



คู่มือคุณภาพน้ำในบ่อปลาคาร์ป

h2koi.com · 2026-08-04



คู่มือคุณภาพน้ำในบ่อปลาคาร์ป

- 01 ค่า KH (ความกระด้างคาร์บอเนต) ในบ่อปลาคาร์ป: ค่าที่ทุกอย่างแขวนอยู่
- 02 ภาวะ pH ตกฮวบ (pH crash) ในบ่อปลาคาร์ป: ทำไมมันเกิดตอนกลางคืน และคุณเจอตอนเช้า
- 03 ปลาคาร์ปตายเฉียบพลันโดยไม่มีสัญญาณเตือน: สาเหตุจริงเรียงตามความน่าจะเป็น
- 04 ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในบ่อปลาคาร์ป: ทำไมวิกฤตประจำวันจึงอยู่ที่สี่ถึงหกโมงเช้า
- 05 แอมโมเนียและไนไตรท์ในบ่อปลาคาร์ป: ทำไม NH3 อีสระคือตัวที่ทำร้ายปลา
- 06 เชื้อระบบกรองบ่อใหม่: ทำไมกรองที่เพิ่งสร้างยังย่อยแอมโมเนียไม่ได้
- 07 ค่าน้ำบ่อปลาคาร์ป: ตารางอ้างอิงพร้อมช่วงที่ใช้งานได้ และความเร็วในการเปลี่ยนของแต่ละค่า
- 08 วัดคุณภาพน้ำบ่อปลาคาร์ป: แถบจุ่ม ชุดหยด ปากกาวัด โฟโตมิเตอร์ และโพรบต่อเนื่อง อะไรอ่านอะไรได้จริง
- 09 เปลี่ยนน้ำบ่อปลาคาร์ป: มันแก้อะไรได้จริง และแก้อะไรไม่ได้เลย
- 10 อุณหภูมิน้ำบ่อปลาคาร์ป: ตัวแปรที่คุมค่าอื่นทั้งหมด
- 11 เกลือในบ่อปลาคาร์ป: สิ่ง que เกลือทำได้จริง และสิ่งที่มันทำไม่ได้
- 12 น้ำเขียวและสาหร่ายในบ่อปลาคาร์ป: สีส้มไขปัญหา การแกว่งต่างหากที่ฆ่าปลา

ค่า KH (ความกระด้างคาร์บอเนต) ในบ่อปลาเค็ม: ค่าที่ทุกอย่างแขวนอยู่

ผู้เลี้ยงปลาเค็มในเมืองไทยส่วนใหญ่วัด pH เพราะชุดวัด pH หาง่ายที่สุดและอ่านง่ายที่สุด ปัญหาคือ pH เป็นค่าที่ **ไม่ขยับจนกว่าเกราะจะหมด** ค่าที่บอกล่วงหน้าว่าเกราะเหลือเท่าไรคือ KH หรือ ค่าความกระด้างคาร์บอเนต ซึ่งในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไทย (กึ่ง ปลาน้ำจืด) เรียกกันมานานแล้วว่า **ค่าความเป็นด่าง / อัลคาลินิตี้** หน้านี้อธิบายว่า KH คืออะไรจริง ๆ ทำไมมันลดลงทุกวันในบ่อบ้านเรา และวิธียกกลับขึ้นมาด้วยตัวเลขที่ถูกต้อง

สรุปสั้น

- KH = ความสามารถของน้ำในการรับกรดโดยไม่ให้ pH เปลี่ยน มันคือ **บัฟเฟอร์** ไม่ใช่ "ความกระด้าง" แบบที่ทำให้เกิดคราบหินปูน
- ช่วงทำงานสำหรับปลาเค็มคือ **6-10 dKH (ประมาณ 105-180 มก./ล. ในหน่วย CaCO_3)** ต่ำกว่า 5 dKH คือ pH เริ่มเอาไม่อยู่ ต่ำกว่า 3 dKH คือวิกฤต
- KH ไม่ใช่ GH เด็ดขาด KH กันไม่ให้ pH แกว่ง / GH ไม่ได้กันอะไรเลย — **คนละค่า คนละหน้าที่**
- จุลินทรีย์ในกรอง "กิน" ค่า KH ไปเรื่อย ๆ ทุกวัน แอมโมเนีย 1 มก./ล. ที่ถูกย่อยกินต่างไปราว 7 มก./ล. CaCO_3 หรือประมาณ 0.4 dKH
- เมืองไทยไม่มีฤดูหยุดให้อาหาร แปลว่า **ไม่มีเดือนไหนเลยที่ KH หยุดถูกกิน** และฝนหนึ่งท่าเจ็จจาง KH ได้ในปายเดียว
- ยก KH ด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต **ประมาณ 30 กรัมต่อ 1 คิว เพื่อยก KH ขึ้น 1 dKH** (ไม่ใช่ 1 กรัมต่อ 100 ลิตร ตามที่มักถูกส่งต่อกันมา — ตัวเลขนั้นให้ผลแค่ราว 1 ใน 3)

KH วัดอะไรจริง ๆ

เวลาน้ำในบ่อได้รับกรด — จากคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลาและจุลินทรีย์หายใจออกมา จากกระบวนการย่อยแอมโมเนีย จากของเสียที่หมักอยู่กันบ่อ — สิ่งที่เกิดขึ้นว่า pH จะดิ่งหรือจะนิ่ง คือปริมาณไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) และคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) ที่ละลายอยู่ในน้ำ ไอออนพวกนี้ทำหน้าที่รับโปรตอนของกรดเอาไว้ก่อน แล้วปล่อยออกมาเป็นคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ ผลคือกรดถูกเติมเข้าไปจริง แต่ pH แทบไม่ขยับ

นี่คือความหมายของคำว่า **บัฟเฟอร์** — ตัวกันค่า pH แกว่ง หรือถ้าจะให้เห็นภาพกว่านั้นก็คือ ตัวรับแรงกระแทกของค่า pH KH คือปริมาณบัฟเฟอร์ที่ยังเหลืออยู่ในบ่อ ณ วินาที นั้น ไม่มากไปกว่านั้นและไม่น้อยไปกว่านั้น

ชุดทดสอบ KH บนชั้นร้านไทย (Sera, JBL, API) เป็นชุดหยดนับหยด หลักการคือหยดกรดอ่อนลงไปทีละหยดจนบัฟเฟอร์หมดแล้วสีเปลี่ยน — จำนวนหยดที่ใช้คือคำตอบโดยตรง ว่าน้ำของคุณรับกรดได้อีกกี่หน่วยก่อนจะเอาไม่อยู่ ทุกชุดที่ขายในไทยพิมพ์หน่วยเป็น dKH จึงควรจำทั้งสองหน่วยไว้: **1 dKH = 17.848 มก./ล. ในหน่วย CaCO_3 และ 1 มก./ล. = 1 ppm** (ตัวหลังสำคัญ เพราะฝั่งฟาร์มและชุดวัดหลายยี่ห้อพูดเป็น ppm)

KH ไม่ใช่ GH และเรื่องนี้ต้องแยกให้ขาดทุกครั้ง

ภาษาไทยเรียกทั้งสองคำว่า "ความกระด้าง" เหมือนกัน ความสับสนจึงเหมือนกับภาษาอังกฤษเบ๊ะ ๆ และเป็นข้อผิดพลาดที่พบบ่อยที่สุดในคำแนะนำเรื่องบ่อปลา

	KH — ค่าความกระด้างคาร์บอเนต	GH — ความกระด้างทั้งหมด
วัดอะไร	ไบคาร์บอเนต + คาร์บอเนต	แคลเซียมและแมกนีเซียม
ชื่ออื่นที่ใช้ในไทย	ค่าความเป็นด่าง / อัลคาลินิตี้	ความกระด้างของน้ำ
กัน pH แกว่งไหม	ใช่ นี่คือน้ำที่ทั้งหมดของมัน	ไม่ ไม่ได้กันอะไรเลย
ถูกใช้หมดไปไหม	ใช่ ทุกวัน โดยกรองชีวภาพ	แทบไม่ ยกเว้นเจือจางด้วยน้ำฝน
เกี่ยวกับสุขภาพปลาอย่างไร	ความนิ่งของ pH ซึ่งเป็นเรื่องเป็นตาย	สมดุลออสโมซิส โคโรนาระดุก เกล็ด ระยะเวลา

บ่อที่มี GH สูงแล้วแต่ KH เหลือ 2 dKH เป็นบ่อที่ pH ตกได้ในคืนเดียว ในทางกลับกัน บ่อที่ KH 8 dKH แต่ GH ต่ำ ยังคงมี pH ที่นิ่งสนิท **สองค่านี้ไม่ทดแทนกัน และการวัดค่าหนึ่งไม่ได้บอกอีกค่าหนึ่ง**

ข้อนี้สำคัญกับผู้ใช้ระบบ H2Koi ด้วย: ระบบของเรา **ไม่ได้รายงานค่า GH เลย** และค่า KH ที่แสดงเป็น **ค่าที่คำนวณขึ้นจากค่าที่วัดได้โดยตรง ไม่ใช่การไทเทรต** จึงใช้เผื่อระวังแนวโน้มได้อย่างต่อเนื่องด้วยเซนเซอร์เกรดอุตสาหกรรม

ช่วงทำงาน: 6-10 dKH

KH	มก./ล. CaCO ₃	สถานะ	สิ่งที่เกิดขึ้นจริง
ต่ำกว่า 3 dKH	ต่ำกว่า 54	วิกฤต	pH เหยียงได้เกิน 1 หน่วยในคืนเดียว เสี่ยง <u>ภาวะ pH ตกฮวบ</u> ทันที กรองเริ่มทำงานช้าลง
3-5 dKH	54-90	เสี่ยง	ต่ำกว่า 5 dKH ค่า pH เริ่มไม่นิ่งได้ภายใน 24 ชั่วโมงโดยไม่ต้องมีอะไรมากระตุ้น และฝนหนัก การล้างกรอง หรือการให้อาหารเพิ่ม ผลักลงต่ำกว่าเส้นได้ในวันเดียว ให้ถือเป็นค่าที่ต้องรีบยกกลับ ไม่ใช่ค่าที่ปล่อยค้างไว้ได้
6-10 dKH	105-180	ช่วงทำงาน	pH แกว่งกลางวัน-กลางคืนเหลือแค่เศษส่วนของหนึ่งหน่วย กรองชีวภาพมีคาร์บอนอินทรีย์พอใช้
11-14 dKH	195-250	สูงกว่าที่จำเป็น	ไม่อันตรายในตัวเอง มัก "ล็อก" pH ไว้ค่อนข้างสูง แต่ปลาคาร์พพออยู่ได้สบายในช่วงนี้ พบบ่อยในบ่อที่ใช้น้ำบาดาลต่างจัด
สูงกว่า 14 dKH	สูงกว่า 250	ควรหาสาเหตุ	เกือบทั้งหมดมาจากน้ำตันทาง หรือจากการเติมสารเคมีเกินขนาด

ตัวเลขเหล่านี้เป็นช่วงที่ยอมรับกันทั่วไปในการเลี้ยงปลาคาร์พ ไม่ใช่ข้อกำหนดตายตัว บ่อแต่ละบ่อ ปริมาณปลา และน้ำตันทางต่างกัน ผู้เลี้ยงควรยึดการวัดของตัวเองเป็นหลัก

ค่านึงสำคัญกว่าค่าเป๊ะ — ความคิดนี้ถูกพูดถึงในวงการปลาคาร์ฟไทยมานานแล้ว และมันถูกต้อง ปลาคาร์ฟทนอยู่ที่ pH 7.2 หรือ 8.0 ได้สบายถ้าค่าไม่ขยับ แต่ทนการเหวี่ยงจาก 8.2 ลง 6.4 ในคืนเดียวไม่ได้ สิ่งที่บทความส่วนใหญ่ไม่ได้บอกต่อคือ **กลไกที่ทำให้ "นึ่ง" เกิดขึ้นได้จริงคือ KH** ถ้าไม่มีบัฟเฟอร์ความนึ่งเป็นแค่เรื่องบังเอิญที่รอวันหมดอายุ

ทำไม KH ถึงลดลงตลอดเวลา

KH ไม่ได้ "เสื่อม" ตามเวลา มันถูกใช้หมดไป และตัวกินรายใหญ่ที่สุดในบ่อปลาคาร์ฟเกือบทุกบ่อคือ ระบบกรองชีวภาพ ของคุณเอง

กระบวนการย่อยแอมโมเนีย (ไนโตรฟิเคชัน) คือตัวกินหลัก

ตัวเลขที่ต้องจำ: การย่อยแอมโมเนีย-ไนโตรเจน 1 มก./ล. กินค่าความเป็นด่างไปราว 7 มก./ล. ในหน่วย CaCO_3 หรือประมาณ 0.4 dKH

รายละเอียดที่แทบไม่มีใครเขียนถึง และเป็นรายละเอียดที่สำคัญ: กรดทั้งหมดนั้นมาจากขั้นตอนแรกเท่านั้น คือ **แอมโมเนีย → ไนไตรต์** ขั้นที่สอง ไนไตรต์ → ไนเตรต **ไม่กินค่าความเป็นด่างเลยแม้แต่น้อย** ดังนั้นบ่อที่เพิ่งเซ็ตระบบและค้างอยู่ที่ขั้นแรก หรือบ่อที่โดนภาระแอมโมเนียกระแทกเข้ามาใหม่ ๆ จะเผาบัฟเฟอร์เร็วเป็นพิเศษ

ผลที่ขัดสามัญสำนึก

บ่อที่ดูแลดี ปลาสวย ให้อาหารเต็มที่ กรองทำงานเต็มประสิทธิภาพ กิน KH เร็วกว่าบ่อที่ปล่อยปละละเลย เพราะกรองที่ทำงานได้ดีคือกรองที่ย่อยแอมโมเนียได้มาก และการย่อยแอมโมเนียคือการผลิตกรด ผู้เลี้ยงที่ทุ่มเทที่สุดจึงเป็นผู้เลี้ยงที่ต้องเติมบัฟเฟอร์บ่อยที่สุด ไม่ใช่บ่อที่ปล่อย

ลองคิดเป็นตัวเลขจริง

สมมติบ่อ 20 คิว ให้อาหารวันละ 500 กรัม อาหารปลาคาร์ฟโดยประมาณปล่อยแอมโมเนีย-ไนโตรเจนราว 30 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม (เป็นค่าประมาณเชิงปฏิบัติ ไม่ใช่ค่าคงที่)

- อาหาร 0.5 กก. → แอมโมเนีย-ไนโตรเจนราว 15 กรัม
- ในน้ำ 20,000 ลิตร = ราว 0.75 มก./ล. ต่อวัน
- $\times 7$ = ราว 5.3 มก./ล. CaCO_3 ต่อวัน = ประมาณ **0.3 dKH ต่อวัน**
- สะสมหนึ่งสัปดาห์ = ประมาณ **2 dKH**

นี่คือเหตุผลว่าทำไมบ่อที่เริ่มต้นสัปดาห์ที่ 8 dKH อาจจบสัปดาห์ที่ 6 dKH โดยที่ pH ยังอ่านได้ 7.6 ทุกวัน และเป็นเหตุผลว่าทำไมจังหวะการตรวจต้องเป็นรายสัปดาห์ ไม่ใช่รายไตรมาส

ตัวกินรายอื่น

- **ของเสียหมักที่ก้นบ่อและในกรอง** — ตะกอนอินทรีย์ที่ย่อยสลายปล่อยกรดอินทรีย์ออกมาเรื่อย ๆ บ่อที่ล้างตะกอนไม่ทันจะกิน KH เพิ่มโดยไม่รู้ตัว
- **ฝน** — น้ำฝนแทบไม่มีแร่ธาตุ และค่อนข้างทางกรดอ่อน ๆ มันไม่ได้ "กิน" KH แต่มันเจือจาง ซึ่งให้ผลลัพธ์เหมือนกัน
- **การเปลี่ยนน้ำด้วยน้ำต้นทุนที่ KH ต่ำกว่าบ่อ** — ดูหัวข้อน้ำต้นทุนด้านล่าง
- **ยาและสารเคมีบางชนิด** โดยเฉพาะสารที่ลดค่า pH หรือรบกวนกรอง

ปีของปลาการ์ฟในเมืองไทยไม่มีฤดูพัก

คู่มือปลาการ์ฟส่วนใหญ่ที่หาอ่านได้เป็นภาษาอังกฤษเขียนขึ้นสำหรับเขตอบอุ่น ในบ่อแบบนั้น หน้าหนาวปลาเข้าสู่ภาวะพัก หยุดกินอาหาร กรองแทบหยุดทำงาน และการบริโภค KH ก็หยุดตามไปด้วย ในประเทศไทยไม่มีอะไรแบบนี้เลย

ฤดู	สภาพน้ำ	ผลต่อ KH
ร้อน รวมีนาคม-พฤษภาคม	บ่อตื่นและบ่อมีหลังคารังที่ 30-34 °C ปลากินจัด เมแทบอลิซึมของทั้งปลาและจุลินทรีย์สูงสุด การระเหยหนัก	บริโภคสูงสุดของปี น้ำเดิมบ่อเพราะระเหย ทำให้เคมีของบ่อเลื่อนไปตามน้ำคันทาง
ฝน รวพฤษภาคม-ตุลาคม	พายุหนึ่งลูกเติมน้ำฝนแรตาดต่ำลงบ่อได้หลายคิวในปายเดียว พร้อมน้ำไหลบ่าที่พาอินทรีย์วัตถุลงมา วันฟ้าปิดสาหร่ายสังเคราะห์แสงน้อยลง ไฟดับจากพายุหยุดปั๊มลม	เจือจางจับพสน นี่คือการกรณเที่ทาให้ KH ลงต่ำกว่าเสนไต้เร็วทีสุตในบ้านเรา
หนาว-แล้ง รวพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์	ภาคกลางอากาศเย็นสบาย ภาคเหนือเย็นจริง คั้นฟ้าใสแห้งทาให้ช่วงต่างอุณหภูมิกลางวัน-กลางคืนกว้างทีสุตของปี	บริโภคช้าลงบ้างตามอุณหภูมิ แต่ไม่หยุด ปลาเยังกิน กรองเยังทางาน KH เยังลด

สิ่งที่ต้องลบออกจากหัวให้หมดคือ: หยุดให้อาหารหน้าหนาว อาหารสูตรน้ำเย็น การเปิดบ่อในฤดูใบไม้ผลิ การล้างกรองประจำปีตอนต้นฤดู ฮีตเตอร์บ่อ ไม่มีอะไรในรายการนี้มีอยู่จริงในบริบทไทย คำถามด้านวิศวกรรมตามฤดูกาลของบ้านเราคือ จะกันความร้อนและแดดออกจากผิวน้ำอย่างไร — หลังคา สแลนกันแดด การจัดการโรงเรือน — ไม่ใช่จะกันน้ำแข็งอย่างไร

จากที่เกิดซ้ำทุกปีในหน้าฝน — บ่อ 20 คิว KH 5 dKH ซึ่งดูยัง "พอไหว" ฝนตกหนักบ่ายวันเสาร์ ผิวน้ำ 40 ตารางเมตร รับน้ำฝนโดยตรง 80 มม. = รว 3.2 คิว บวกน้ำไหลบ่าจากพื้นรอบบ่ออีกส่วนหนึ่ง สมมติรวมเป็น 4 คิวที่ KH เกือบศูนย์ KH ในบ่อเจือจางเหลือราว $5 \times 20/24 = 4.2$ dKH คั้นนั้นการหายใจปล่อย CO₂ เหมือนทุกคืน แต่ปัฟเฟอร์เหลือน้อยเกินจะรับ ตอนเช้าวันอาทิตย์ผู้เลี้ยงเดินออกไปที่บ่อแล้วเจอปลาลอยหัวสูบอากาศ — อ่านลำดับเหตุการณ์เต็มในหน้า pH ตก

น้ำคันทาง: ต้องวัด ไม่ใช่เดา

ในประเทศไทย "เติมน้ำใหม่" ไม่ได้แปลว่าสิ่งเดียวกันสำหรับทุกบ่อ และนี่เป็นประเด็นที่หนักกว่าในคู่มือของเขตอบอุ่นมาก

น้ำคันทาง	สิ่งที่มักเจอ	สิ่งที่ต้องทา
น้ำประปา	มีคลอรีนหรือคลอรามินเสมอ KH มักอยู่ในช่วงกลาง ๆ และค่อนข้างคงที่ แตต่างกันตามพื้นที่	กำจัดคลอรีนก่อนเสมอ วัด KH ของน้ำประปาที่บ้านตัวเองหนึ่งครั้ง แล้วทวนซ้ำปีละครั้ง
น้ำบาดาล	ออกซิเจนแทบเป็นศูนย์ CO ₂ สูง มักมีเหล็กหรือแมงกานีส ค่าความเป็นต่างไต้ตั้งแต่ต่ำมากจนถึงสูงมาก บางพื้นที่กร่อย	เติมอากาศพักน้ำก่อนลงบ่อเสมอ วัด KH และ pH ของน้ำบาดาลเองก่อนใช้ครั้งแรก อย่าสรุปว่าน้ำบาดาลต่างเสมอ
น้ำฝนที่กักเก็บไว้	KH ใกล้ศูนย์ แร่ธาตุต่ำมาก	ถ้าจะใช้ ต้องปรับ KH ก่อนลงบ่อ ไม่ใช่หลัง

หลักการ "ทำน้ำใหม่ให้ใกล้เคียงน้ำในบ่อ" ที่มักได้ยิน จึงต้องเริ่มจากการรู้ว่ำน้ำใหม่ของคุณมีค่าเท่าไร รายละเอียดขั้นตอนอยู่ในหน้าเปลี่ยนน้ำบ่อปลาการ์ฟ

วิธียก KH ให้ถูกต้อง

ตัวเลขที่ถูกต้อง และตัวเลขที่ผิดซึ่งถูกส่งต่อกันมานาน

โซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3) ให้ไบคาร์บอเนตหนึ่งอีควิวาเลนต์ต่อหนึ่งโมล คำนวณออกมาแล้ว การยก KH ขึ้น 1 dKH ต้องใช้ 29.96 มก./ล. หรือประมาณ 30 มก./ล.

