาณสูงสุดของ P_{TAN} ได้ ซึ่งจริงๆแล้วนี่คือกลยุทธ์สำหรับการผลิตปลาในแท้งค์ด้วยการใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติ

จะเห็นได้ว่าหากเราให้อาหารเพียงแค่ 1 ครั้งต่อวันและใช้ช่วงเวลา 4 ชม.ตามที่เสนอโดย Timmons จะเป็นการเพิ่มปริมาณแอมโมเนียระยะสั้นสูงขึ้นกว่าค่าเฉลี่ยตลอด 24 ชม. ถึง 24/4 หรือ 6 เท่า ดังนั้นการที่เราตั้งค่าให้ต่ำกว่าค่าที่แนะนำในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำถึง 10 เท่า น่าจะเป็นตัวเลือกที่ดีและยังเหลือช่องว่างสำหรับกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงค่า pH, อุณหภูมิในกระแสน้ำหรือระบบกรองที่ไม่มีประสิทธิภาพอีกด้วย

โปรดอย่าคิดว่า ถ้าคุณมีบ่อขนาด 10,000 gallons และมีระบบกรองขนาดเท่ากล่องนมบั้งแล้วคุณจะสามารถทำให้น้ำมีคุณภาพดีได้ด้วยการเพิ่มรอบของน้ำให้วิ่งผ่านระบบกรองด้วยความเร็วเสียง มันไม่มีทางเป็นไปได้ แต่ถ้าหากคุณมีระบบกรองที่ดีและใช้วิธีการคำนวณรอบน้ำแบบเดิมๆแล้ว การเพิ่มรอบน้ำขึ้น 50% แทบจะเป็นที่แน่นอนเลยว่าปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยในบ่อของคุณจะลดลง

จากการวิเคราะห์ที่ผ่านมาเราสามารถสรุปได้ว่าหากเราต้องการลดปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยในบ่อ เราสามารถทำได้โดย

มีรอบน้ำผ่านกรองที่สูงกว่า “ปรกติ”

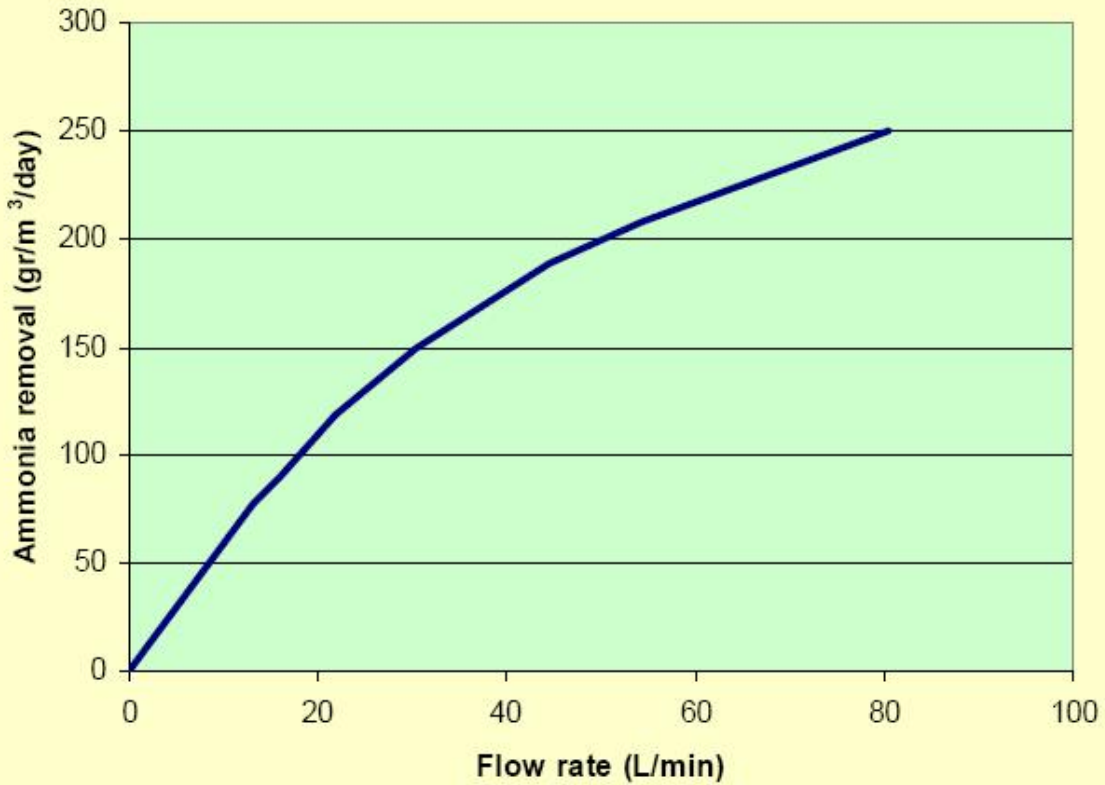
ระบบกรองที่มีประสิทธิภาพ

บ่อขนาดใหญ่

ให้อาหารหลาย มื้อต่อวัน(ใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติ)