- 3 กรัม ต่อ 100 ลิตร → ยก KH ประมาณ 1 dKH
- 30 กรัม ต่อ 1 คิว (1,000 ลิตร) → ยก KH ประมาณ 1 dKH
- 113 กรัม ต่อ 1,000 แกลลอนสหรัฐ → ยก KH ประมาณ 1 dKH

แก้ความเข้าใจผิดที่พบบ่อยที่สุด — สูตร "1 กรัมต่อ 100 ลิตร ยกได้ 1 dKH" ที่เห็นแชร์กันในกลุ่มเลี้ยงปลาทั่วโลก รวมถึงในไทย ผิด ตัวเลขนั้นให้ผลจริงเพียงประมาณ 0.33 dKH เท่านั้น คือน้อยกว่าที่เข้าใจถึงสามเท่า ผลที่ตามมาไม่ใช่การเติมเกิน แต่คือ **การเติมไม่พอ** ผู้เลี้ยงคิดว่ายก KH จาก 4 ขึ้น 7 แล้ว ทั้งที่จริงยกได้แค่ 5 แล้วก็อ่อนล้าสลายในคืนที่บ่อยังไม่ปลอดภัย ถ้าเห็นตัวเลขนี้ในกลุ่มไหน ช่วยกันแก้ไขให้ถูก

ปริมาตรบ่อ	โซเดียมไบคาร์บอเนตเพื่อยก KH ประมาณ 1 DKH	เพื่อยกประมาณ 2 DKH (เพดานต่อวัน)
1 คิว	30 กรัม	60 กรัม
5 คิว	150 กรัม	300 กรัม
10 คิว	300 กรัม	600 กรัม
20 คิว	600 กรัม	1.2 กก.
50 คิว	1.5 กก.	3.0 กก.
100 คิว	3.0 กก.	6.0 กก.

ข้อควรระบุให้ชัด: ตัวเลขทั้งหมดนี้เป็นค่าที่ใช้กันทั่วไปในการเลี้ยงปลาคราฟ ไม่ใช่ใบสั่งยา ปริมาตรบ่อที่คำนวณจากขนาดมักคลาดจากปริมาตรจริง (หินตกแต่ง ช่องกรอง ท่อ) และน้ำดันทางกับปริมาณปลาต่างกันทุกบ่อ ให้เติม แล้ววัด แล้วปรับตามผลที่วัดได้ของตัวเอง ไม่ใช่เชื่อสูตรอย่างเดียว

ขั้นตอนปฏิบัติ

- ชั่งปริมาณที่ต้องการ แล้ว ละลายน้ำในถังก่อน อย่าโรยผงลงบ่อโดยตรง ผงที่จมลงไปกองบนพื้นบ่อสร้างจุดที่ค่าสูงเฉพาะที่ ซึ่งปลาที่ชอบซุกอยู่กันบ่อจะเป็นตัวรับ
- เทช้า ๆ ตรงจุดที่น้ำไหลแรงที่สุด เช่น ทางน้ำกลับจากกรองหรือปากบ่อ เพื่อให้กระจายทั่วบ่อภายในไม่กี่นาที
- ยกไม่เกิน 1-2 dKH ต่อวัน เป็นข้อควรระวังที่ยึดถือกันทั่วไป ถ้าบ่อคุณอยู่ที่ 2 dKH และต้องการไปให้ถึง 7 ให้ใช้เวลาสามถึงสี่วัน ไม่ใช่หนึ่งป้าย
- วัดซ้ำในวันถัดไปก่อนเติมรอบต่อไปเสมอ
- ในภาวะฉุกเฉินหลัง pH ตก ให้ระวังเป็นพิเศษ การยกค่ากลับเร็วเกินไปเป็นอันตรายในตัวมันเอง — เหตุผลอยู่ในหน้า pH ตก และ แอมโมเนียกับไนไตรต์

ซื้ออะไร และอย่าซื้ออะไร

- ใช้ โซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate / เบกกิ้งโซดา / โซดาไบคาร์บ) เกรดอาหาร ภูเขาใหญ่จากร้านเคมีภัณฑ์หรือร้านขายวัตถุดิบเบเกอรี่ ราคาต่อกิโลกรัมถูกกว่าของสำหรับตู้ปลา
- ระวังคำว่า "ผงฟู" ในภาษาพูดไทยหลายคนเรียกรวม ๆ แต่ผงฟู (baking powder) ที่ขายทั่วไป ไม่ใช่ เบกกิ้งโซดา มันผสมกรดและแป้งมาแล้ว อย่าเอาลงบ่อ ให้ดูฉลากให้เจอคำว่า sodium bicarbonate หรือ NaHCO_3 เท่านั้น
- อย่าใช้โซดาแอซ (โซเดียมคาร์บอเนต) หรือปูนขาว เพื่อยก KH ในบ่อที่มีปลาอยู่ ทั้งสองตัวดัน pH ขึ้นแรงและเร็ว ซึ่งเป็นอันตรายกว่า KH ต่ำเสียอีก โดยเฉพาะเมื่อในบ่อมีแอมโมเนียสะสมอยู่
- ประการังบด เปลือกหอยนางรม หินฟอสซิล ในช่องกรองเป็นวิธีที่บ่อกรอง 3 ช่องหลายบ่อในไทยใช้ และใช้ได้จริง มันปล่อยบัฟเฟอร์ช้า ๆ และจำกัดตัวเอง แต่ ข้ำเกินกว่าจะกู่สถานการณ์ และเมื่อผิวถูกไบโอฟิล์มกับเมือกเคลือบก็หยุดทำงานโดยที่คุณไม่รู้ ใช้เป็นตัวประคอง ไม่ใช่เป็นเหตุผลที่จะเลิกวัด

ถ้า KH สูงเกินไป

พบได้ในบ่อที่ใช้น้ำบาดาลต่างจัดหรือมีประการังบดจำนวนมากในกรอง KH สูงมักถึง pH ไปค้างที่ 8.3-8.8 แต่โดยทั่วไปไม่ใช่ปัญหาและแทบไม่จำเป็นต้องแก้ ที่ 11-14 dKH ปลาการ์ฟออยู่ได้สบาย ถ้ามีเหตุผลเฉพาะที่ต้องลดจริง ๆ วิธีคือเจือจางด้วยน้ำดื่มที่ค่าต่ำกว่า เช่น น้ำ RO หรือน้ำฝนที่กรองไว้ ทำที่ละชั้นและวัดค่าระหว่างชั้น รวมทั้งลดประการังบดในกรองลง ไม่ใช่การเติมกรด

จังหวะการตรวจสำหรับบ่อในเมืองไทย

เมื่อไร	ตรวจอะไร	เพราะอะไร
ทุกสัปดาห์ ตลอดทั้งปี	KH, pH (วัดตอนเช้ามีดถ้าทำไต่), แอมโมเนีย	บ่อที่ให้อาหารหนักกิน KH ราว 1-2 dKH ต่อสัปดาห์ ไม่มีเดือนไหนที่หยุด
หลังฝนหนักทุกครั้ง	KH ก่อนอื่น	เจือจางเกิดขึ้นได้บ่อยเดียว และผลกระทบมาถึงในคืนถัดไป
หลังล้างกรอง เปลี่ยนวัสดุกรอง ใส่ยา หรือไฟดับนาน	KH + แอมโมเนีย + ไนไตรต์ ทุกวันจนกว่าจะนิ่ง	กรองที่สะอาดทำให้แอมโมเนียแดง ซึ่งเร่งการกิน KH หันที่
ระหว่างรันระบบบ่อใหม่	KH ทุกวัน	การเช็คระบบเป็นภัยตลอดปีในบ้านเรา ไม่ใช่งานประจำต้นฤดูและมันกิน KH หนักที่สุดตอนน้ำอุ่นที่สุด
ก่อนใช้น้ำดื่มทางใหม่	KH และ pH ของน้ำนั้นเอง	โดยเฉพาะน้ำบาดาลบ่อใหม่หรือรณาน้ำที่ไม่เคยใช้

ทำไม pH ถึงดูปกติจนกระทั่งวินาทีที่มันไม่ปกติ

นี่คือหัวใจของเรื่องทั้งหมด ทรายใดที่ยังมีบัฟเฟอร์เหลือ น้ำที่ของมันคือ ทำให้ pH ไม่ขยับ ฉะนั้นระหว่างที่ KH ไหลลงจาก 8 → 6 → 4 → 3 ค่า pH ที่คุณวัดได้ตอนบ่ายวันอาทิตย์จะแทบเท่าเดิมทุกสัปดาห์ ผู้เลี้ยงเห็นตัวเลขเดิมซ้ำ ๆ แล้วสรุปว่าบ่อนิ่ง ทั้งที่สิ่งที่เกิดขึ้นจริงคือเกาะกำลังบางลงเรื่อย ๆ

เมื่อบัฟเฟอร์หมดลงถึงจุดหนึ่ง pH ไม่ได้ค่อย ๆ ลด มันหลุด และมันหลุดตอนกลางคืนซึ่งเป็นช่วงที่ CO_2 สะสมสูงสุด แล้วผู้เลี้ยงมาเจอดอนเช้า

pH คือค่าตามหลัง KH คือค่าล่วงหน้า — ถ้าจะจำจากหน้านี้ได้แค่ประโยคเดียว ให้จำประโยคนี้ การเฝ้าดู pH เพียงอย่างเดียวคือการรอให้ระบบป้องกันพังก่อนแล้วค่อยรู้ตัว การเฝ้าดู KH คือการเห็นระบบป้องกันบางลงล่วงหน้าเป็นสัปดาห์

KH กับค่าอื่นในบ่อ

- **ออกซิเจน** — น้ำอุ่นตลอดปีแปลว่าความอึดตัวของ ออกซิเจนละลายน้ำ ต่ำถาวรขณะที่ความต้องการสูงถาวร ช่วงต่ำสุดคือก่อนรุ่งสาง ซึ่งเป็นเวลาเดียวกับที่ pH ต่ำสุดพอดี ปัญหาสองอย่างมาถึงพร้อมกันเสมอ
- **แอมโมเนีย** — pH ตัดสินว่าแอมโมเนียรวมที่วัดได้อยู่ในรูปเป็นพิษเท่าไร ตัวเลขแอมโมเนียรวมเปล่า ๆ แทบไม่มีความหมายถ้าไม่รู้ pH และอุณหภูมิ
- **สาหร่าย** — น้ำเขียว ที่หนามากคือเครื่องดูด CO₂ ตอนกลางวันและเครื่องผลิต CO₂ ตอนกลางคืน ยิ่งบลูมหนา ยิ่งต้องการ KH สูงเพื่อกันค่าแกว่ง
- **อุณหภูมิ** — ดูหน้าอุณหภูมิ น้ำ ยิ่งอุ่น จุลินทรีย์ยิ่งทำงานเร็ว ยิ่งกิน KH เร็ว
- **เกลือ** — การใส่เกลือ ไม่ได้เพิ่มหรือลด KH แต่ในหน้าร้อนที่การระเหยหนัก เกลือไม่ระเหยตามน้ำไป จึงเข้มข้นขึ้นเมื่อระดับน้ำลด

ภาพรวมของทุกค่าอยู่ในหน้าค่าน้ำบ่อปลาคราฟ และเรื่องเครื่องมือวัดอยู่ในหน้าเครื่องวัดคุณภาพน้ำ

คำถามที่พบบ่อย

ควรวัดค่า KH บ่อยแค่ไหนในบ่อที่เมืองไทย

ทุกสัปดาห์ตลอดทั้งปีสำหรับบ่อที่ให้อาหารหนัก และวัดเพิ่มอีกครั้งหลังฝนตกหนักทุกครั้ง เหตุผลคือบ้านเราไม่มีฤดูที่ปลาหยุดกิน กรองจึงไม่หยุดย่อยแอมโมเนีย และการกิน KH ก็ไม่หยุดตามไปด้วย บ่อที่ให้อาหารประมาณ 500 กรัมต่อวันในน้ำ 20 คิว อาจเสีย KH ราว 1-2 dKH ต่อสัปดาห์ ซึ่งมากพอที่จะหลุดจากช่วงปลอดภัยภายในหนึ่งเดือนถ้าไม่มีใครดู

สูตร 1 กรัมต่อ 100 ลิตร ที่เห็นแชร์กันในกลุ่มเลี้ยงปลา ใช้ได้ไหม

ใช้ไม่ได้ ตัวเลขนั้นผิดและให้ผลจริงเพียงราว 0.33 dKH เท่านั้น ตัวเลขที่ถูกคือประมาณ 3 กรัมต่อ 100 ลิตร หรือ 30 กรัมต่อ 1 คิว เพื่อยก KH ขึ้นประมาณ 1 dKH อันตรายของสูตรผิดไม่ใช่ว่าการเติมเกิน แต่คือการเติมไม่พอ ผู้เลี้ยงเชื่อว่ายก KH ขึ้นไปถึงระดับปลอดภัยแล้วทั้งที่ยังไม่ถึง แล้วปล่อยบ่อผ่านคืนไปโดยไม่เฝ้าเพราะพอ ควรวัดซ้ำหลังเติมทุกครั้งเพื่อยืนยันกับบ่อของตัวเอง

ทำไมบ่อที่ผมดูแลดีและให้อาหารเต็มที่ ถึง KH ตกเร็วกว่าบ่อของเพื่อนที่ปล่อยตามยถากรรม

เพราะกรองของคุณทำงานได้ดีกว่า การย่อยแอมโมเนีย-ไนโตรเจน 1 มก./ล. กินค่าความเป็นด่างไปราว 7 มก./ล. CaCO₃ หรือประมาณ 0.4 dKH และกรดทั้งหมดนั้นมาจากขั้นตอนแรกคือแอมโมเนียไปเป็นไนไตรต์ ส่วนขั้นไนไตรต์ไปไนเตรดไม่กินต่างเลย บ่อที่ปลาเยอะ ให้อาหารหนัก และกรองมีประสิทธิภาพ จึงเผาบัฟเฟอร์เร็วกว่าบ่อที่ไม่ค่อยให้อาหาร นี่เป็นเรื่องที่ขัดสามัญสำนึกแต่เป็นความจริง

ใส่ปะการังบดหรือเปลือกหอยในช่องกรองแทนการเติมไบคาร์บอเนตได้ไหม

ใช้เป็นตัวประกอบได้ และบ่อกรอง 3 ช่องหลายบ่อในไทยก็ใช้แบบนี้จริง ข้อดีคือมันปล่อยบัฟเฟอร์อย่างช้า ๆ และจำกัดตัวเอง จึงเกินไม่ได้ ข้อจำกัดคือมันช้าเกินกว่าจะแก้สถานการณ์ที่ KH ตกแล้ว และเมื่อผิวถูกไบโอฟิล์มกับเมือกเคลือบ มันจะหยุดทำงานเจียบ ๆ โดยที่ค่าที่วัดได้ค่อย ๆ ไหลลงโดยไม่มีสัญญาณ ไขว่คว้ากับการวัดรายสัปดาห์ ไม่ใช่ใช้แทน

KH กับ GH ต่างกันอย่างไร และผมต้องวัดทั้งสองค่าหรือไม่

KH คือไบคาร์บอเนตและคาร์บอเนต หน้าที่ของมันคือกันไม่ให้ pH แกว่ง ส่วน GH คือแคลเซียมและแมกนีเซียม ซึ่งไม่ได้กันอะไรเลย ภาษาไทยเรียกทั้งคู่ว่าความกระด้างจึงสับสนกันบ่อยมาก ค่าที่เป็นเรื่องเป็นตายรายสัปดาห์คือ KH ส่วน GH เป็นเรื่องระยะยาวและเปลี่ยนแปลงช้ากว่ามาก ระบบ H2Koi ไม่ได้รายงานค่า GH เลย และค่า KH ที่แสดงเป็นค่าคำนวณจากค่าที่วัดได้โดยตรง ไม่ใช่การไทเทรต

ฝนตกหนักแล้วต้องทำอะไรบ้าง

วัด KH เป็นอันดับแรก น้ำฝนแทบไม่มีแร่ธาตุ ฝน 80 มม. บนผิวน้ำ 40 ตารางเมตร คือน้ำที่ KH เกือบศูนย์ราว 3.2 คิวที่ลงบ่อในบ่ายเดียว ยังไม่นับน้ำไหลมาจากพื้นรอบบ่อ ถ้า KH ลงมาต่ำกว่า 5 dKH ให้เติมโซเดียมไบคาร์บอเนตกลับขึ้นไปอย่างช้า ๆ ไม่เกิน 1-2 dKH ต่อวัน และเปิดเครื่องเติมอากาศให้แรงในคืนถัดไป เพราะคืนหลังฝนคือคืนที่บ่อเปราะที่สุด

ภาวะ pH ตกฮวบ (pH crash) ในบ่อปลาคาร์ฟ: ทำไมมันเกิดตอนกลางคืน และคุณเจอตอนเช้า

ผู้เลี้ยงเดินออกไปที่บ่อตอนหกโมงเช้า ปลาที่เมื่อวานเย็นยังกินอาหารปกติ ตอนนี้อลอยหัวสูบอากาศอยู่ที่ผิวน้ำ บางตัวนอนนิ่งอยู่ที่ก้นบ่อ บางตัวไม่รอดมาถึงเช้า วัด pH ได้ 5.8 ทั้งที่บ่ายวานนี้วัดได้ 7.6 วันนี้อธิบายว่าเกิดอะไรขึ้นระหว่างนั้น ต้องทำอะไรในชั่วโมงแรก และทำไมทางป้องกันที่ได้ผลจริงคือการดูแล KH ไม่ใช่การไล่ตามค่า pH

สรุปสั้น

- กลางวันสาหร่ายและพืชน้ำตื้น CO_2 ออกจากน้ำ pH จึงขึ้น กลางคืนทุกสิ่งมีชีวิตในบ่อหายใจปล่อย CO_2 ออกมา CO_2 ละลายนํ้ากลายเป็นกรดคาร์บอนิก pH จึงลง **นี่คือวงจรปกติที่เกิดทุกคืนของทุกบ่อ**
- ถ้า KH อยู่ที่ 6-10 dKH การแกว่งรอบวันนี้เหลือเพียงเศษส่วนของหนึ่งหน่วย ถ้าบัพเฟอร์หมด **ไม่มีอะไรมารั้งเลย**
- จุดต่ำสุดของ pH อยู่ราว **04:00-06:30** ซึ่งเป็นเวลาเดียวกับที่ออกซิเจนละลายน้ำต่ำสุดพอดี ปัญหาสองเรื่องมาถึงพร้อมกันเสมอ
- ในเมืองไทย ตัวจุดชนวนที่พบบ่อยที่สุดคือ **ฝน** น้ำฝนแร่ธาตุต่ำเจือจาง KH ลดต่ำกว่าเส้นใต้ในบ่ายเดียว แล้วคืนนั้นก็เอาไม่อยู่
- สิ่งที่ต้องทำทันที: **เติมอากาศให้แรงที่สุด** หยุดอาหาร แล้ววัด KH ห้ามเทสารดัน pH ขึ้นเร็ว เพราะการยก pH เร็วเปลี่ยนแอมโมเนียที่สะสมอยู่ให้กลายเป็นรูปที่เป็นพิษทันที
- การป้องกันคือการเผ่าดู KH ไม่ใช่การเผ่าดู pH เพราะ pH โดยธรรมชาติของมันจะไม่ขยับจนกว่าเกราะจะหมด

กลไก: เกิดอะไรขึ้นระหว่างพระอาทิตย์ตกกับพระอาทิตย์ขึ้น

บ่อปลาคาร์ฟทุกบ่อมีวงจรคาร์บอนไดออกไซด์ประจำวัน และวงจรนี้แรงกว่าที่คนส่วนใหญ่คิด

กลางวัน สาหร่ายแขวนลอย สาหร่ายที่เกาะผนังบ่อ และพืชน้ำ สังกะเราะห์แสงโดยดึง CO_2 ออกจากน้ำไปใช้ เมื่อ CO_2 ลดลง กรดคาร์บอนิกในน้ำลดลงตาม pH จึงค่อย ๆ ไต่ขึ้นตลอดช่วงบ่าย และมักสูงสูดราวบ่ายสามถึงห้าโมงเย็น

กลางคืน การสังเคราะห์แสงหยุดสนิท แต่การหายใจไม่เคยหยุด ปลาหายใจ จุลินทรีย์ในกรองหายใจ แบคทีเรียที่ย่อยตะกอนก้นบ่อหายใจ และสาหร่ายเองก็หายใจ ทุกตัวปล่อย CO_2 ลงน้ำตลอดคืน CO_2 ที่สะสมทำปฏิกิริยากับน้ำได้กรดคาร์บอนิก กรดถูกเติมเข้าบ่ออย่างต่อเนื่องนานสิบชั่วโมง

ถึงจุดนี้ผลลัพธ์ขึ้นอยู่กับสิ่งเดียว คือมีบัพเฟอร์เหลืออยู่เท่าไร

KH ในบ่อ	สิ่งที่เกิดกับ PH ระหว่างคืน	ผลต่อปลา
8-10 dKH (145-180 มก./ล.)	แกว่งลงเพียงเศษส่วนของหนึ่งหน่วย เช่น 7.8 ตอนเย็น เหลือ 7.5 ตอนตีห้า	ไม่รู้สึกละอะไรเลย
6 dKH (ราว 105 มก./ล.)	แกว่งลงราว 0.3-0.5 หน่วย ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้	ปกติ
3-5 dKH	pH ขยับทุกคืน แกว่งลงได้เกิน 0.8 หน่วย และบางคืนมากกว่านั้น	เครียด กินน้อยลง ภูมิคุ้มกันเริ่มถดถอย ฝนหนักหรือการให้อาหารหนักเพียงครั้งเดียวปิดเกมได้
ต่ำกว่า 3 dKH	ไม่มีอะไรรั้ง pH ดิ่งได้เกิน 1.5 หน่วยในคืนเดียว	ภาวะ pH ตกชวบไม่ใช่แค่ความเสี่ยง แต่เป็นเรื่องของเวลา อาจถึงตายในคืนเดียว

ค่าในตารางเป็นภาพเชิงเปรียบเทียบตามประสบการณ์การเลี้ยงทั่วไป ไม่ใช่ตัวเลขที่ทำนายได้เป๊ะสำหรับทุกบ่อ ขนาดของการแกว่งจริงขึ้นกับความหนาแน่นของสาหร่าย ปริมาณปลา ปริมาณตะกอน และการเติมอากาศด้วย

ทำไมค่าที่วัดตอนบ่ายถึงบอกอะไรไม่ได้เลย

ผู้เลี้ยงเกือบทุกคนวัด pH ตอนกลางวัน เพราะนั่นคือเวลาที่คนว่าง แต่ในภูมิอากาศแบบบ้านเรา เวลาบ่ายคือช่วงเวลาที่ให้ข้อมูลน้อยที่สุดของทั้งวัน มันคือจุดสูงสุดของ pH หลังจากที่เราทำงานมาทั้งวัน มันเป็นเหมือนการวัดความสูงของคลื่นตอนยอดคลื่นแล้วสรุปว่าน้ำไม่ลง

บ่อที่ pH ตกเมื่อคืนนี้ มักจะให้ค่า pH ที่ดูปกติถ้าคุณกลับมาวัดตอนบ่ายวันเดียวกัน เพราะพอแดดออก สาหร่ายก็ดึง CO₂ ออกไป และ pH ก็ไต่กลับขึ้นมาเอง หลักฐานหายไปก่อนคุณจะกลับถึงบ้าน นี่คือเหตุผลที่แท้จริงว่าทำไมผู้เลี้ยงจำนวนมากถึงบอกว่า "ค่าน้ำปกติทุกอย่าง แต่ปลาตาย"

ถ้าจะวัดครั้งเดียวต่อวัน ให้วัดตอนเช้ามืด ราวตีห้าถึงหกโมงเช้า ก่อนแดดจะขึ้นแรง นั่นคือค่าที่บอกความจริงว่าบ่อของคุณผ่านคืนมาอย่างไร ค่าเข้ากับค่าบ่ายต่างกันราว 0.2-0.3 หน่วยถือว่าปกติ แต่ถ้าต่างกันตั้งแต่ 1 หน่วยขึ้นไป นั่นคือสัญญาณว่าบัฟเฟอร์บางเกินกว่าจะรับการแกว่งประจำคืนได้ ไม่ว่าตัวเลขเดียว ๆ จะดูสวยแค่ไหนก็ตาม

จากที่เกิดจริงในเมืองไทย: ฝน

ในคู่มือของยุโรปและอเมริกา ตัวจุดชนวนของ pH crash มักเป็นเรื่องฤดูใบไม้ผลิหรือใบไม้ร่วง ในบ้านเราตัวจุดชนวนอันดับหนึ่งคือฝน และมันเกิดซ้ำทุกปีในรูปแบบเดิม

- สัปดาห์ที่ผ่านมา** — บ่อ 20 คิว ให้อาหารดี ปลาโต จลिनทรีย์ในกรอง "กิน" ค่า KH ไปเรื่อย ๆ จาก 7 เหลือ 5 dKH ระหว่างนี้ pH ที่วัดตอนบ่ายอ่านได้ 7.6 ทุกครั้ง ไม่มีอะไรผิดปกติให้เห็น
- บ่ายวันเสาร์** — ฝนหนัก 80 มม. ฝวน้ำ 40 ตารางเมตร รับน้ำฝนโดยตรงราว 3.2 คิว บวกน้ำไหลบ่าจากลานรอบบ่อที่พาใบไม้และอินทรีย์วัตถุลงมามาก น้ำฝนมี KH เกือบศูนย์ KH ในบ่อเจือจางเหลือราว 4 dKH ฟ้าปิดทั้งบ่าย สาหร่ายสังเคราะห์แสงได้น้อยกว่าปกติ จึงไม่ได้ดึง CO₂ ออกไปเท่าที่ควร
- หนึ่งทุ่ม** — ไฟดับจากพายุ 40 นาที บั้มลมหยุด บั้มน้ำหยุด CO₂ สะสมเร็วกว่าปกติเพราะไม่มีการกวนฝวน้ำ
- เที่ยงคืนถึงตีห้า** — การหายใจปล่อยกรดลงน้ำอย่างต่อเนื่อง บัฟเฟอร์ที่เหลือ 4 dKH หมดลงระหว่างทาง จากจุดนั้น pH ไม่ได้ค่อย ๆ ลง มันหลด

5. หกโมงเช้าวันอาทิตย์ — ผู้เลี้ยงเดินออกไปเจอบ่อในสภาพที่บรรยายไว้ตอนต้นหน้า

สังเกตว่าไม่มีชั้นตอนไหนเลยที่ผู้เลี้ยงทำอะไรผิด สิ่งที่เขาได้ไปคือข้อมูลว่าบัฟเฟอร์เหลือน้อยลงเรื่อย ๆ มาตลอดสัปดาห์ และการวัด KH หนึ่งครั้งหลังฝนหยุด

ผู้เลี้ยงเห็นอะไร

อาการเจ็บบพลัน มักพบตอนเช้ามีด

- ปลาลอยหัวสูบอากาศ ที่ผิวน้ำหรือแออัดกันตรงน้ำตก ตรงหัวบีม หรือตรงที่น้ำไหลกลับ
- บางตัวทำตรงข้าม คือนอนแน่นิ่งอยู่กันบ่อ ครีบหุบแนบตัว ไม่ตอบสนองเมื่อเดินเข้าใกล้
- เมื่อกnockหน้าผิวดก ตัวปลาดูขุ่นเหมือนมีฝ้าขาวบาง ๆ คลุม เพราะผิวหนังตอบสนองต่อกรด
- ปลาบางตัวว่ายพุ่งไม่มีทิศทาง เสียดสีตัวกับผนังบ่อ แล้วกลับมานิ่ง
- ปฏิเสธอาหารทั้งบ่อ อย่างกะทันหันในวันถัดมา ทั้งที่เมื่อวานกินดี
- ในกรณีหนัก มีปลาดายในคืนเดียวหลายตัว โดยไม่มีร่องรอยบาดแผลหรือปรสิตให้เห็น

สัญญาณจากตัวน้ำเอง

- pH ตอนเช้ามีดต่ำกว่าตอนบ่ายอย่างมีนัยสำคัญ — ยิ่งช่องว่างกว้าง ยิ่งอันตราย
- KH วัดได้ต่ำกว่า 4 dKH หรือชุดทดสอบเปลี่ยนสีตั้งแต่หยดแรก ๆ
- บางบ่อน้ำใสขึ้นผิดปกติ เพราะสาหร่ายที่บลูมอยู่ฟุ้งลงพร้อมกัน (บลูมล่ม) ซึ่งซ้ำเติมทั้งออกซิเจนและ CO₂ — ดูรายละเอียดในหน้า [น้ำเขียว](#)
- กรองเริ่มทำงานช้าลง จุลินทรีย์ที่ย่อยแอมโมเนียเสียประสิทธิภาพอย่างมากเมื่อ pH ลงไปต่ำกว่าราว 6.5 ผลคือแอมโมเนียเริ่มสะสม ซึ่งจะกลายเป็นระเบิดลูกที่สองในหัวข้อถัดไป

ต้องทำอะไรทันที

ลำดับด้านล่างเรียงตามความเร่งด่วนจริง ไม่ใช่ตามความง่าย ทำจากบนลงล่าง

1. **เติมอากาศให้แรงที่สุดเท่าที่ทำได้** ทันที เปิดบีมลมทุกตัว ย้ายหัวทรายเพิ่ม เปิดน้ำตกให้แรงขึ้น เอาบีมจุ่มมาตีผิวน้ำ การกวนผิวน้ำแรง ๆ ทำสองอย่างพร้อมกัน คือไล่ CO₂ ส่วนเกินออกจากรูน้ำ ซึ่งช่วยให้ pH ไต่กลับขึ้นเองอย่างปลอดภัย และเติมออกซิเจนในช่วงโมงที่มันต่ำที่สุดของวัน นี่เป็นการกระทำเดียวที่ได้ผลเร็วและไม่มีความเสี่ยงในตัวมันเอง
2. **หยุดให้อาหารทันที** อย่างน้อย 24-48 ชั่วโมง อาหารทุกกรัมที่ลงไปตอนนี้แปลงเป็นแอมโมเนียในบ่อที่กรองกำลังทำงานได้ไม่เต็มที่
3. **วัด KH ก่อนเป็นอันดับแรก จากนั้นวัดแอมโมเนียและไนไตรต์** คุณต้องรู้ทั้งสามค่าก่อนตัดสินใจอะไรต่อ โดยเฉพาะแอมโมเนีย เพราะมันกำหนดว่าคุณจะยก pH ได้เร็วแค่ไหน
4. **ยก KH กลับอย่างช้า ๆ** ด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต ประมาณ 30 กรัมต่อ 1 คิว ยก KH ได้ราว 1 dKH ไม่เกิน 1-2 dKH ต่อวัน ละลายในถังก่อนแล้วค่อย ๆ เทลงจุดที่น้ำไหลแรง ห้ามโรยผลงบ่อตรง ๆ
5. **ตรวจว่ามีอะไรทำให้บีมหยุดหรือกรองสะดุดหรือไม่** ไฟดับเมื่อคืน ท่ออุด ตะแกรงตัน สายลมหลุด ถ้ากรองเพิ่งกลับมาทำงานหลังหยุดไปหลายชั่วโมงในน้ำอุ่น ให้ถือว่าจุลินทรีย์ส่วนหนึ่งตายไปแล้วและเฝ้าดูแอมโมเนียทุกวัน

6. **เปลี่ยนน้ำบางส่วนเฉพาะเมื่อคุณรู้ค่าน้ำใหม่** การเปลี่ยนน้ำช่วยได้จริงถ้า น้ำต้นทางมี KH สูงกว่าบ่อ แต่จะช้าเต็มทนที่ น้ำต้นทางเป็นน้ำฝนกักเก็บ หรือน้ำบาดาลที่ค่าความเป็นด่างต่ำและ CO₂ สูง **วัดน้ำใหม่ก่อนใช้เสมอ** และเปลี่ยนทีละไม่มาก ขั้นตอนอยู่ในหน้า**เปลี่ยนน้ำ**
7. **เกลือช่วยประคองปลาที่เครียดได้ แต่ไม่ได้แก้ pH** ดูหน้า**การใส่เกลือ** อย่าใช้แทนการแก้ KH

อันตรายที่สุดคือการรีบดัน pH กลับขึ้น — ระหว่างที่ pH ต่ำ แอมโมเนียเกือบทั้งหมดในบ่ออยู่ในรูป แอมโมเนียม (NH₄⁺) ซึ่งเป็นพิษน้อย ถ้าคุณเทโซดาแอชหรือปูนขาวเพื่อ "ดึง pH กลับเร็ว ๆ" คุณกำลังเปลี่ยนแอมโมเนียมก้อนนั้นให้กลายเป็นแอมโมเนียอิสระ (NH₃) ซึ่งเป็นรูปที่เป็นพิษ ภายในไม่กี่นาทีย ผลลัพธ์คือปลาที่รอดจาก pH ตกลงมาได้ กลับมาตายจากพิษแอมโมเนียในบ่ายวันเดียวกัน นี่เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบ่อยจริงและป้องกันได้ทั้งหมด **ใช้การเติมอากาศเพื่อไล่ CO₂ และใช้ใบคาร์บอนเตอย่างช้า ๆ** เท่านั้น อ่านเรื่องความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับความเป็นพิษของแอมโมเนียในหน้า**แอมโมเนียและไนไตรต์**

- สิ่งที่ห้ามทำ
- ห้ามใช้โซดาแอชหรือปูนขาว ในบ่อที่มีปลาอยู่และอยู่ในภาวะฉุกเฉิน ทั้งสองด้วยก pH เร็วกว่าที่จะควบคุมได้
 - ห้ามล้างกรองในวันเดียวกัน ต่อให้กรองดูสกปรกแค่ไหน จุลินทรีย์ที่เหลืออยู่คือทรัพย์สินที่มีค่าที่สุดของบ่อในตอนนี
 - ห้ามเปลี่ยนน้ำครั้งใหญ่แบบไม่ได้วัดน้ำใหม่ การเปลี่ยนน้ำ 50% ด้วยน้ำที่ pH ต่างกันมากคือการเปลี่ยนวิกฤตหนึ่งเป็นอีกวิกฤตหนึ่ง
 - ห้ามใส่ยารักษาโรคเพราะเห็นเมือกหนา เมือกหนาในสถานการณ์นี้เป็นการตอบสนองต่อกรด ไม่ใช่โรค ยาส่วนใหญ่กดกรองและกดออกซิเจนซ้ำ
 - ห้ามให้อาหารเพราะ "ปลาดูหิว" ในสองวันแรก

48 ชั่วโมงถัดไป

เวลา	ทำอะไร	ค่าที่ควรเห็น
ชั่วโมงที่ 0-2	เติมอากาศเต็มที่ หดยาอาหาร วัด KH / pH / แอมโมเนีย	pH เริ่มไต่ขึ้นเองจากการไล่ CO ₂ โดยยังไม่ต้องเติมอะไร
ชั่วโมงที่ 2-8	เติมใบคาร์บอนเตรอบแรก ยกไม่เกิน 1 dKH ค่อย ๆ เทลงจุดน้ำไหล	KH ขยับขึ้นตามที่คำนวณ ปลาเริ่มกระจายตัวออกจากผิวน้ำ
วันที่ 1 เย็น	วัด KH และแอมโมเนียซ้ำ ยังไม่ให้อาหาร เปิดอากาศทั้งคืน	KH ไม่ตกกลับ ถ้าตกกลับแปลว่ายังมีตัวกินที่ยังไม่ได้แก้
วันที่ 2 เช้ามืด	วัด pH ดอนดีห่า เทียบกับตอนบ่ายวันก่อน	ช่องว่างเข้า-บ่ายควรแคบลงชัดเจน นี่คือหลักฐานว่า บัฟเฟอร์กลับมาทำงาน
วันที่ 2-4	เติมใบคาร์บอนเตต่อวันละไม่เกิน 1-2 dKH จนถึงช่วง 6-8 dKH เริ่มให้อาหารทีละน้อย	ปลากินตามปกติ ไม่มีตัวไหนแยกตัวไปอยู่มุมบ่อ
สัปดาห์ที่ 1-2	เฝ้าดูแอมโมเนียและไนไตรต์ทุกวัน	ถ้ากรองโดนกระทบ ไนไตรต์มักโผล่ตามหลังแอมโมเนียหลายวัน

ข้อควรระวังที่มักถูกลืม: หลังจาก pH ตกครั้งหนึ่ง กรองชีวภาพมักมาดเจ็บ เพราะจุลินทรีย์ที่ย่อยแอมโมเนียทำงานได้แยลงมากที่ pH ต่ำ ดังนั้นแม้แก้ pH ได้แล้ว บ่ออาจเข้าสู่ช่วงที่แอมโมเนียและไนไตรต์เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ถัดมา ให้ปฏิบัติกับบ่อเหมือนบ่อที่กำลัง**รันระบบใหม่** คือให้อาหารน้อย ว่างทุกวัน

ป้องกันด้วยการดูแล KH ไม่ใช่ด้วยการไล่ตาม pH

วิธีที่ผิดคือการซื้อผลิตภัณฑ์ pH Up และ pH Down มาไว้ข้างบ่อ แล้วปรับค่าทุกครั้งที่ตัวเลขไม่สวย มันเหมือนการกดปุ่มปิดเสียงสัญญาณเตือนไฟไหม้ ค่าที่อ่านได้ดีขึ้น ปัญหาไม่ได้ถูกแก้เลย และการปรับไปมาสร้างการแกว่งที่เป็นตัวทำร้ายปลาโดยตรง

วิธีที่ถูกมีอยู่ห้าข้อ

1. วัด KH ทุกสัปดาห์ ตลอดทั้งปี

ไม่มีฤดูไหนในเมืองไทยที่ปลาหยุดกิน จึงไม่มีฤดูไหนที่กรองหยุดย่อยแอมโมเนีย และไม่มีฤดูไหนที่ KH หยุดถูกกิน บ่อที่ให้อาหารหนักเสีย KH ได้ราว 1-2 dKH ต่อสัปดาห์ ตัวเลขนี้แปลว่าการวัดเดือนละครั้งเข้าเกินไปโดยโครงสร้าง ไม่ใช่เพราะซีเกียจ

2. วัดเพิ่มอีกครั้งหลังฝนหนักทุกครั้ง

นี่คือกฎข้อเดียวที่เฉพาะเจาะจงกับประเทศไทยที่สุดในทั้งชุดคู่มือนี้ ฝนหนึ่งหาเปลี่ยนบ่อได้มากกว่าหนึ่งสัปดาห์ของการให้อาหาร และมันเปลี่ยนเสร็จภายในป้ายเดียว

3. จัดการน้ำฝนที่ไหลเข้าบ่อ

- ทำท่อน้ำให้ทำงานได้จริง เพื่อให้หน้าฝนส่วนเกินไหลออก แทนที่จะดันน้ำเต็มออกจากระบบทั้งหมด
- กันน้ำไหลมาจากลานหรือสวนไม่ให้ลงบ่อโดยตรง เพราะมันพาทั้งอินทรีย์วัตถุ ดิน และบางครั้งสารเคมีจากสวนลงมาด้วย
- หลังคาหรือสแลนที่ไขกันแดดอยู่แล้ว ช่วยลดปริมาณน้ำฝนที่ตกลงผิวน้ำโดยตรงไปในตัว

4. เติมอากาศตอนกลางคืนเป็นมาตรฐาน ไม่ใช่ทางเลือก

ในน้ำที่อุ่นตลอดปี ความอิ่มตัวของออกซิเจนต่ำถาวรขณะที่ความต้องการสูงถาวร ราว 04:00-06:30 เป็นทั้งจุดต่ำสุดของออกซิเจนและจุดต่ำสุดของ pH พร้อมกัน การเติมอากาศตลอดคืนช่วยทั้งสองเรื่องพร้อมกัน เพราะการกวนผิวน้ำไล่ CO₂ ออกไปด้วย