โปรดใช้กฎเหล่านี้ในการออกแบบบ่อและช่องอุปกรณ์ต่างๆและอย่าลืมเผื่อช่องว่างไว้สำหรับค่าที่ผิดพลาด บ่อเลี้ยงและปลาของคุณมันซับซ้อนกว่าสมการมากน้า!

Ammonia removal vs. flow rate
 for 0.25 ammonia-nitrogen concentrations (mg/L)
 from Timmons' Figure 7.2



บทส่งท้าย: การเพิ่มปริมาณน้ำผ่านระบบกรองเดิมแทบจะเป็นที่แน่นอนเลยว่าจะช่วยเพิ่มคุณภาพน้ำ โดยเฉลี่ย และการแบ่งอาหารเป็นหลายๆมื้อต่อวันจะช่วยลดผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของ แอมโมเนียได้

หมายเหตุผู้แปล

บทความนี้แปลมาจากบทความ "Flow rates through our filters, do they matter?" โดย Spike Cover ทั้งนี้เนื่องจากเป็นบทความที่เขียนในต่างประเทศจึงมีการใช้หน่วยต่างๆที่แตกต่างจากบ้านเรา รวมไปถึงตารางค่าต่างๆซึ่งไม่ครอบคลุมถึงสภาพการใช้งานทั่วไปในบ้านเรา ดังนั้นจึงขอเสนอส่วนวิเคราะห์เพิ่มเติมดังนี้

ค่าแอมโมเนีย(NH₃) สูงสุดที่ยอมรับได้ ยังคงเป็น 0.0025 mg/L

pH เป็น 8.0

อุณหภูมิเป็น 30°C

ดังนั้นปริมาณ NH₃ จะเป็น 7.5% ของ TAN

ให้อาหารวันละ 500 g/day โดยใช้อาหารโปรตีน 38%

ดังนั้น ปริมาณแอมโมเนียที่ปลาจะปล่อยออกมาเท่ากับ $0.5 \times 0.38 \times 0.1 \times 0.075 = 0.001425$ กิโลกรัม หรือ 1.425 กรัม หรือ 1425 มิลลิกรัมต่อวัน

ดังนั้น ปริมาณน้ำที่เราต้องการต่อวันคือ $= 1425/0.0025 = 570000$ ลิตรต่อวัน หรือ 23.75 ตัน/ชม.

ทั้งนี้ ยากให้ผู้อ่านพึงตระหนักว่าบทความนี้นำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียที่เป็นพิษเป็นหลักเท่านั้น และเป็นระบบปิด ในสถานะที่แท้จริงยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกมากมาย เช่น ค่า pH และ อุณหภูมิของบ่อจะไม่เท่ากันตลอดวัน รวมไปถึงปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอมโมเนียในบ่อ เช่น การเติมอากาศในบ่อเลี้ยง หรือการล้นน้ำ เติมน้ำ ซึ่งส่งผลให้ปริมาณแอมโมเนียในน้ำลดลง หรือการที่มีเศษใบไม้ลงไปติดเน่าเสีย ซึ่งทำให้ปริมาณแอมโมเนียในน้ำเพิ่มขึ้น ทั้งนี้บทความนี้เป็นการชี้แนะแนวคิดและตัวเลขที่คำนวณได้ก็ควรใช้เป็นเพียงแนวทางในการดูแลบ่อเท่านั้น

ข้อมูลอ้างอิง

Cover, Spike, Flow rates through our filters, do they matter?,

<http://www.koiquest.co.uk/Flow%20rate-Mod7.pdf>

ขอขอบคุณ คุณสุขสันต์ ทิพทัส (Suksan) ผู้แนะนำบทความนี้ในกระทู้ “กรองที่รัก” บนเว็บของ Koi Keeper Society of Thailand

<http://www.koisociety.net/webboard/index.php?topic=718.0>