และเนื่องจากไฟดับช่วงพายุเป็นเรื่องปกติในหน้าฝนบ้านเรา ระบบเติมอากาศที่ยังทำงานได้ตอนไฟดับจึงเป็นข้อกำหนดพื้นฐานของบ่อในเมืองไทย ไม่ใช่ของเสริม ไม่ว่าจะเป็นเครื่องสำรองไฟสำหรับปั๊มลม แบตเตอรี่ หรือปั๊มลมสำรองที่ต่อไว้แล้ว รายละเอียดอยู่ในหน้าออกซิเจนละลายน้ำ

5. อย่าล้ากรองจนสะอาดเกินไป และรู้ค่าน้ำต้นทุนของตัวเอง

กรองที่ถูกล้างจนหมดจดคือกรองที่ต้องเช็ดระบบใหม่ ซึ่งหมายถึงแอมโมเนียเต็ม ซึ่งหมายถึงการกิน KH แรงขึ้นทันที ส่วนน้ำต้นทุนนั้น บ้านเราต่างจากคู่มือต่างประเทศตรงที่บ่อจำนวนมากใช้น้ำบาดาล ซึ่งมาถึงบ่อโดยออกซิเจนเกือบเป็นศูนย์ CO₂ สูง และค่าความเป็นด่างได้ตั้งแต่ต่ำมากถึงสูงมาก **ต้องวัด ไม่ใช่สมมติ**

ค่านิ่งสำคัญกว่าค่าเป๊ะ — ผู้เลี้ยงไทยพูดกันมานานแล้วและถูกต้องทุกประการ ปลาควรฟออยู่ที่ pH 7.2 หรือ 8.0 ได้สบายถ้าค่าไม่ขยับ สิ่งที่น่ากังวลคือการเพิ่มคือคำตอบว่า **อะไรทำให้มันขยับ** คำตอบคือ KH ไม่มีค่าอื่น การไล่ปรับ pH ให้ได้เลขสวยคือการทำลายความนิ่งด้วยมือตัวเอง ส่วนการรักษา KH ไว้ที่ 6-10 dKH คือการทำให้ความนิ่งเกิดขึ้นเองโดยไม่ต้องแตะอะไรเลย

pH คือค่าตามหลัง KH คือค่าล่วงหน้า

เหตุผลที่ pH crash ทำให้คนตกใจเสมอ ไม่ใช่เพราะมันเกิดเร็ว แต่เพราะสัญญาณเตือนถูกออกแบบมาให้เจ็บ ตราบใดที่บัฟเฟอร์ยังเหลือ หน้าที่ของมันคือทำให้ pH ไม่ขยับ ดังนั้นระหว่างที่ KH ไหลลงจาก 8 → 6 → 4 ค่า pH ที่คุณจดไว้ในสมุดจะเท่าเดิมทุกสัปดาห์ ตัวเลขที่นิ่งนั้นไม่ได้แปลว่าปลอดภัย มันแปลว่าเกเรยังทำงานอยู่ — และไม่ได้บอกเลยว่าเกเรเหลือหนาแค่ไหน

เมื่อเกเรหมด pH ไม่ค่อย ๆ ลง มันหลุด และมันหลุดในช่วงเวลาที่ไม่มีใครยืนอยู่ข้างบ่อ นี่คือเหตุผลทั้งหมดว่าทำไมการเผ่าดู KH ถึงเป็นการเผ่าระวังจริง ส่วนการเผ่าดู pH อย่างเดียวคือการรอฟังข่าว ถ้าอยากเห็นภาพรวมของทุกค่าที่ควรจับตา อ่านหน้า [ค่าน้ำบ่อปลาครบ](#) และถ้าเคยเจอปลาตายโดยไม่ทราบสาเหตุ หน้า [ปลาคราฟตายเฉียบพลัน](#) จะช่วยแยกแยะว่าเป็น pH ตกหรือเรื่องอื่น

คำถามที่พบบ่อย

ทำไม pH ตกถึงเกิดตอนกลางคืนเสมอ

เพราะกลางวันสาหร่ายและพืชน้ำดื่มคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากน้ำไปสังเคราะห์แสง pH จึงไต่ขึ้น พอมืดการสังเคราะห์แสงหยุดสนิทแต่การหายใจของปลา จุลินทรีย์ในกรอง แบคทีเรียในตะกอน และตัวสาหร่ายเอง ยังปล่อย CO₂ ลงน้ำต่อเนื่องนานสิบชั่วโมง CO₂ กลายเป็นกรดคาร์บอนิก ถ้ามี KH 6-10 dKH การแกว่งนี้เหลือแค่เศษส่วนของหนึ่งหน่วย แต่ถ้าบัฟเฟอร์หมด ไม่มีอะไรรั้ง จุดต่ำสุดอยู่ราว 04:00-06:30 ซึ่งเป็นเวลาเดียวกับที่ออกซิเจนต่ำสุดพอดี

เจอปลาลอยหัวตอนเช้า ควรทำอะไรเป็นอย่างแรก

เติมอากาศให้แรงที่สุดเท่าที่ทำได้ทันที เปิดปั๊มลมทุกตัว เปิดน้ำตกให้แรง เอาปั๊มมาตีผิวน้ำ การกวนผิวน้ำไล่ CO₂ ส่วนเกินออกไปซึ่งทำให้ pH ไต่กลับขึ้นเองอย่างปลอดภัย และเติมออกซิเจนในช่วงเวลาที่มันต่ำที่สุดของวัน จากนั้นหยุดให้อาหาร แล้วจึงวัด KH แอมโมเนีย และไนไตรต์ ก่อนตัดสินใจทำอะไรต่อ

เหนี่ยาปรับ pH ขึ้นเลยได้ไหม จะได้เร็ว

ห้ามเด็ดขาด ระหว่างที่ pH ต่ำ แอมโมเนียเกือบทั้งหมดอยู่ในรูปแอมโมเนียม ซึ่งเป็นพิษน้อย ถ้ายก pH ขึ้นเร็ว แอมโมเนียมกองนั้นจะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียอิสระซึ่งเป็นรูปที่เป็นพิษภายในไม่กี่นาที ปลาที่รอดจาก pH ตกมาไต่ตอนเช้า อาจตายจากพิษแอมโมเนียในบ่ายวันเดียวกัน ให้ใช้การเติมอากาศไล่ CO₂ และเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตอย่างช้า ๆ ไม่เกิน 1-2 dKH ต่อวันแทน และห้ามใช้โซดาแอชหรือปูนขาวในบ่อที่มีปลาอยู่

ทำไมวัด pH ตอนบ่ายแล้วค่าปกติ ทั้งที่เมื่อคืนปลาตาย

เพราะตอนบ่ายคือจุดสูงสุดของ pH ในรอบวัน หลังจากสาหร่ายดึง CO₂ ออกไปทั้งวัน หลักฐานของสิ่งที่เกิดตอนตีสี่หายไปก่อนคุณกลับถึงบ้าน ถ้าจะวัดวันละครึ่ง ให้วัดตอนตีห้าถึงหกโมงเช้ามืดขึ้น ค่าเข้ากับค่าบ่ายต่างกันราว 0.2-0.3 หน่วยถือว่าปกติ แต่ถ้าต่างกันตั้งแต่ 1 หน่วยขึ้นไป นั่นคือสัญญาณว่าบัฟเฟอร์บางเกินกว่าจะรับการแกว่งประจำคืนได้ ไม่ว่าตัวเลขเดี่ยว ๆ จะดูสวยแค่ไหน

หลังฝนตกหนักต้องระวังอะไรเป็นพิเศษ

น้ำฝนแทบไม่มีแร่ธาตุและเจือจาง KH ลงได้อย่างรวดเร็ว ฝน 80 มม. บนผิวน้ำ 40 ตารางเมตร คือน้ำ KH เกือบศูนย์ราว 3.2 คิวที่ลงบ่อในบ่ายเดียว ยังไม่นับน้ำไหลบ่าจากลานรอบบ่อ วันฟ้าปิดสาหร่ายยังสังเคราะห์แสงได้น้อยลง และไฟดับจากพายุอาจหยุดปั๊มลมในชั่วโมงที่แย่ที่สุด ให้วัด KH ทันทีที่ฝนหยุด และเปิดเครื่องเติมอากาศให้แรงตลอดคืนถัดไป

หลังแก้ pH ตกได้แล้ว ยังต้องระวังอะไรอีก

ต้องระวังกรองบาดเจ็บ จุลินทรีย์ที่ย่อยแอมโมเนียทำงานได้แย่มากเมื่อ pH ลดต่ำกว่าราว 6.5 ดังนั้นแม้แก้ pH ได้ บ่ออาจเข้าสู่ช่วงที่แอมโมเนียและไนไตรต์เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ถัดมา ให้ปฏิบัติกับบ่อเหมือนบ่อที่กำลังรันระบบใหม่ คือให้อาหารที่ละน้อย วัดแอมโมเนียและไนไตรต์ทุกวัน และห้ามล้างกรองในช่วงนี้

ปลาคาร์ฟตายเฉียบพลันโดยไม่มีสัญญาณเตือน: สาเหตุจริงเรียงตามความน่าจะเป็น

"เมื่อวานยังกินอาหารปกติ เข้าน้ำตายไปสามตัว ตัวใหญ่ที่สุดด้วย น้ำใสมาก วัด pH ก็ปกติ" — ประโยคนี้ถูกโพสต์ในกลุ่มผู้เลี้ยงปลาคาร์ฟทุกสัปดาห์ และเกือบทุกครั้ง คำว่า "ไม่มีสัญญาณเตือน" ไม่ได้แปลว่าไม่มีสัญญาณ แต่แปลว่า**สัญญาณเกิดขึ้นตอนดึก และไม่มีใครยืนอยู่ตรงนั้น** หน้านี้เรียงสาเหตุที่เป็นไปได้จริงตามความน่าจะเป็น พร้อมวิธีแยกแยะย้อนหลังจากสิ่งที่ยังเหลือให้ดูได้

สรุปสั้น

- ดัดสาเหตุที่เห็นได้ด้วยตาออกก่อน: สัตว์นกกล่า ปลากระโดดออก สารเคมีหรือยาฆ่าแมลงปลิวลงบ่อ และคลอรีนจากน้ำดื่ม
- สาเหตุจริงเรียงตามความน่าจะเป็นในบ่อไทย: 1) ออกซิเจนต่ำสุดก่อนรุ่งสาง 2) pH ตก 3) แอมโมเนียหรือไนไตรต์พุ่งหลังกรองถูกรบกวน 4) ช็อกอุณหภูมิ
- เบาะแสที่แยกสาเหตุได้ดีที่สุดคือ เวลาที่พบ ขนาดของปลาที่ตายก่อน สีของเหงือก และมีเหตุการณ์อะไรเกิดขึ้นภายใน 72 ชั่วโมงก่อนหน้า
- น้ำอุ่นตลอดปีแปลว่าความอึดตัวของออกซิเจนต่ำถาวรขณะที่ความต้องการสูงถาวร ราว 04:00-06:30 คือวิกฤตประจำวันของบ่อไทย ทุกเดือน
- การวัดตอนสายหรือบ่ายเป็นการวัดในเวลาที่ให้ข้อมูลน้อยที่สุด — **หลักฐานหายไปก่อนคุณจะได้วัด**

ก่อนอื่น ดัดสาเหตุที่เห็นได้ด้วยตาออกไป

ใช้เวลาสิบนาทีเดินรอบบ่อก่อนจะสรุปว่าเป็นเรื่องเคมีของน้ำ

- **สัตว์นกกล่า** — นกกระยาง งู แมว ตัวเงินตัวทอง ร่องรอยคือแผลฉีกที่หลังหรือข้างลำตัว ปลาหายไปทั้งตัวโดยไม่พบซากหรือรอยข่วนที่ขอบบ่อ ดาข่ายคลุมหรือสายเอ็นซึ่งเหนียวน้ำแฉะได้
- **ปลากระโดดออก** — พบซากบนพื้นรอบบ่อ มักเกิดเมื่อปลาดกใจหรือเมื่อคุณภาพน้ำแยลงจนปลาพยายามหนี ถ้าเจอปลากระโดด ให้ถือว่าน้ำมีปัญหาจนกว่าจะพิสูจน์ได้ว่าไม่
- **สารเคมี** — เรื่องนี้พบบ่อยกว่าที่คิดในบริบทบ้านเรา การพ่นยากันยุงในหมู่บ้าน การฉีดยาฆ่าแมลงหรือยาฆ่าหญ้าในสวนข้างบ่อ สีทาบ้านหรือทินเนอร์ที่ล้างแปรงใกล้บ่อ น้ำยาล้างพื้นที่ไหลลงบ่อ ทั้งหมดฆ่าปลาได้ในคืนเดียวโดยที่ค่าน้ำมาตรฐานทุกค่าอ่านได้ปกติ ถ้ามั่นใจบ้านและคนสวน ก่อนสรุปอย่างอื่น ถ้าปลาดายพร้อมกันเกือบทั้งบ่อภายในไม่กี่ชั่วโมงโดยที่ค่าน้ำปกติหมด สารพิษจากภายนอกควรอยู่ต้นรายการ
- **คลอรีนจากน้ำดื่ม** — เติมน้ำประปาโดยไม่กำจัดคลอรีน หรือเปิดสายยางทิ้งไว้แล้วลืม อาการคือปลาทั้งบ่อทรุดพร้อมกันภายในไม่กี่ชั่วโมงหลังเติมน้ำ เหงือกซีดหรือมีเมือกมาก

เมื่อตัดข้อนี้ออกได้แล้ว ให้ไล่ตามลำดับด้านล่าง

สาเหตุที่ 1: ออกซิเจนต่ำสุดก่อนรุ่งสาง

นี่คือสาเหตุอันดับหนึ่งของการตายเฉียบพลันในบ่อประเทศไทย และเป็นสาเหตุที่ผู้เลี้ยงตรวจสอบย้อนหลังได้ยากที่สุด เพราะพอถึงเวลาที่คุณเอาเครื่องวัดออกมา ปัญหาก็แก้ตัวเองไปแล้ว

ทำไมมันหนักกว่าที่เขียนไว้ในคู่มือต่างประเทศ

ความสามารถของน้ำในการลุ่มออกซิเจนลดลงเมื่อน้ำอุ่นขึ้น ขณะที่ความต้องการออกซิเจนของปลาและจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเมื่อน้ำอุ่นขึ้น สองเส้นนี้วิ่งสวนทางกัน และบ่อไทยอยู่ที่ปลายที่แยของทั้งสองเส้นตลอดทั้งปี

อุณหภูมิน้ำ	ออกซิเจนละลายน้ำที่จุดอิ่มตัว (โดยประมาณ)	สภาพที่พบ
20 °C	ราว 9 มก./ล.	เกิดเฉพาะคืนหนาวจัดทางภาคเหนือ
25 °C	ราว 8.2 มก./ล.	คืนหนาวในภาคกลาง
30 °C	ราว 7.5 มก./ล.	ค่าปกติของบ่อไทยเกือบทั้งปี
33 °C	ราว 7.2 มก./ล.	บ่อตื้นหรือบ่อมีหลังคาช่วงหน้าร้อน
35 °C	ราว 7.0 มก./ล.	บ่อตื้นกลางแดดจัด

ตัวเลขในตารางคือเพดาน ไม่ใช่ค่าที่บ่อของคุณมีจริง ค่าจริงตอนตีสี่ต่ำกว่านี้เสมอ เพราะตลอดคืนไม่มีการสังเคราะห์แสงมาเติม มีแต่การหายใจมาดึงออก ปลาหายใจ จุลินทรีย์ในกรองหายใจ แบคทีเรียในตะกอนกินบ่อหายใจ และสาหร่ายที่ทำให้ น้ำเขียวก็หายใจด้วย ยิ่งบลูมหนา ยิ่งกินออกซิเจนตอนกลางคืนมาก บ่อที่ "น้ำเขียวสวย" ตอนกลางวันจึงเป็นบ่อที่เสี่ยงที่สุดตอนกลางคืน

ตัวเร่งที่พบบ่อยในบ่อไทย

- **ไฟดับตอนพายุ** ในหน้าฝน บั้มลมและบั๊มน้ำหยุดพร้อมกันในชั่วโมงที่แยที่สุดของวัน ไฟกลับมาตอนเช้า และไม่มีใครรู้ว่ามันดับไปกี่ชั่วโมง
- **บลูมล่ม** — วันฟ้าปิดติดกันหลายวันในหน้าฝน สาหร่ายที่บลูมหนาตายพร้อมกัน น้ำที่เคยเขียวกลายเป็นใสหรือขุ่นเทา ภายในหนึ่งถึงสองวัน การย่อยสลายสาหร่ายที่ตายกินออกซิเจนมหาศาล นี่ก็กับดักที่ร้ายที่สุด เพราะเจ้าของบ่อเห็นน้ำใสขึ้นแล้วดีใจ ดูหน้าน้ำเขียว
- **ปลาเยอะเกินขนาดบ่อ** หรือให้อาหารเพิ่มขึ้นเมื่อปลาโตแต่ไม่ได้เพิ่มการเติมอากาศตาม
- **ตะกอนหนาที่ก้นบ่อ** ซึ่งกินออกซิเจนตลอดเวลาโดยไม่มีใครเห็น
- **เติมน้ำบาดาลปริมาณมาก** โดยไม่พักเติมอากาศก่อน น้ำบาดาลมาถึงบ่อโดยออกซิเจนเกือบเป็นศูนย์

ลายเซ็นของการตายเพราะออกซิเจน

- พบตอนเช้ามีดหรือเข่าตุ๋ และไม่มีตัวใหม่ตายเพิ่มหลังแดดขึ้น ซึ่งเป็นเบาะแสที่มีค่ามาก
- **ตัวใหญ่ที่สุดตายก่อน** เป็นแนวโน้มที่ผู้เลี้ยงสังเกตกันมานาน ปลาตัวใหญ่ต้องการออกซิเจนรวมมากกว่าโดยที่พื้นที่เหงือกต่อน้ำหนักตัวน้อยกว่า จึงเป็นกลุ่มแรกที่เอาไม่อยู่
- ก่อนหน้านั้นปลามักไปรวมกันตรงน้ำตก หัวบั้ม หรือจุดที่น้ำไหล และ **ลอยหัวสูบอากาศ**ที่ผิวน้ำ ถ้าคุณหรือคนในบ้านเคยเห็นภาพนี้ตอนเช้าในสัปดาห์ก่อน นั่นคือคำตอบ
- ปากอ้าค้าง แผ่นปิดเหงือกกางออก
- วัดตอนสายได้ค่าออกซิเจนปกติ เพราะสาหร่ายกลับมาผลิตแล้ว หลักฐานหายไปหมด

รายละเอียดทั้งหมดอยู่ในหน้าออกซิเจนละลายน้ำ ประเด็นสำคัญสำหรับบ้านเราคือ การเติมอากาศตอนกลางคืนคือมาตรฐานพื้นฐานตลอดทั้งสิบสองเดือน ไม่ใช่เรื่องตามฤดู และระบบเติมอากาศที่ยังทำงานได้เมื่อไฟดับคือข้อกำหนด ไม่ใช่ของเสริม

สาเหตุที่ 2: pH ตก

เกิดในเวลาเดียวกันเป๊ะ ๆ กับสาเหตุที่ 1 คือราว 04:00-06:30 เพราะเป็นผลจากกระบวนการเดียวกัน คือการหายใจตอนกลางคืน ต่างกันตรงที่สาเหตุที่ 1 คือออกซิเจนหมด ส่วนสาเหตุที่ 2 คือ CO₂ ที่สะสมกลายเป็นกรดในน้ำที่ไม่มีบัฟเฟอร์เหลือแล้ว

กลไกโดยย่อ: จุลินทรีย์ในกรอง "กิน" ค่า KH ไปเรื่อย ๆ ทุกวัน ฝนหนักเจือจางลงไปอีกในบ้ายเดียว เมื่อ KH ลดต่ำกว่าราว 3 dKH การแกว่งของ pH ประจำคืนที่ควรเป็นเศษส่วนของหนึ่งหน่วยจะกลายเป็นการดิ่งเกินหนึ่งหน่วยครึ่ง อ่านกลไกเต็มในหน้า

ลายเซ็น

- พบตอนเข้ามิดเช่นกัน แต่ปลาตายคละขนาด ไม่ได้เริ่มจากตัวใหญ่เสมอไป
- เมื่อกอกหนาผิดปกติ ตัวปลาจะมีฝ้าขาวบาง ๆ คลุม เป็นการตอบสนองของผิวหนังต่อกรด อาการนี้แยก pH ตกออกจากออกซิเจนต่ำได้ค่อนข้างดี
- ปลาที่รอดจำนวนมากนอนนิ่งอยู่กันบ่อย ครีบหุบ แทนที่จะขึ้นมาที่ผิวน้ำ
- KH ที่วัดได้ตอนนี้ต่ำ คือหลักฐานที่ยังไม่หายไป ต่างจาก pH ต่างจากออกซิเจน KH ไม่ฟื้นเองตอนสาย ถ้าวัด KH ได้ต่ำกว่า 4 dKH หลังเหตุการณ์ ให้ถือว่าเป็นผู้ต้องสงสัยอันดับหนึ่งทันที
- ถ้าวัด pH ตอนตีห้าของวันถัดมาแล้วยังต่ำกว่าค่าตอนบ่ายเกิน 0.5 หน่วย นั่นคือการยืนยัน

สาเหตุที่ 3: แอมโมเนียหรือไนไตรต์พุ่งหลังกรองถูกรบกวน

ต่างจากสองข้อแรกตรงที่ไม่จำเป็นต้องเกิดตอนเข้ามิด และมักมีเหตุการณ์ที่ระบุได้ชัดเจนเกิดขึ้นก่อนหน้าไม่กี่วัน

สิ่งที่รบกวนกรองได้

- ล้างกรองจนสะอาดเกินไป หรือล้างวัสดุกรองด้วยน้ำประปาที่ยังมีคลอรีน — ข้อหลังนี้ฆ่าจุลินทรีย์ในกรองได้ทั้งหมดในไม่กี่นาที และเป็นความผิดพลาดที่พบบ่อยมาก
- เปลี่ยนหรือเพิ่มวัสดุกรองครั้งใหญ่ พร้อมกันทีเดียว
- ไฟดับนาน น้ำหยุดไหลผ่านกรอง ในน้ำอุ่น 30 °C จุลินทรีย์ในกรองขาดออกซิเจนและเริ่มตายภายในไม่กี่ชั่วโมง พอไฟมาปั๊มก็ดันน้ำที่เน่าในกรองกลับลงบ่อทั้งหมด
- ใส่ยารักษาโรค โดยเฉพาะยาฆ่าเชื้อและยาปฏิชีวนะ ซึ่งกดจุลินทรีย์ในกรองไปพร้อมกับเชื้อโรค
- เพิ่มปลาหรือเพิ่มอาหารก้าวกระโดด เกินกว่าที่กรองจะตามทัน
- บ่อใหม่ที่ยังรันระบบไม่จบ — ในบ้านเราการเช็คระบบเป็นภัยได้ตลอดทั้งปี ไม่ใช่งานตามฤดู และมันเสี่ยงที่สุดในเดือนที่น้ำอุ่นที่สุด ดูหน้าเช็คระบบกรองบ่อใหม่

ลายเซ็น

- ปลาลอยหัวสูบอากาศตลอดวัน ไม่ใช่แค่ตอนเช้า ทั้งที่เครื่องวัดออกซิเจนอ่านค่าได้ปกติ นี่คือเบาะแสที่สำคัญที่สุด
- ในกรณีไนไตรต์ ปลาหายใจไม่ออกในน้ำที่มีออกซิเจนเพียงพอ เพราะไนไตรต์จับกับฮีโมโกลบินจนเลือดขนออกซิเจนไม่ได้ เหงือกและเลือดอาจดูออกน้ำตาลคล้ำแทนที่จะแดงสด

- ในกรณีแอมโมเนีย เหยือกมักดูอึกเสบ บวมแดงคล้ำ ปลาอาจมีรอยแดงตามครีบและโคนครีบ
- การตายทยอยเกิดหลายวัน มากกว่าจะจบในคืนเดียว
- ชุดทดสอบวัดแอมโมเนียหรือไนไตรต์ได้ค่าที่ไม่ใช่ศูนย์ — **หลักฐานยังอยู่ ต่างจากออกซิเจน**

ตัวเลขแอมโมเนียรวมเปล่า ๆ บอกอะไรไม่ได้ — สัดส่วนที่อยู่ในรูปแอมโมเนียอิสระ (NH_3) ซึ่งเป็นรูปที่เป็นพิษ ถูกกำหนดโดย pH และอุณหภูมิ ที่ pH 8.5 ในน้ำ 32 °C แอมโมเนียรวมเท่าเดิมอันตรายกว่าที่ pH 7.2 หลายเท่า และในบ่อไทยน้ำอุ่นตลอดปี สมการนี้เอียงไปทางฝั่งที่เป็นพิษเสมอ เป้าหมายของ NH_3 คือ ศูนย์ และเป้าหมายของไนไตรต์ก็คือศูนย์เช่นกัน อ่านหน้า **แอมโมเนียและไนไตรต์**

สาเหตุที่ 4: ช็อกอุณหภูมิ

พบน้อยกว่าสามข้อแรกในบ่อที่ตั้งมั่นแล้ว แต่เมื่อเกิดมักเกิดกับปลาชุดใดชุดหนึ่งโดยเฉพาะ และมีเหตุการณ์ที่ระบุเวลาได้แม่นยำ

สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในบ้านเรา

- **ปลานำเข้าจากฤดูหนาวญี่ปุ่นลงบ่อ 30 °C** — ปลาที่ออกจากบ่อผู้เพาะที่น้ำ 10-15 °C ผ่านการขนส่งทางอากาศ แล้วมาลงบ่อไทยที่อุ่นกว่าเกือบยี่สิบองศา นี่คือการกระทบสภาพที่หนักที่สุดที่ผู้เลี้ยงจะเจอ และไม่มีคู่มือจากซีกโลกเหนือเล่มไหนเขียนถึงมัน ต้องปรับอย่างช้าและมีขั้นตอน — ดูหน้า **อุณหภูมิ**
- **เติมน้ำบาดาลเย็นปริมาณมากในบ่อที่ร้อนจัด** น้ำบาดาลเย็นกว่าน้ำบ่อได้หลายองศา และปล่อยลงเร็วเกินไป
- **ฝนตกหนักลงบ่อต้น** น้ำฝนที่เย็นกว่าลงมาปริมาณมากในเวลาสั้น ๆ ในบ่อที่ต้นและไม่ลึกพอจะมีชั้นอุณหภูมิที่มั่นคง
- **ย้ายปลาหรือขนส่งปลา** โดยไม่ปรับอุณหภูมิองกับบ่อให้เท่ากันก่อน

ลายเซ็น

- เกิดภายในไม่กี่ชั่วโมงถึงสองสามวันหลังเหตุการณ์ที่ระบุได้ ไม่ใช่แบบไร้ที่มา
- มักกระทบเฉพาะ **ปลากลุ่มที่เพิ่งเข้าใหม่** ขณะที่ปลาเดิมในบ่อสบายดี ซึ่งเป็นตัวแยกที่ชัดเจนมาก
- ปลาสัน ครีบหุบ นอนเอียงข้าง หรือลอยนิ่ง
- ตามมาด้วยการติดเชื้อหรือปรสิตในสัปดาห์ถัดมา เพราะภูมิคุ้มกันถูกกดจากความเครียดอุณหภูมิ

ตารางแยกสาเหตุหลังเกิดเหตุ

เบาะแส	ออกซิเจนต่ำก่อนรุ่งสาง	PH ตก	แอมโมเนีย / ไนไตรต์	ช็อกอุณหภูมิ
เวลาที่พบ	เข้ามืด หยุดตายหลังแดดขึ้น	เข้ามืด	เวลาใดก็ได้ ทยอยหลายวัน	ไม่กี่ชั่วโมงถึงไม่กี่วัน หลังเหตุการณ์
ปลาตัวไหนตายก่อน	ตัวใหญ่ที่สุด	คละขนาด	คละขนาด ตัวอ่อนแอก่อน	เฉพาะปลาที่เพิ่งเข้าใหม่หรือเพิ่งย้าย
พฤติกรรมก่อนตาย	รวมกันที่น้ำตล ลอยหัวสุมอากาศตอนเช้า	นอนกันบ่อ ครีบหุบ เมื่อกหนา	ลอยหัวสุมอากาศตลอดวัน	สัน เอียง แยกตัว

เบาะแส	ออกซิเจนต่ำก่อนรุ่งสาง	PH ตก	แอมโมเนีย / ไนไตรต์	ซ็อกเทล
เหงือกและผิว	ปากอ้าค้าง แผ่นปิดเหงือกกาง	ฝ่ามือขาวคลุ้มตัว	เหงือกอักเสบแดงคล้ำ หรือออกน้ำตาลถ้าเป็นไนไตรต์	มักไม่มีอะไรชัดในระยะแรก
ค่าที่วัดได้ตอนนี้	ปกติหมด หลักฐานหายแล้ว	KH ต่ำ pH เข้าต่ำกว่าบ่ายมาก	แอมโมเนียหรือไนไตรต์ไม่เป็นศูนย์	ปกติ ยกเว้นบันทึกอุณหภูมิถ้ามี
เหตุการณ์ 72 ชม. ก่อนหน้า	ไฟดับ ไฟเปิดหลายวัน น้ำใสขึ้นผิดปกติ อากาศร้อนจัด	ฝนหนัก หรือไม่ได้วัด KH มานาน	ล้างกรอง ใส่ยา ไฟดับนาน เพิ่มปลา บ่อใหม่	ปลาเข้าใหม่ เดิมแน่นมาก ฝนลงบ่อขึ้น
สิ่งที่ป้องกันได้	เดิมอากาศทั้งคืน + สารรองไฟ	วัด KH ทุกสัปดาห์ และหลังฝน	ไม่ล้างกรองหนัก เผาตุแอมโมเนีย	ปรับสภาพอย่างมีขั้นตอน

ถ้าเพิ่งเกิดขึ้นเมื่อเช้านี้ ทำสิ่งเหล่านี้ภายใน 30 นาที

- เปิดเครื่องเติมอากาศให้แรงที่สุด ก่อนทำอย่างอื่นทั้งหมด ไม่ว่าสาเหตุจะเป็นข้อไหน การกวนผิวน้ำแรง ๆ ช่วยได้ทั้งการเติมออกซิเจนและการไล่ CO₂ และไม่มีความเสี่ยงในตัวเอง
- หยุดให้อาหารทันที
- วัด KH แอมโมเนีย ไนไตรต์ และ pH ทันที ตามลำดับนี้ อย่ารอถึงบ่าย ค่าเหล่านี้บางค่ากำลังหายไปทุกนาทีที่แดดขึ้น
- วัดอุณหภูมิ น้ำ และถ้าเป็นไปได้ ให้จดค่าเดิมเทียบกับเมื่อวาน
- เก็บซากปลาไว้ ยังไม่ต้องรีบทิ้ง ถ่ายรูปเหงือก ครีบ และผิวหนังในแสงธรรมชาติ เหงือกซีด เหงือกแดงคล้ำ หรือเหงือกออกน้ำตาล ให้ข้อมูลต่างกันคนละเรื่อง
- เขียนไหม้ไลน์ย้อนหลัง 72 ชั่วโมง ฝนตกไหม ไฟดับไหม ล้างกรองหรือเปล่า เติมน้ำเมื่อไร ใส่ยาอะไรหรือไม่ ปลาเข้าใหม่หรือเปล่า เพื่อนบ้านฉีดยาหรือเปล่า รายการนี้มักชี้สาเหตุได้ตรงกว่าค่าที่วัดได้ตอนสาย
- ตั้งนาฬิกาปลุกดีหัวของพรุ่งนี้ แล้วออกไปวัด pH กับสังเกตพฤติกรรมปลาด้วยตาตัวเอง นี่คือข้อมูลชิ้นเดียวที่มีค่าที่สุดที่คุณจะเก็บได้ และแทบไม่มีใครทำ

อะไรที่จะให้สัญญาณล่วงหน้าได้

รูปแบบร่วมของทั้งสี่สาเหตุคือ ค่าเปลี่ยนในชั่วโมงที่ไม่มีคนดู แล้วกลับมาปกติก่อนที่คนจะออกมาดู ในภูมิอากาศเขตร้อนที่ไม่มีฤดูพัก นี่ไม่ใช่รายละเอียดปลีกย่อย แต่เป็นเหตุผลหลักว่าทำไมผู้เลี้ยงถึงประหลาดใจ การวัดแบบจุดเดียวตอนสายหรือบ่าย คือการวัดในเวลาที่ไม่ให้ข้อมูลน้อยที่สุดของทั้งวัน

สิ่งที่ให้สัญญาณล่วงหน้าได้จริงคือแนวโน้มที่ต่อเนื่อง ไม่ใช่ตัวเลขเดียว

แนวโน้มที่เห็นล่วงหน้า	บอกอะไร	ล่วงหน้าประมาณ
จุดต่ำสุดของออกซิเจนก่อนรุ่งสาง ค่อย ๆ ต่ำลงทุกคืน	ภาระในบ่อกำลังเกินความสามารถของระบบเดิมอากาศ	หลายคืนถึงหลายสัปดาห์
KH ที่ไหลลงเรื่อย ๆ ขณะที่ pH ยังนิ่ง	บัฟเฟอร์กำลังหมด กำลังเดินเข้าหา pH ตก	หนึ่งถึงสามสัปดาห์
ช่องว่างระหว่าง pH เข้ามิดกับ pH บ่าย ที่กว้างขึ้นทุกวัน	บัฟเฟอร์อ่อนลงชัดเจน สัญญาณเดียวกันในอีกมุมหนึ่ง	หลายวัน
แอมโมเนียที่ขยับขึ้นหลังล้างกรองหรือหลังไฟดับ	กรองบาดเจ็บ กำลังจะเข้าสู่รอบแอมโมเนีย-ไนไตรต์	หนึ่งถึงหลายวัน

แนวโน้มที่เห็นล่วงหน้า	บอกอะไร	ล่วงหน้าประมาณ
ค่าการนำไฟฟ้าที่กระโดดหรือดิ่งกะทันหัน	น้ำเข้าปริมาณมากผิดปกติ ฝน ท่อรั่ว หรือมีบางอย่างถูกเติมลงบ่อ	ทันทีที่เกิด
อุณหภูมิที่เปลี่ยนเร็วผิดปกติ	น้ำเต็ม ฝน หรือระบบบังแดดมีปัญหา	ทันทีที่เกิด

สิ่งที่ควรทำอย่างน้อยที่สุดโดยไม่ต้องมีอุปกรณ์อะไรเลย: วัด KH ทุกสัปดาห์ตลอดทั้งปี วัดเพิ่มหลังฝนหนักทุกครั้ง และออกไปดูบ่อด้วยตาตอนเช้ามีดสัปดาห์ละครั้ง สามอย่างนี้จับสาเหตุที่ 1 และที่ 2 ได้เกือบทั้งหมด และสองข้อนั้นรวมกันคือส่วนใหญ่ของการตายเฉียบพลันในบ่อไทย ข้อมูลเรื่องเครื่องมือวัดอยู่ในหน้า [เครื่องวัดคุณภาพน้ำ](#) และภาพรวมค่าน้ำทั้งหมดอยู่ในหน้า [ค่าน้ำบ่อปลา](#)

ค่านิ่งสำคัญกว่าค่าเป๊ะ — และคำว่า "นิ่ง" ในที่นี้หมายถึงนิ่งตลอดยี่สิบสี่ชั่วโมง ไม่ใช่นิ่งเฉพาะตอนที่คุณวัด บ่อที่อ่านค่าได้เหมือนเดิมทุกป้ายวันอาทิตย์ อาจกำลังแกว่งวันละหนึ่งหน่วยเต็มโดยที่ไม่มีใครรู้ ความนิ่งจริงเป็นสิ่งที่ต้องพิสูจน์ ไม่ใช่สิ่งที่สมมติเอาจากตัวเลขที่ซ้ำกัน

คำถามที่พบบ่อย

ปลาตายเมื่อคืน แต่วัดค่าน้ำตอนสายแล้วปกติทุกอย่าง เป็นไปได้อย่างไร

เป็นไปได้และเป็นเรื่องปกติมาก ออกซิเจนละลายน้ำต่ำสุดราว 04:00-06:30 แล้วสาหร่ายก็เริ่มผลิตออกซิเจนคืนกลับมาทันทีที่แดดขึ้น เช่นเดียวกับ pH ที่ดิ่งตอนกลางคืนจาก CO2 สะสมแล้วได้กลับขึ้นตอนบ่าย หลักฐานหายไปก่อนที่คุณจะได้วัด ค่าเดียวที่ไม่พึ่งเองคือ KH กับแอมโมเนียและไนไตรต์ ให้วัดสามค่านี้ทันทีเพราะยังเป็นหลักฐานอยู่

ทำไมปลาตัวใหญ่ที่สุดถึงตายก่อน

เป็นแนวโน้มที่บ่งชี้ว่าปัญหาคือออกซิเจน ปลาตัวใหญ่ต้องการออกซิเจนรวมมากกว่า ขณะที่พื้นที่ผิวเหงือกต่อน้ำหนักตัวน้อยกว่าปลาตัวเล็ก จึงเป็นกลุ่มแรกที่เขาไม่อยู่เมื่อออกซิเจนลงถึงจุดต่ำสุดก่อนรุ่งสาง ถ้าปลาตายคละขนาดโดยมีเมือกหนาคลุมตัว ให้ย้ายไปส่งสีย pH ตกแทน

บ่อของผมน้ำเขียวสวยมาก แล้วจู่ๆ ใสขึ้นภายในสองวัน ต้องกังวลไหม

ต้องกังวลมาก น้ำที่ใสขึ้นเองอย่างรวดเร็วโดยไม่ได้อะไรเลย มักหมายถึงสาหร่ายที่บลูมอยู่ตายพร้อมกัน ซึ่งเกิดได้ง่ายในหน้าฝนเมื่อฟ้าปิดติดกันหลายวัน การย่อยสลายสาหร่ายที่ตายกินออกซิเจนมหาศาลในคืนถัดมา นี่คือการตกที่ร้ายที่สุด เพราะเจ้าของบ่อเห็นน้ำใสแล้วดีใจ ให้เปิดเครื่องเติมอากาศเต็มที่ทันทีและลดอาหารลง

เพิ่งล้างกรองไปเมื่อวาน แล้ววันนี้ปลาลอยหัวทั้งวัน แต่ออกซิเจนวัดได้ปกติ

ลายเซ็นนี้ตรงกับพิษแอมโมเนียหรือไนไตรต์ ไม่ใช่ออกซิเจนต่ำ ปลาลอยหัวสลับอากาศตลอดวันทั้งที่ออกซิเจนปกติ เกิดเพราะไนไตรต์จับกับฮีโมโกลบินจนเลือดขนออกซิเจนไม่ได้ ปลาจึงหายใจไม่ออกในน้ำที่มีออกซิเจนเพียงพอ ให้วัดแอมโมเนียและไนไตรต์ทันที หยุดให้อาหาร เต็มอากาศเต็มที่ และห้ามล้างกรองซ้ำ ถ้าล้างวัสดุกรองด้วยน้ำประปาที่มีคลอรีน จุลินทรีย์ในกรองอาจตายไปเกือบหมดแล้ว

ปลานำเข้าจากญี่ปุ่นเข้าบ่อแล้วตายภายในไม่กี่วัน ส่วนปลาเดิมสบายดี

ลายเซ็นแบบนี้ชี้ไปที่ข้อบกพร่องภูมิและความเครียดจากการขนส่งมากกว่าเรื่องเคมีของน้ำในภาพรวม เพราะถ้าไม่มีปัญหา ปลาเดิมจะได้รับผลกระทบด้วย ปลาที่ออกจากฤดูหนาวญี่ปุ่นที่น้ำ 10-15 °C แล้วมาลงบ่อไทยที่ 30 °C คือการเปลี่ยนแปลงที่หนักมาก และไม่มีคู่มือจากซีกโลกเหนือเล่มไหนครอบคลุม ต้องปรับสภาพอย่างช้าและมีขั้นตอน พร้อมเฝ้าดูการติดเชื้อตามมาในสัปดาห์ถัดไป

ถ้าทำได้แค่สามอย่าง ควรทำอะไรเพื่อลดโอกาสตายเจ็บพล้นมากที่สุด

หนึ่ง เดิมอากาศตลอดคืนทุกคืนตลอดปี พร้อมทางสำรองที่ยังทำงานได้เมื่อไฟดับ เพราะไฟดับช่วงพายุเป็นเรื่องปกติของหน้าฝน สอง วัด KH ทุกสัปดาห์และวัดเพิ่มหลังฝนหนักทุกครั้ง สาม ออกไปดูบ่อด้วยตาตอนตีห้าถึงหกโมงเช้าอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง สามอย่างนี้จับสาเหตุอันดับหนึ่งและอันดับสองได้เกือบทั้งหมด



ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในบ่อปลาкарฟ: ทำไมวิกฤตประจำวันจึงอยู่ที่ตีสี่ถึงหกโมงเช้า

เมืองไทยไม่มีฤดูหนาวสำหรับปลาкарฟ น้ำอุ่นทั้งปี แปลว่าค่าอิ่มตัวของออกซิเจนต่ำถาวร ขณะที่ความต้องการออกซิเจนของปลา ของจุลินทรีย์ในกรอง และของสาหร่ายสูงถาวรไปพร้อมกัน ผลลัพธ์คือบ่อในบ้านเรามีช่วงเวลาอันตรายซ้ำเติมทุกคืน ทั้ง 12 เดือน คือช่วงก่อนฟ้าสว่าง หน้าน้ำอธิบายกลไกทั้งวงจร ตั้งแต่ตัวเลขความอิ่มตัวตามอุณหภูมิ ไปจนถึงเหตุผลว่าทำไมค่าที่ผู้เลี้ยงวัดตอนบ่ายสามจึงเป็นตัวเลขที่บอกอะไรได้น้อยที่สุดในรอบวัน

สรุปสำหรับผู้เลี้ยงที่รีบ

- ยิ่งน้ำร้อน น้ำยิ่งอิ่มออกซิเจนได้น้อยลง จากราว 9 มก./ล. ที่ 20 °C เหลือราว 7.5 มก./ล. ที่ 30 °C และราว 7.0 มก./ล. ที่ 35 °C — ในขณะที่ปลาต้องการมากขึ้น ไม่ใช่ลดลง
- กลางคืนไม่มีการสังเคราะห์แสง มีแต่การหายใจของปลา จุลินทรีย์ และสาหร่าย ค่า DO จึงไหลลงตลอดคืนและต่ำสุดราว 04:00-06:30 พร้อมกับที่ค่า pH ต่ำสุดของวันด้วย
- **ปลาลอยหัวสูบอากาศตอนเช้ามีด** ไม่ได้แปลว่า “ปลาหิว” แต่แปลว่าคืนที่ผ่านมามีออกซิเจนลงไปถึงระดับที่เหงือกดึงมาใช้ไม่พอ — และพอสายแดดขึ้น ค่ากลับมากปกติเอง ผู้เลี้ยงจึงมักตรวจไม่เจอ
- การเติมอากาศตลอดคืนเป็นพื้นฐาน ไม่ใช่ของเสริม และในเมืองไทยต้องคิดเพื่อ **ไฟดับตอนพายุฝน** ซึ่งมักเกิดในช่วงหัวค่ำถึงดึก — คือช่วงเวลาที่แย่ที่สุดพอดี
- การวัด DO ครั้งเดียวตอนกลางวันคือการวัดในนาฬิกาที่ค่าดีที่สุดของวัน มันไม่ได้ตอบคำถามที่สำคัญจริง ๆ ว่า “คืนนี้ค่าต่ำสุดคือเท่าไร”
- หน่วยในหน้านี้ใช้ มก./ล. (mg/L) เป็นหลัก และ 1 มก./ล. = 1 ppm ตรงตัว ชุดทดสอบและวงล้อการเลี้ยงสัตว์น้ำบ้านเราพูด ppm กันจนติดปาก ใช้แทนกันได้เลย

1. ตัวเลขพื้นฐาน: น้ำร้อนอิ่มออกซิเจนได้น้อยลง

ออกซิเจนในน้ำไม่ได้มาจากที่ไหนนอกจากผิวน้ำและจากสาหร่าย และปริมาณสูงสุดที่น้ำจะอิ่มไว้ได้ (ค่าอิ่มตัว 100%) ถูกกำหนดโดยอุณหภูมิเป็นหลัก ยิ่งร้อนยิ่งอิ่มได้น้อย นี่คือฟิสิกส์ ไม่ใช่เรื่องคุณภาพของระบบกรอง

อุณหภูมิ	ค่าอิ่มตัว 100% (มก./ล.)	เจอในบ่อไทยตอนไหน
20 °C	~9.1	คืนแล้งฟ้าโปร่งทางภาคเหนือ ธันวาคม-มกราคม
25 °C	~8.3	บ่อลึกมีร่มเงา ช่วงเช้ามีแดดอุ่น
28 °C	~7.8	ค่าเฉลี่ยของบ่อกลางแจ้งภาคกลางเกือบทั้งปี
30 °C	~7.5	บ่อมีหลังคาหรือโรงเรือน ช่วงมีนาคม-พฤษภาคม
32 °C	~7.3	บ่อตื้นกว่า 1 เมตร ช่วงบ่ายฤดูร้อน

อุณหภูมิ	ค่าอิมพัลส์ 100% (มก./ล.)	เจอในบ่อไทยตอนไหน
34-35 °C	~7.0-7.1	บ่อต้นกลางแดดจัด หรือบ่อพักที่ไม่มีร่ม

ตัวเลขข้างบนคือค่าที่ระดับน้ำทะเลและน้ำจืด ถ้าบ่ออยู่บนที่สูง (เขียงราย น่าน เขาใหญ่) ความดันบรรยากาศต่ำลง ค่าอิมพัลส์จะลดลงอีกเล็กน้อย และถ้าใส่เกลือในบ่อ ค่าอิมพัลส์ก็ลดลงอีกนิด (ที่ 0.3% ราว 2%) — ที่ละนิดไม่มาก แต่บ่อที่อยู่ริมขอบอยู่แล้วจะรู้สึกได้

จุดที่คนอ่านผิดพลาดที่สุด: มก./ล. กับ % อิมพัลส์ ไม่ใช่ตัวเดียวกัน

เครื่องวัดที่ดีจะรายงานสองค่า คือ มก./ล. และ % ความอิมพัลส์ ปลาหายใจด้วย มก./ล. ไม่ใช่เปอร์เซ็นต์ ที่ 32 °C ค่า 6.0 มก./ล. คิดเป็นความอิมพัลส์ราว 82% ซึ่ง “ดูดี” บนหน้าจอ แต่มันคือ 6.0 มก./ล. จริง ๆ ที่ปลาได้ ส่วน % อิมพัลส์มีประโยชน์คนละอย่าง คือบอกว่าน้ำกำลังถูกดึงออกซิเจนออกเร็วแค่ไหนเทียบกับที่มันควรจะมีได้ ถ้าเห็น 120% ตอนบ่าย แปลว่าสาหร่ายกำลังทำงานหนักมาก และแปลว่าคืนนี้มันจะกินคืนหนักพอกัน

2. ความต้องการสวนทางกับปริมาณที่มี

ปัญหาที่แท้จริงของเขตร้อนไม่ใช่ว่าน้ำอิมพัลส์ออกซิเจนได้น้อย แต่คือน้ำอิมพัลส์ได้น้อย ในนาทีเดียวกับที่ทุกอย่างในบ่อต้องการมากที่สุด ผู้บริโภคออกซิเจนในบ่อมีสี่กลุ่ม และทั้งสี่กลุ่มเร่งขึ้นตามอุณหภูมิ

- **ตัวปลาเอง** — อัตราเมแทบอลิซึมของปลาเลือดเย็นสูงขึ้นตามอุณหภูมิ ปลาคาร์ฟที่ 30 °C ใช้ออกซิเจนมากกว่าที่ 20 °C ราวเท่าตัว และปลาโตตัวใหญ่ 60-80 ซม. คือผู้ใช้ออกซิเจนรายใหญ่ในบ่อที่คนมักลืมนับ
- **จุลินทรีย์ในกรอง** — กระบวนการย่อยแอมโมเนีย (ไนตริฟิเคชัน) ใช้ออกซิเจนจริงจัง โดยหลักการแล้วการออกซิไดซ์ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย 1 มก. ใช้ออกซิเจนราว 4.57 มก. ตัวเลขนี้สำคัญกว่าที่คุณคิด
- **แบคทีเรียย่อยสลายที่พื้นบ่อและในตะกอน** — โคลน ใบไม้ อาหารเหลือ ซี้ปลาที่ตักค้าง ยิ่งน้ำอุ่นยิ่งย่อยเร็ว ยิ่งย่อยเร็วยิ่งกินออกซิเจน
- **สาหร่ายเอง** — กลางวันมันผลิต แต่กลางคืนมันหายใจเหมือนทุกสิ่งมีชีวิต บ่อน้ำเขียวจัดคือบ่อที่มีทั้งผู้ผลิตรายใหญ่และผู้บริโภครายใหญ่อยู่ในตัวเดียวกัน

ตัวอย่างที่คำนวณได้จริง

สมมติบ่อ 30 คิว ให้อาหารวันละ 1 กก. โปรตีน 35% ตามธรรมเนียมการเลี้ยงสัตว์น้ำ อาหารระดับนี้ปล่อยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียราว 25-35 กรัมต่ออาหาร 1 กก. เอาที่ 30 กรัม การย่อยแอมโมเนียก่อนนี้ให้หมดต้องใช้ออกซิเจน 30 × 4.57 ≈ 137 กรัม หารด้วยน้ำ 30,000 ลิตร เท่ากับ **ราว 4.6 มก./ล. ต่อวัน** ที่ระบบกรองดูดไปเจียบ ๆ ก่อนที่ปลาจะได้หายใจแม้แต่ครึ่งเดียว

ตัวเลขนี้เป็นค่าประมาณตามธรรมเนียมการเลี้ยง ไม่ใช่ค่าคงที่ของบ่อทุกบ่อ แต่มันทำให้เห็นภาพว่าทำไมบ่อที่ให้อาหารหนักและมีกรองดี ๆ ถึงกลับเป็นบ่อที่ดึงเรื่อออกซิเจนมากกว่าบ่อที่ปล่อยปละละเลย และทำไมมันถึงกิน KH หนักกว่าด้วยในเวลาเดียวกัน

3. รอบวันของออกซิเจน — ทำไมจุดต่ำสุดจึงอยู่ก่อนฟ้าสว่าง

ในรอบ 24 ชั่วโมง ออกซิเจนในบ่อไม่ใช่เส้นตรง มันเป็นคนลื่นลูกใหญ่ ผลิตทั้งวัน ถูกกินทั้งคืน

ช่วงเวลา	เกิดอะไรขึ้น	ทิศทาง DO	ทิศทาง PH
09:00-16:00	สาหร่ายและพืชสังเคราะห์แสงเต็มที่ ดึง CO ₂ ออก ปลปล่อย O ₂	สูงสุดของวัน อาจเกิน 100% อิ่มตัว	สูงสุดของวัน
16:00-19:00	แสงลด การสังเคราะห์แสงหยุด เหลือแต่การหายใจ	เริ่มไหลลง	เริ่มไหลลง
19:00-24:00	ปลา จุลินทรีย์ สาหร่าย หายใจอย่างเดียว CO ₂ สะสม	ลงต่อเนื่อง	ลงต่อเนื่อง
00:00-04:00	อุณหภูมิผิวน้ำเริ่มลด แต่การหายใจยังไม่หยุด	ลงต่อ	ลงต่อ
04:00-06:30	สะสมมาถึงคืนเต็มที่ ยังไม่มีแสง	ต่ำสุดของวัน	ต่ำสุดของวัน
06:30-09:00	แสงกลับมา สังเคราะห์แสงเริ่มใหม่	ไต่ขึ้นเร็ว	ไต่ขึ้น

บรรทัดสุดท้ายคือหัวใจของเรื่องทั้งหมด **ปลาที่รอดคืนนั้นมาได้ จะดูปกติภายในหนึ่งชั่วโมงหลังฟ้าสว่าง** ผู้เลี้ยงที่ตื่นแปดโมงมาให้อาหาร เห็นปลาวายมาชนขอบบ่อตามปกติ จะไม่มีทางรู้เลยว่าเมื่อสี่ชั่วโมงก่อนหน้านี้มันทั้งบ่อเพิ่งผ่านจุดที่แทบไม่มีอากาศเหลือ นี่คือเหตุผลตรงไปตรงมาว่าทำไมเจ้าของบ่อถึง “ประหลาดใจ” เมื่อ**ปลาตายเฉียบพลัน**ในคืนใดคืนหนึ่ง ทั้งที่ค่าน้ำที่วัดไว้เมื่อบ่ายวานนี้ “ปกติทุกอย่าง”

DO ต่ำสุดกับ pH ต่ำสุดเกิดพร้อมกัน และนั่นไม่ใช่เรื่องบังเอิญ

ทั้งสองค่าถูกขับเคลื่อนด้วยกลไกเดียวกัน คือการหายใจในตอนกลางคืนซึ่งใช้ O₂ และปล่อย CO₂ ออกมา ดังนั้น ชั่วโมงที่ปลาขาดออกซิเจนที่สุด คือชั่วโมงเดียวกับที่น้ำเป็นกรดที่สุด ถ้าค่าความกระด้างคาร์บอเนต (KH) ยังอยู่ในเกณฑ์ 6-10 dKH (ประมาณ 110-180 มก./ล. CaCO₃) การแกว่งของ pH ตอนกลางคืนจะเป็นแค่เศษส่วนของหนึ่งหน่วย แต่ถ้าบัฟเฟอร์หมด CO₂ ก่อนเดียวกันนั้นจะดัน pH ลงจนกลายเป็นภาวะ pH ตกฮวบ (pH crash) ซ้อนเข้ามาบนภาวะขาดออกซิเจนพอดี

4. “ปลาลอยหัวสูบอากาศ” ตอนเข้ามีด แปลว่าอะไรจริง ๆ

พฤติกรรมนี้คือปลาไปหาชั้นน้ำที่ยังมีออกซิเจนสูงที่สุดในบ่อ ซึ่งก็คือฟิล์มบาง ๆ ที่ผิวน้ำติดกับอากาศ มันไม่ใช่การขออาหาร และมันไม่ใช่พฤติกรรมปกติ ถ้าเห็นตอนตีห้า ถือว่าเป็นสัญญาณฉุกเฉิน ไม่ใช่ข้อสังเกต

แต่ต้องแยกให้ออก เพราะอาการ “หายใจไม่พอ” มาจากหลายสาเหตุ และบางสาเหตุน้ำวัด DO ได้สวยงาม

สาเหตุ	เบาะแสที่แยกได้	ค่าที่ควรวัด
DO ต่ำจริง	ปลาลอยหัวพร้อมกันทั้งบ่อ หนักสุดตีสี่-หกโมง หายเองสาย ๆ	DO วัดตอนเข้ามีด ที่จุดไกลน้ำตกที่สุด
ไนไตรท์เป็นพิษ	ปลาหอบแม้ DO ปกติ เหงือกอาจสีแดง เกิดหลัง <u>รันระบบใหม่</u> หรือหลังล้างกรองแรง	ไนไตรท์ ต้องเป็น 0
แอมโมเนียอิสระ (NH ₃) ทำลายเหงือก	ปลาหอบตอน pH สูงช่วงบ่าย ต่างจากรูปแบบ DO ที่หนักตอนเช้ามีด	<u>แอมโมเนียรวมคู่กับ pH และ อุณหภูมิ</u>
เหงือกเสียหายจากปรสิตรื้อแบคทีเรีย	ปลาบางตัว ไม่ใช่ทั้งบ่อ อาจเห็นตัวถูตัวหรือครีบหุบ	ต้องส่องกล้องดูซี่เหงือก — ค่าน้ำบอกไม่ได้

สาเหตุ	เบาะแสที่แยกได้	ค่าที่ต้องวัด
ก๊าซ CO ₂ สูง	เจอในบ่อที่ใช้ น้ำบาดาล เติมตรงโดยไม่เติมอากาศก่อน	pH ตกทันทีหลังเติมน้ำ ทั้งที่ KH ไม่เปลี่ยน

ประโยคที่ควรจำ: **ในไตร่ทำให้ปลาขาดอากาศในน้ำที่วัดออกซิเจนแล้วปกติ** เพราะมันไปจับฮีโมโกลบินจนเลือดขนออกซิเจนไม่ได้ ถ้าเห็นปลาหอบและ DO วัดได้ 7 มก./ล. อย่าเพิ่งวางใจ ให้ไปวัดไนไตรท์ต่อทันที

5. ระดับ DO เท่าไรถึงเรียกว่าปลอดภัย

DO (มก./ล.)	ความหมายสำหรับปลาคราฟ
มากกว่า 7	ดีเยี่ยม ปลากินดี โตดี ระบบภูมิคุ้มกันทำงานเต็มที่
6-7	ปลอดภัย เป็นเป้าหมายที่สมเหตุสมผลสำหรับบ่อไทย
5-6	ยังพอไหว แต่ถ้านี่คือค่าที่วัดได้ <i>ตอนกลางวัน</i> แปลว่ากลางคืนอันตราย
4-5	ปลาเครียด กินน้อยลง ภูมิคุ้มกันตก โรคเกาท์กลับมา
3-4	อันตราย เริ่มลอยหัว ปลาใหญ่กระทบก่อน
ต่ำกว่า 3	วิกฤต ปลาตายได้ภายในชั่วโมง โดยเฉพาะปลาโตตัวใหญ่

เกณฑ์ที่ใช้ตัดสินใจจริง ๆ มีข้อเดียว คือ **ค่าต่ำสุดก่อนฟ้าสางต้องไม่ต่ำกว่า 6 มก./ล.** ถ้าทำได้ ระบบเติมอากาศเพียงพอสำหรับปริมาณปลาและปริมาณอาหารในปัจจุบัน ถ้าทำไม่ได้ ต้องเพิ่มอากาศ ลดอาหาร หรือลดปลา ไม่มีทางเลือกที่สี่ ตัวเลขเหล่านี้เป็นเกณฑ์ที่ใช้กันทั่วไปในการเลี้ยงปลาคราฟ ไม่ใช่ข้อกำหนดตายตัว ผู้เลี้ยงควรเทียบกับบ่อของตัวเองและปลาของตัวเอง

6. สามฤดูของไทยกับออกซิเจน

คู่มือจากประเทศหนาวจะพูดเรื่องหยุดให้อาหารหน้าหนาว อาหารจมก้นข้าวสาลี หรือการเปิดบ่อในฤดูใบไม้ผลิ ทั้งหมดนั้นไม่มีอยู่จริงในบ้านเรา ปฏิทินที่ใช้ได้จริงคือสามฤดูนี้

ฤดูร้อน (ราวมีนาคม-พฤษภาคม)

บ่อต้นและบ่อมีหลังคารังอยู่ที่ 30-34 °C ค่าอิ่มตัวตกลงเหลือ 7.5 มก./ล. หรือน้อยกว่านั้น พร้อมกับที่ปลากินจุที่สุดและกรองทำงานหนักที่สุด นี่คือช่วงที่ระยะห่างระหว่าง “มีอยู่” กับ “ต้องการ” แคบที่สุดของปี

- งานวิศวกรรมตามฤดูกาลของบ้านเราไม่ใช้การกันน้ำแข็ง แต่คือ**การกันแดดและกันความร้อน** — สแลนกันแดด หลังคาต้นไม้ให้ร่ม ระวังโรงเรือนพลาสติกที่กลายเป็นเตาอบตอนบ่าย
- น้ำระเหยหนัก ระดับบ่อลด ปริมาตรจริงลดลง ทุกอย่างที่จะละลายอยู่ในน้ำจึงเข้มข้นขึ้น รวมถึง**เกลือที่ใส่ไว้** เพราะเกลือไม่ระเหยไปกับน้ำ
- บ่อยิ่งตัน อุณหภูมิยิ่งกว้างแรงในรอบวัน ดูเรื่อง**อุณหภูมิ**น้ำประกอบ

ฤดูฝน / มรสุม (ราวพฤษภาคม-ตุลาคม)

ฤดูนี้เป็นฤดูที่มีเหตุการณ์เฉพาะถิ่นมากที่สุด และมันโจมตีออกซิเจนจากสามทางพร้อมกัน

- **วันฟ้าปิดติดกันหลายวัน** — แสงน้อย สาหร่ายสังเคราะห์แสงได้น้อย แต่ยังหายใจเท่าเดิม บ่อที่พึ่งพาสาหร่ายเป็นแหล่งออกซิเจนจะรู้สึกทันที และถ้าบลูมสาหร่ายล้นพร้อมกันทั้งบ่อ ชากที่ย่อยสลายจะดูดออกซิเจนออกไปอีกชั้นหนึ่ง
- **ไฟดับตอนพายุ** — นี่คือความเสี่ยงที่คนไทยรู้ดีแต่ไม่ค่อยเผื่อไว้ในระบบบ่อ บั้มลมหยุดตอนสามทุ่ม ไฟสว่างหกโมง เท่ากับเก้าชั่วโมงที่บ่อไม่มีอากาศเสริมเลย ในช่วงเวลาที่บ่อไม่มีการสังเคราะห์แสงพอดี
- **น้ำฝนเจือจางบัฟเฟอร์** — ฝนตกหนักครึ่งบ่ายทำให้ KH ลดลงได้ทันที บวกกับน้ำไหลบ่าที่พาอินทรีย์วัตถุจากรอบบ่อ ลงมา อินทรีย์วัตถุนั้นถูกย่อย และการย่อยก็กินออกซิเจน ดูรายละเอียดกลไกที่หน้าค่า KH

ระบบเติมอากาศที่รอดจากไฟดับ คือข้อกำหนดของบ่อไทย ไม่ใช่ของเสริม

อย่างน้อยที่สุดควรมีบั้มลมสำรองที่ต่อกับ UPS หรือแบตเตอรี่ ให้พอเดินได้จนถึงเช้า สำหรับบ่อปลาชั้นดี ที่น้ำเข้าตรงจากฟาร์มญี่ปุ่น เครื่องปั่นไฟที่ติดเองอัตโนมัติเป็นการลงทุนที่คุ้มกว่าปลาหนึ่งตัว หลักคิดง่าย ๆ คือ ถ้าไฟดับตอนสี่ทุ่ม บ่อของคุณจะรอดถึงหกโมงเช้าไหม ถ้าตอบไม่ได้ แปลว่าคำตอบคือไม่

ฤดูหนาว / ฤดูแล้ง (ราวพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)

ภาคกลางแค่เย็นลงเล็กน้อย ภาคเหนือเย็นจริง ข้อดีคือน้ำเย็นลงแล้วลมออกซิเจนได้มากขึ้น ข้อเสียคือคืนฟ้าโปร่งแห้ง ๆ ทำให้ผลต่างอุณหภูมิกลางวัน-กลางคืนกว้างที่สุดของปี ความเสี่ยงที่นี้คืออัตราการเปลี่ยนแปลง ไม่ใช่การจำลอง ปลายังกินอยู่ กรองยังทำงานอยู่ KH ยังถูกกินอยู่ทุกวัน ไม่มีเดือนไหนในเมืองไทยที่บัฟเฟอร์เต็มตัวเองกลับมา

7. การเติมอากาศที่ใช้ได้จริง

ออกซิเจนเข้าน้ำได้สองทางเท่านั้น คือผ่านผิวสัมผัสอากาศ-น้ำ และจากการสังเคราะห์แสง ทางที่สองควบคุมไม่ได้และหายไปทุกคืน จึงเหลือทางเดียวที่ผู้เลี้ยงจัดการได้

- **หัวทรายกับบั้มลม** — วิธีที่คุ้มที่สุดต่อบาทที่จ่าย ประโยชน์หลักไม่ได้มาจากฟองอากาศเองโดยตรง แต่มาจากการที่ฟองพาน้ำขึ้นมาแลกก๊าซที่ผิวน้ำ ดังนั้นวางหัวทรายให้ลึกและกระจาย ไม่ใช่กระจุกอยู่มุมเดียว
- **เวนทูรีและน้ำตก** — ช่วยได้ติดตอนที่บั้มน้ำเดิน แต่ถ้าบั้มน้ำหลักดับ ระบบเติมอากาศก็ดับตามไปด้วย นั่นคือจุดอ่อนเชิงระบบ ควรให้แหล่งอากาศอย่างน้อยหนึ่งชุด ไม่ผูกกับบั้มน้ำหลัก
- **ตำแหน่งวัดและตำแหน่งเติม** — จุดที่ DO ต่ำสุดในบ่อคือจุดที่ไกลจากน้ำตกที่สุดและอยู่ลึกที่สุด นั่นคือจุดที่ควรวัด ไม่ใช่ตรงปากน้ำตกที่ตัวเลขสวยเสมอ
- **อย่าเปิดกลางวันปิดกลางคืนเพราะเสียงดัง** — ตระก่กลับด้านกับความเป็นจริง กลางคืนคือช่วงที่ต้องการมากที่สุด ถ้าเสียงรบกวน ให้แก้ที่กล่องเก็บเสียงของบั้มลม ไม่ใช่ปิดบั้ม
- **ลดอาหารเมื่ออากาศร้อนจัดหรือฟ้าปิดหลายวัน** — เป็นเครื่องมือควบคุมออกซิเจนที่เร็วที่สุดที่ผู้เลี้ยงมี เพราะมันตัดทั้งการหายใจของปลาและภาระของกรองพร้อมกัน

8. น้ำที่เติมเข้าบ่อ: ประปา กับ น้ำบาดาล

บ่อในเมืองไทยจำนวนมากใช้น้ำบาดาล และน้ำบาดาลที่เพิ่งสูบขึ้นมาจะมีออกซิเจนเกือบเป็นศูนย์ มี CO₂ สูง และอาจมีเหล็กหรือแมงกานีสปนมา การเติมน้ำบาดาลลงบ่อตรง ๆ ในปริมาณมากจึงเป็นการเทน้ำที่ไม่มีอากาศลงไปบ่อ พร้อมกับก๊าซที่จะกด pH ลงทันที ทางแก้คือพักน้ำและเติมอากาศแรง ๆ ก่อนเสมอ และต้องวัดน้ำต้นทางของตัวเอง ไม่ใช่เดา เพราะค่าอัลคาไลน์ของน้ำบาดาลไทยมีตั้งแต่ต่ำมากจนถึงสูงมาก และบางพื้นที่กร่อย รายละเอียดอยู่ที่หน้าการเปลี่ยนน้ำ

ส่วนน้ำประปามีคลอรีนซึ่งต้องกำจัดก่อนเสมอ ข้อดีคือค่าคอนข้างคงที่ ข้อเสียคือหลายพื้นที่มีอัลคาไลน์ต่ำ ทำให้เติมน้ำแล้ว KH ในบ่อเจือจางลงเรื่อย ๆ โดยไม่รู้ตัว

9. ทำไมการวัดตอนกลางวันจึงบอกอะไรได้น้อยที่สุด

ลองดูตารางรอบวันในหัวข้อ 3 อีกครั้ง แล้วถามว่า ถ้าผู้เลี้ยงวัด DO ได้ครั้งเดียวต่อสัปดาห์ และวัดตอนบ่ายสองโมงเพราะเป็นเวลาที่สะดวก ตัวเลขที่ได้คืออะไร คำตอบคือ **ค่าที่ดีที่สุดในรอบวัน วัดในนาฬิกาที่มันดีที่สุด** มันบอกได้แค่ว่าตอนบ่ายบ่อยังไม่ตาย ซึ่งเราเห็นด้วยตาอยู่แล้ว

สิ่งที่เราอยากรู้จริง ๆ คือค่าต่ำสุด ซึ่งเกิดตอนตีสี่ถึงหกโมงเช้า และคือเวลาที่เจ้าของบ่อทุกคนนอนหลับ นี่ไม่ใช่รายละเอียดปลีกย่อย ในภูมิอากาศแบบบ้านเรามันคือเหตุผลทั้งหมดว่าทำไมปัญหาถึงมาถึงเราในรูปของปลาที่ตายแล้ว แทนที่จะมาถึงในรูปของตัวเลขที่กำลังไหลลง

ถ้าจะวัดด้วยมือ ให้ทำสองอย่าง คือ (1) ตั้งนาฬิกาปลุกตีห้าสัปดาห์ละครั้ง ไปวัดที่จุดไกลน้ำตกที่สุด และ (2) วัดคู่กันสองครั้ง คือบ่ายสามกับตีห้า แล้วดูส่วนต่าง ส่วนต่างนั้นแหละคือปริมาณ “หน่อออกซิเจน” ที่บ่อของคุณสร้างขึ้นทุกคืน วิธีเลือกเครื่องมือได้ที่หน้า [เครื่องวัดคุณภาพน้ำ](#)

10. จังหวะการตรวจตลอดทั้งปี

ตารางที่ใช้ได้ทุกเดือน ไม่มีฤดูพัก

- **ทุกวัน** — สังเกตปลาช่วงเข้ามิดหรือทันที่ที่ตื่น ก่อนให้อาหาร ถ้าเห็นลอยหัวรวมกลุ่มที่ผิวน้ำ ให้เปิดอากาศเพิ่มทันทีและงดอาหารมิดนั้น
- **ทุกสัปดาห์** — วัด DO ตอนเข้ามิดหนึ่งครั้ง พร้อมกับ KH pH และอุณหภูมิ บ่อที่ให้อาหารหนักต้องวัด KH ทุกสัปดาห์เป็นอย่างน้อย เพราะการกินบัพเฟอร์ไม่เคยหยุด
- **หลังฝนตกหนักทุกครั้ง** — เพิ่มการตรวจอีกหนึ่งรอบ ดู KH และ pH เป็นหลัก แล้วดู DO ในคืนถัดไป
- **เมื่ออุณหภูมิแตะ 32 °C** — ถือเป็นสัญญาณให้ทบทวนปริมาณอาหารและกำลังเติมอากาศ ไม่ใช่รอให้ปลาบอ
- **ระหว่างรันระบบกรองใหม่** — ตรวจถี่ขึ้น เพราะช่วงนี้ทั้งความต้องการออกซิเจนและการกิน KH พุ่งสูงสุด และในบ้านเรามันเกิดได้ทุกเดือน ไม่ใช่งานประจำดูใบไม้ผลิเหมือนคู่มือต่างประเทศ

11. ค่านี้สำคัญกว่าค่าเป๊ะ — แล้วออกซิเจนอยู่ตรงไหนในหลักข้อนี้

วงการปลาคาร์ฟบ้านเรามีความเข้าใจข้อหนึ่งที่ถูกต้องมาตลอด คือ **ค่านี้สำคัญกว่าค่าเป๊ะ** ปลาคาร์ฟทนค่า pH 7.2 หรือ 7.8 ได้สบายถ้ามันนิ่ง แต่ทนการเหวี่ยงจาก 8.2 ลง 6.8 ในคืนเดียวไม่ได้

ออกซิเจนคือค่าที่ทำให้หลักข้อนี้เป็นจริงหรือพังทลาย เพราะการหายใจตอนกลางคืนคือเครื่องยนต์ที่ทำให้ทั้ง DO และ pH เหวี่ยงพร้อมกัน การเติมอากาศตลอดคืนจึงไม่ได้แค่เพิ่มออกซิเจน แต่ยังไล่ CO₂ ออกจากน้ำ ซึ่งช่วยกัน pH ไม่ให้ตกลงไป ลึกด้วย ส่วนสิ่งที่ทำให้ pH “นิ่ง” ได้ในเชิงเคมีคือ KH ดังนั้นสองอย่างนี้ทำงานร่วมกัน อากาศจัดการต้นเหตุทางกายภาพ บัพเฟอร์รับแรงกระแทกที่เหลือ

คำถามที่พบบ่อย

ทำไมปลาลอยหัวสูบอากาศตอนเช้ามีด แต่พอสายแล้วหายเป็นปกติ

เพราะออกซิเจนในบ่อไหลลงตลอดคืนจากการหายใจของปลา จุลินทรีย์ในกรอง และสาหร่าย โดยไม่มีการสังเคราะห์แสงมาชดเชย ค่าจึงต่ำสุดราว 04:00-06:30 พอแดดขึ้น สาหร่ายเริ่มผลิตออกซิเจนอีกครั้ง ค่าได้ขึ้นเร็วภายในหนึ่งถึงสองชั่วโมง ปลาที่รอดมาได้จึงดูปกติเมื่อผู้เลี้ยงตื่นมาให้อาหาร นี่คือเหตุผลว่าทำไมปัญหาออกซิเจนถึงมักถูกมองข้ามจนกระทั่งมีปลาตาย ถ้าเห็นอาการนี้แค่เพียงครั้งเดียว ให้ถือว่าระบบเดิมอากาศไม่พอสำหรับปริมาณปลาและอาหารในปัจจุบัน

บ่อผมวัด DO ตอนบ่ายได้ 8 มก./ล. ถือว่าปลอดภัยแล้วใช่ไหม

ยังตอบไม่ได้ ค่าตอนบ่ายคือค่าที่ดีที่สุดของวัน เพราะเป็นช่วงที่การสังเคราะห์แสงทำงานเต็มที่ ค่าที่ต้องรู้คือค่าต่ำสุดก่อนฟ้าสว่าง ให้วัดซ้ำตอนตีห้าที่จุดใกล้หน้าตกที่สุดและลึกที่สุดของบ่อ ส่วนต่างระหว่างสองค่านั้นคือ 'หนี้ ออกซิเจน' ที่บ่อสร้างทุกคืน ถ้าค่าตีห้าไม่ต่ำกว่า 6 มก./ล. ถือว่าใช้ได้ ถ้าง่วงไปแตะ 4 หรือต่ำกว่า ต้องเพิ่มอากาศลดอาหาร หรือลดปริมาณปลา

ปลาหอบแต่เครื่องวัดออกซิเจนบอกว่าค่าปกติ เป็นไปได้อย่างไร

เป็นไปได้และพบบ่อย สาเหตุที่ต้องนึกถึงก่อนคือไนไตรท์ ซึ่งไปจับกับฮีโมโกลบินจนเลือดขนออกซิเจนไม่ได้ ปลาจึงขาดอากาศทั้งที่น้ำมีออกซิเจนเพียงพอ พบบ่อยหลังการรีนระบบกรองใหม่ หลังล้างกรองแรงเกินไป หรือหลังเพิ่มปลาเกะทันหัน สาเหตุรองลงมาคือเหงือกเสียหายจากแอมโมเนียอิสระหรือจากปรสิต ซึ่งค่าน้ำบอกไม่ได้ ต้องส่องกล้องดู ให้วัดไนไตรท์ทันทีเมื่อเจออาการนี้

ฝนตกหนักหน้ามรสุมเกี่ยวอะไรกับออกซิเจนในบ่อ

เกี่ยวสามทาง หนึ่ง วันฟ้าปิดติดกันทำให้สาหร่ายผลิตออกซิเจนได้น้อยลงแต่ยังหายใจเท่าเดิม บ่อที่พึ่งสาหร่ายจะรู้สึกทันที และถ้าบลูมล่มพร้อมกัน ซากที่ย่อยสลายจะดูดออกซิเจนออกไปอีก สอง น้ำฝนและน้ำไหลบ่าพาอินทรีย์วัตถุเข้าบ่อ การย่อยสลายกินออกซิเจน สาม ไฟดับตอนพายุทำให้ปั๊มลมหยุดในช่วงหัวค่ำถึงดึก ซึ่งคือช่วงเวลาที่บ่อต้องการอากาศเสริมมากที่สุด ด้วยเหตุนี้ระบบเดิมอากาศสำรองที่ทำงานได้ตอนไฟดับจึงเป็นข้อกำหนดของบ่อในเมืองไทย ไม่ใช่ของเสริม

บ่อผมใช้น้ำบาดาล ต้องระวังอะไรเป็นพิเศษเรื่องออกซิเจน

น้ำบาดาลที่เพิ่งสูบขึ้นมามักมีออกซิเจนเกือบเป็นศูนย์และมีคาร์บอนไดออกไซด์สูง บางแหล่งมีเหล็กหรือแมงกานีสรวมด้วย การเติมลงบ่อตรง ๆ ในปริมาณมากจึงเท่ากับเทน้ำที่ไม่มีอากาศลงไป พร้อมก๊าซที่กด pH ลงทันที ควรพักน้ำในถังและเติมอากาศแรง ๆ ก่อนเสมอ และที่สำคัญกว่านั้นคือต้องวัดนำ้ต้นทางของตัวเอง ไม่ใช่เดา เพราะค่าอัลคาไลน์ของน้ำบาดาลไทยต่างกันมากในแต่ละพื้นที่ ตั้งแต่ต่ำมากจนถึงสูงมาก และบางแห่งกร่อย

เปิดปั๊มลมทั้งคืนเปลืองไฟ ปิดกลางคืนแล้วเปิดกลางวันแทนได้ไหม

ทำกลับด้านกับความเป็นจริงพอดี กลางวันสาหร่ายผลิตออกซิเจนให้อยู่แล้ว กลางคืนต่างหากที่ไม่มีแหล่งผลิตเหลือเลย มีแต่ผู้บริโภค การเติมอากาศตลอดคืนยังช่วยไล่คาร์บอนไดออกไซด์ที่สะสมออกไป ซึ่งช่วยลดการตกของ pH ในช่วงเช้ามืดด้วย ถ้าปัญหาคือเสียง ให้แก้ด้วยกล่องเก็บเสียงหรือย้ายตำแหน่งปั๊ม ไม่ใช่ปิดปั๊ม และถ้าปัญหาคือค่าไฟ การลดปริมาณอาหารลงจะช่วยลดการะออกซิเจนได้เร็วกว่าและปลอดภัยกว่ามาก



แอมโมเนียและไนโตรในบ่อปลาจารย์: ทำไม NH3 อีสระคือตัวที่ทำร้ายปลา

ผู้เลี้ยงส่วนใหญ่วัดแอมโมเนียได้ตัวเลขหนึ่งตัวแล้วเอาไปเทียบกับตารางในกล่องชุดทดสอบ แต่ตัวเลขนั้นคือ **แอมโมเนียรวม** ซึ่งเป็นค่าที่บอกอันตรายไม่ได้เลยถ้าไม่รู้ pH และอุณหภูมิของน้ำในขณะที่วัด ในบ่อไทยที่น้ำอุ่นทั้งปีและ pH ขยับขึ้นทุกบ่าย ความต่างนี้ไม่ใช่รายละเอียดทางวิชาการ แต่คือความต่างระหว่างน้ำที่ปลอดภัยกับน้ำที่กัดเหงือกปลาอยู่เงียบ ๆ

สรุปสั้น

- แอมโมเนียในน้ำมีสองรูป: **NH3 (แอมโมเนียอีสระ)** เป็นพิษสูง และ **NH4+ (แอมโมเนียม)** เป็นพิษต่ำมาก ชุดทดสอบทั่วไปวัดผลรวมของทั้งสอง
- สัดส่วนถูกกำหนดโดย pH และอุณหภูมิ pH สูงขึ้น 1 หน่วยทำให้ NH3 เพิ่มขึ้นราว 10 เท่า และน้ำที่ร้อนขึ้นก็ดันสัดส่วนขึ้นอีก
- เป้าหมายของ NH3 คือ **ศูนย์** ไม่ใช่ "น้อย ๆ พอรับได้"
- ไนโตรเป็นพิษคนละกลไก มันจับกับฮีโมโกลบิน ปลาจึงขาดออกซิเจนทั้งที่วัดออกซิเจนในน้ำได้ปกติ
- หลังล้างกรองแรง ๆ หรือลงยา มักเจอ **ไนโตรพุ่งช่วงวันที่ 2-5** เพราะจุลินทรีย์สองกลุ่มฟื้นตัวไม่พร้อมกัน
- กระบวนการย่อยแอมโมเนียกิน ค่า **KH** ตลอดเวลา และเมืองไทยไม่มีฤดูที่หยุดให้อาหาร จึงไม่มีเดือนไหนที่บัพเฟอร์เต็มตัวเองได้

วงจรไนโตรเจน ในบ่อที่ไม่เคยหยุดพัก

ปลาจารย์ขับของเสียไนโตรเจนออกมาทางเหงือกเป็นหลัก ไม่ใช่ทางมูล ทุกครั้งที่ผู้เลี้ยงให้อาหาร โปรตีนส่วนหนึ่งจะกลายเป็นแอมโมเนียภายในไม่กี่ชั่วโมง อาหารที่เหลือค้าง ไข่ไม่ และมูลที่ย่อยสลายก็เติมเข้าไปอีกทาง

ระบบกรองชีวภาพ จัดการของเสียนี้ด้วยจุลินทรีย์สองกลุ่มที่ทำงานต่อกันเป็นทอด

ขั้น	สารตั้งต้น	ผลลัพธ์	กิน KH หรือไม่	ความเร็วในการฟื้นตัว
1	แอมโมเนีย (NH3/NH4+)	ไนโตร (NO2-)	กินทั้งหมด	เร็วกว่า
2	ไนโตร (NO2-)	ไนเตรท (NO3-)	ไม่กินเลย	ช้ากว่า

รายละเอียดในคอลัมน์ที่สามคือจุดที่คนไทยส่วนใหญ่ไม่เคยได้ยิน กรดที่ทำให้ค่า KH ลดลงเกิดจาก **ขั้นแรกขั้นเดียว** การเปลี่ยนไนโตรเป็นไนเตรทไม่กินความเป็นต่างเลย ตัวเลขที่ใช้กันในวงการคือ การย่อยแอมโมเนีย-ไนโตรเจน 1 มก./ล. จะกินความเป็นต่างราว 7 มก./ล. เมื่อคิดเป็น CaCO3 หรือประมาณ 0.4 dKH (1 มก./ล. = 1 ppm ตรง ๆ เพื่อผู้เลี้ยงที่ชินกับหน่วยฟิงฟาร์ม)

ผลที่ตามมาฟังดูขัดความรู้สึก: ป๋อที่เลี้ยงแน่น กรองดี ให้อาหารหนัก จะกินบัพเฟอร์เร็วกว่าป๋อที่ปล่อยปลละละเลย เพราะกรองมันทำงานเต็มที่จริง ๆ ผู้เลี้ยงที่ดูแลบ่อดีที่สุดจึงเป็นคนที่ต้องเฝ้าค่า KH ที่ที่สุด ไม่ใช่คนที่ปล่อยภัยที่สุด

NH3 กับ NH4+ ตัวเลขเดียวกัน อันตรายคนละเรื่อง



ชุดทดสอบแอมโมเนียบนชั้นวางในไทย ไม่ว่า Sera JBL หรือ API รายงาน แอมโมเนียรวม (TAN) คือผลรวมของ NH_3 กับ NH_4^+ ในน้ำ ทั้งสองรูปนี้แปลงกลับไปกลับมาได้ตลอดเวลา และสัดส่วนถูกกำหนดโดยสองตัวแปรเท่านั้น

- pH — ตัวแปรหลัก pH ยิ่งสูง NH_3 ยิ่งมาก โดยคร่าว ๆ pH ขึ้น 1 หน่วย สัดส่วน NH_3 เพิ่มราว 10 เท่า
- อุณหภูมิ — น้ำยิ่งอุ่น NH_3 ยิ่งมาก ซึ่งเป็นเรื่องใหญ่ในบ่อไทยที่น้ำ 30-34 °C ในหน้าร้อน

ตารางด้านล่างแสดงสัดส่วน NH_3 โดยประมาณจากแอมโมเนียรวม เพื่อให้เห็นขนาดของผลกระทบ ตัวเลขเป็นค่าประมาณเชิงวิชาการที่ใช้อ้างอิงกันทั่วไป ไม่ใช่ค่าที่ต้องเชื่อทศนิยม

PH	ที่ 26 °C	ที่ 30 °C	ที่ 33 °C
7.0	~0.6%	~0.8%	~1.0%
7.5	~1.9%	~2.5%	~3.0%
8.0	~5.7%	~7.4%	~9.0%
8.5	~16%	~20%	~24%
9.0	~38%	~45%	~50%

ลองเดินตัวเลขจริง สมมติชุดทดสอบอ่านแอมโมเนียรวม 0.5 มก./ล. เท่ากันสองบ่อ

บ่อ	แอมโมเนียรวม	PH	อุณหภูมิ	NH3 อิสระโดยประมาณ	ความหมาย
ก	0.5 มก./ล.	7.2	27 °C	~0.005 มก./ล.	ต่ำ แต่แปลว่ากรองยังทำงานไม่ครบ
ข	0.5 มก./ล.	8.6	32 °C	~0.13 มก./ล.	กักเหวี่ยงแล้ว ต้องแก้ทันที

ตัวเลขเดียวกันเป๊ะ ๆ แต่ระดับอันตรายห่างกันกว่า 20 เท่า นี่คือเหตุผลที่บทความ pH ล้วน ๆ ที่หาอ่านได้ทั่วไปในไทยไม่พอ และเป็นเหตุผลที่ผู้เลี้ยงต้องคิดเป็น NH3 เสมอ

กบดักที่คนไทยเจอบ่อยที่สุด ในบ่อที่มีสาหร่ายหรือน้ำเขียว pH ตอนบ่ายอาจสูงกว่าตอนเช้าถึง 0.8-1.2 หน่วย เพราะการสังเคราะห์แสงดึง CO2 ออกจากน้ำ แอมโมเนียรวมเท่าเดิมทั้งวัน แต่ NH3 อิสระตอน 15:00 อาจสูงกว่าตอน 06:00 เป็นสิบเท่า ผู้เลี้ยงที่วัดตอนเช้าอย่างเดียวจะไม่มีวันเห็นช่วงที่ปลาโดนจริง

NH3 ทำอะไรกับปลา

NH3 ไม่มีประจุ จึงซึมผ่านเยื่อเหงือกเข้าไปในเลือดปลาได้ตรง ๆ ขณะที่ NH4+ ที่มีประจุผ่านไม่ได้ง่าย เมื่อ NH3 ในน้ำสูง ปลาจะขับแอมโมเนียของตัวเองออกไม่ได้ตามปกติ ระดับในเลือดจึงค้าง ผลที่เห็นเรียงตามลำดับคือ เหงือกบวมและหนาขึ้น ผิวหลังเมื่อกมากผิดปกติ ปลาแยกตัวไปอยู่ทางน้ำเข้าหรือใกล้หัวทราย กินอาหารน้อยลง ครีบแดงเป็นเส้นเลือดฝอย และถ้าเรื้อรังก็เปิดทางให้ผลกับปรสิตตามมา

ระดับอ้างอิงที่ใช้กันในการเลี้ยงคือ NH3 เกิน 0.02 มก./ล. ถือว่าเริ่มมีผลเรื้อรัง และเกิน 0.05 มก./ล. ถือว่าต้องจัดการทันที ในทางปฏิบัติเป้าหมายที่ควรตั้งคือศูนย์

ไนโตรท: ปลาขาดอากาศในน้ำที่มีออกซิเจนเต็ม

ไนโตรทเป็นพิษด้วยกลไกที่ต่างจากแอมโมเนียโดยสิ้นเชิง เหงือกปลาดูดไนโตรทเข้าไปโดยเข้าใจผิดว่าเป็นคลอไรด์ เมื่อเข้าสู่กระแสเลือดมันจะออกซิไดซ์เหล็กในฮีโมโกลบิน เปลี่ยนเป็นเมทฮีโมโกลบินซึ่ง**ขนออกซิเจนไม่ได้** เลือดจึงเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และปลาก็ค่อย ๆ ขาดออกซิเจนจากข้างใน

อาการที่เห็นคือ **ปลาลอยหัวสูบอากาศ** ไปกองที่หัวทรายหรือน้ำตก ทั้งที่ค่าออกซิเจนละลายน้ำที่วัดได้อาจอยู่ที่ 6-7 มก./ล. ซึ่งปกติดี นี่คือการที่ผู้เลี้ยงหลายคนเสียปลา เพราะเห็นค่า DO ปกติเลยตัดออกซิเจนออกจากรายการต้องสงสัย แล้วไปตามหาปรสิตแทน

คลอไรด์ช่วยกันในไนโตรทได้ เหงือกดูดคลอไรด์กับไนโตรทผ่านช่องทางเดียวกัน การมีคลอไรด์ในน้ำมากพอจึงแย่งที่และลดการดูดไนโตรทลงได้มาก นี่คือการใส่เกลือช่วยในช่วงไนโตรทพุ่ง ไม่ใช่เพราะเกลือ "ฆ่าเชื้อ" เกลือไม่ได้กำจัดไนโตรทออกจากน้ำ มันแค่กันไม่ให้ไนโตรทเข้าตัวปลา ปัญหาที่ต้นทางยังต้องแก้ที่กรองอยู่ดี

ไนโตรทพุ่งวันที่ 2-5 หลังล้างกรองหรือลงยา

เรื่องนี้เกิดซ้ำจนแทบเป็นตารางเวลา และอธิบายได้ตรงไปตรงมาจากตารางแรกของหน้านี้ จุลินทรีย์สองกลุ่มมีอัตราการเติบโตไม่เท่ากัน กลุ่มที่ย่อยแอมโมเนียเป็นไนโตรทพื้นเร็วกว่ากลุ่มที่ย่อยไนโตรทเป็นไนเตรท เมื่อประชากรถูกกระทบ ผลจึงออกมาเป็นลำดับดังนี้

ช่วง เวลา	สิ่งที่เกิดขึ้น	สิ่งที่ควรทำ
วันที่ 0	ล้างกรองด้วยน้ำประปา เปลี่ยนมีเดียเยอะ ลงยาฆ่าเชื้อหรือยาปฏิชีวนะ	ลดอาหารลงทันทีตั้งแต่วันแรก อयरอให้ค่าขึ้น
วันที่ 1-2	แอมโมเนียเริ่มขยับ กลุ่มแรกกำลังฟื้น	วัดแอมโมเนียและ pH ทุกวัน คิดเป็น NH3
วันที่ 2-5	ไนไตรท์พุ่ง เพราะกลุ่มแรกทำงานแล้วแต่กลุ่มสองยังตามไม่ทัน	เพิ่มอากาศ ใส่เกลือเพื่อกันเหวี่ยง เปลี่ยนน้ำเจือจาง งดอาหารหรือให้น้อยมาก
วันที่ 5-14	ไนไตรท์ค่อย ๆ ลง ไนเตรทเริ่มขึ้นแทน	ค่อย ๆ เพิ่มอาหารกลับ วัดต่อจนได้ศูนย์สองครั้งติด

ข้อควรระวังสำหรับบ่อไทยโดยเฉพาะ: อย่าล้างมีเดียชีวภาพด้วยน้ำประปาที่ยังไม่ได้กำจัดคลอรีน คลอรีนฆ่าจุลินทรีย์ในกรองเหมือนกับที่มันฆ่าเชื้อในน้ำดื่ม และอย่าล้างกรองทุกช่องพร้อมกันในคราวเดียว ให้แบ่งทำทีละส่วนห่างกันอย่างน้อยสองสัปดาห์ หลักการนี้ใช้ได้เหมือนกันทั้งบ่อกรอง 3 ช่องที่ทำเองและระบบกรองใหญ่ของคอลเลกชันปลาน้ำเค็ม เคมีของน้ำไม่สนใจว่าบ่อเท่าไร

ทำไมเรื่องนี้เชื่อมกับ KH เสมอ

ค่าความกระด้างคาร์บอเนต (KH) หรือที่ฝั่งฟาร์มกุ้งฟาร์มปลานิลเรียกว่าค่าความเป็นด่าง / อัลคาลินิตี คือ **บัฟเฟอร์** — ตัวกันค่า pH แกว่ง กระบวนการย่อยแอมโมเนียปล่อยกรดออกมา และกรดนั้นกินบัฟเฟอร์ไปเรื่อย ๆ ทุกวัน

เมืองไทยไม่มีฤดูหนาวที่ปลาหยุดกิน ไม่มีเดือนที่กรองพัก จึงไม่มีเดือนที่ค่า KH หยุดถูกกิน นี่คือความต่างเชิงโครงสร้างจากคู่มือฝรั่ง ไม่ใช่รายละเอียดปลีกย่อย บ่อที่ให้อาหารหนักควรวัด KH **สัปดาห์ละครั้งตลอดทั้งปี** และวัดเพิ่มอีกครั้งหลังฝนตกหนักทุกครั้ง เพราะน้ำฝนอ่อนและน้ำท่วมขังเจือจางบัฟเฟอร์ลงได้ภายในบ่ายเดียว

ช่วงที่อันตรายที่สุดคือช่วงเข้ระบบกรองใหม่ เพราะแอมโมเนียสูงที่สุด กรดจึงถูกปล่อยมากที่สุด KH ร่วงเร็วที่สุด แล้วพอ KH ต่ำกว่าราว 3 dKH ก็เข้าสู่ ภาวะ pH ตกฮวบ (pH crash) ซึ่งจะยิ่งทำให้จุลินทรีย์ในกรองทำงานแยลง วงกลับไปทำให้แอมโมเนียสูงขึ้นอีก

ย៉าสั่งที่ผู้เลี้ยงไทยพูดกันอยู่แล้วและถูกต้อง — **ค่านี้สำคัญกว่าค่าเป๊ะ KH** คือกลไกที่ทำให้ "นิ่ง" เป็นไปได้จริง ไม่ใช่แค่ค่าขวัญ และ pH เป็นตัวชี้วัดตามหลัง ตามการออกแบบมันจะไม่ขยับจนกว่าเกราะจะหมดแล้ว KH คือตัวชี้วัดที่มาก่อน

อีกเรื่องที่ต้องแยกให้ขาดทุกครั้ง: ภาษาไทยเรียกทั้ง KH และ GH ว่า "ความกระด้าง" เหมือนกัน แต่ KH กันไม่ให้ pH แกว่ง / GH ไม่ได้กันอะไรเลย — คนละค่า คนละหน้าที่ GH คือความกระด้างทั้งหมด (แคลเซียมและแมกนีเซียม) เกี่ยวกับแร่ธาตุ ไม่เกี่ยวกับบัฟเฟอร์

วิธีวัดที่ให้ข้อมูลจริง

ถ้าจะวัดแอมโมเนียแค่ครั้งเดียวต่อสัปดาห์ ให้เลือกช่วงบ่ายแก่ ๆ ประมาณ 15:00-17:00 ซึ่งเป็นช่วงที่ pH สูงที่สุดของวัน และบันทึกค่า pH กับอุณหภูมิไว้คู่กันเสมอ ค่าแอมโมเนียที่ไม่มี pH กำกับไว้แทบไม่มีประโยชน์ย้อนหลัง

ลำดับที่ควรวัดเมื่อสงสัยว่ามีปัญหา: อุณหภูมิ → pH → แอมโมเนียรวม → ไนไตรท์ → KH → ออกซิเจน แล้วค่อยคำนวณ NH3 จากสามค่าแรก อ่านเพิ่มเติมได้ที่หน้า ค่าที่น่าที่ควรรู้ และ เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ

ข้อจำกัดที่ต้องยอมรับ: การวัดจุดเดียวตอนกลางวันคือช่วงเวลาที่ให้ข้อมูลน้อยที่สุดของวัน ค่าต่ำสุดของทั้งออกซิเจนและ pH อยู่ที่ราว 04:00-06:30 ทุกวันตลอดสิบสองเดือน นั่นคือช่วงที่ไม่มีใครยืนอยู่ข้างบ่อ และเป็นเหตุผลที่ผู้เลี้ยงมักประหลาดใจ

H2Koi เข้ามาตรงไหน

H2Koi คือระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแบบต่อเนื่องสำหรับบ่อปลาкарпที่มีมูลค่าสูง

สำหรับหน้านี้โดยเฉพาะ: sonde วัดโดยตรงซึ่งอุณหภูมิ pH ออกซิเจนละลายน้ำ (ทั้ง มก./ล. และ % อิ่มตัว) ค่าการนำไฟฟ้า ความขุ่น แอมโมเนียม (NH₄) และไนเตรท (NO₃) โดยมี ORP เป็นช่องเสริมที่เลือกติดตั้งได้ จากค่าเหล่านี้ระบบคำนวณต่อเป็น NH₃ อิสระ ไนไตรท์ KH ความเค็ม และ TDS ซึ่งหมายความว่าเจ้าของเห็นตัวเลข NH₃ ที่ปรับตาม pH และอุณหภูมิของน้ำที่นั่นจริง ๆ รวมถึงช่วงบ่ายที่ pH สูงสุดและช่วงก่อนรุ่งสางที่ไม่มีใครเฝ้า

ขอบเขตที่ระบุตรงไปตรงมา: KH เป็นค่าที่คำนวณ ไม่ใช่การไทเทรต ระบบไม่ได้รายงานค่า GH เลย และนี่คือระบบเตือนล่วงหน้าแบบต่อเนื่องจากเซ็นเซอร์เกรดอุตสาหกรรม และไม่ได้ตรวจโรคหรือปรสิต หัววัดเชิงแสงมีที่ปิดทำความสะอาดตัวเองเพื่อให้หน้าเซ็นเซอร์สะอาดในน้ำบ่อจริง

คำถามที่พบบ่อย

ชุดทดสอบอ่านแอมโมเนียได้ 0.25 มก./ล. อันตรายไหม

ตอบไม่ได้จนกว่าจะรู้ pH และอุณหภูมิ ถ้า pH 7.0 ที่ 27 °C ส่วนที่เป็น NH₃ อิสระจะราว 0.002 มก./ล. ซึ่งต่ำมาก แต่ถ้า pH 8.6 ที่ 32 °C ค่าเดียวกันจะให้ NH₃ ราว 0.07 มก./ล. ซึ่งถือว่าต้องจัดการทันที ดังนั้นให้วัด pH และอุณหภูมิพร้อมกันเสมอ และจดไว้คู่กัน อย่างไรก็ตามค่า 0.25 มก./ล. ยังบอกอีกอย่างหนึ่งเสมอ คือระบบกรองยังตามภาระไม่ทัน ไม่ว่า pH จะเท่าไร

ทำไมล้างกรองเสร็จแล้วปลาก็แย่งทั้งที่น้ำใสขึ้น

เพราะน้ำใสกับน้ำสะอาดคนละเรื่อง การล้างมีเดียแรง ๆ โดยเฉพาะด้วยน้ำประปาที่ยังมีคลอรีน จะกวาดจุลินทรีย์ในกรองออกไปมาก จุลินทรีย์กลุ่มที่ย่อยแอมโมเนียฟื้นเร็วกว่ากลุ่มที่ย่อยไนไตรท์ ผลคือไนไตรท์มักพุ่งในวันที่ 2-5 หลังล้าง ปลาจะลอยหัวสูบอากาศทั้งที่ค่าออกซิเจนปกติ ทางแก้คือแบ่งล้างทีละส่วน ห้างกันอย่างน้อยสองสัปดาห์ ใช้น้ำบ่อล้างไม่ใช้น้ำประปา ลดอาหารตั้งแต่วันแรก และเพิ่มอากาศ

ใส่เกลือช่วยเรื่องไนไตรท์ได้จริงหรือไม่ ทำไม

ช่วยจริง แต่ไม่ได้ช่วยแบบที่หลายคนเข้าใจ เกลือไม่ได้กำจัดไนไตรท์ออกจากน้ำ คลอไรด์จากเกลือแย่งช่องดูดซึมที่เหวี่ยงกับไนไตรท์ ทำให้ไนไตรท์เข้ากระแสเลือดปลาน้อยลง จึงลดการเกิดเมทฮีโมโกลบิน มันคือการกันเหวี่ยงไว้ระหว่างรอร่องพื้น ไม่ใช่การรักษาต้นเหตุ ต้นเหตุยังต้องแก้ที่กรองและที่ปริมาณอาหาร รายละเอียดปริมาณและข้อควรระวังอยู่ในหน้าการใส่เกลือ

บ่อผมหนึ่งมาสองปีแล้ว ยังต้องวัดแอมโมเนียอยู่ไหม

ต้อง เพราะเมืองไทยไม่มีฤดูที่ปลาหยุดกิน กรองจึงทำงานตลอดปีและกินค่า KH ตลอดปีเช่นกัน บ่อที่ "หนึ่งมาสองปี" มักนิ่งเพราะบัฟเฟอร์ยังเหลือพอ ไม่ใช่เพราะไม่มีกรดเกิดขึ้น เมื่อ KH ค่อย ๆ ถูกกินลงจนต่ำกว่าราว 5 dKH ระบบจะเปลี่ยนจากนิ่งเป็นแกว่งอย่างรวดเร็ว จังหวะที่แนะนำคือวัด KH สัปดาห์ละครั้งในบ่อที่ให้อาหารหนัก และวัดเพิ่มหลังฝนตกหนักทุกครั้ง

ทำไมค่าออกซิเจนปกติแต่ปลายังลอยหัวสูบอากาศ

อาการนี้ชี้ไปที่ไนไตรท์เป็นอันดับต้น ๆ ไนไตรท์เปลี่ยนฮีโมโกลบินเป็นเมทฮีโมโกลบินซึ่งขนออกซิเจนไม่ได้ ปลาจึงขาดออกซิเจนจากในเลือด ทั้งที่ออกซิเจนในน้ำอาจอยู่ที่ 6-7 มก./ล. อีกสาเหตุที่ต้องดูคู่กันคือ NH3 อิสระสูงจนเหงือกบวม และเหงือกที่บวมเจ็บก็แลกเปลี่ยนก๊าซได้แยลง ให้วัดไนไตรท์ แอมโมเนีย pH และ อุณหภูมิพร้อมกัน อย่าเพิ่งด่วนสรุปว่าเป็นปรสิต

เช็คระบบกรองบ่อใหม่ในหน้าฝนกับหน้าร้อน ต่างกันไหม

ต่างในเรื่องความเร็วและความเสี่ยง น้ำอุ่นทำให้จุลินทรีย์โตเร็วขึ้น ระบบจึงเช็คได้เร็วกว่า แต่ระหว่างทางก็อันตรายกว่า เพราะที่อุณหภูมิสูง สัตว์ส่วน NH3 อิสระสูงขึ้น ออกซิเจนอิ่มตัวได้น้อยลง และ KH ถูกกินเร็วขึ้น ในหน้าฝนต้องเพิ่มอีกเรื่องคือฝนที่เจือจางบัพเฟอรัลลงในบ่ายเดียว ระหว่างเช็คระบบจึงควรวัด KH ถี่เป็นพิเศษ และเตรียมระบบเดิมอากาศที่ยังทำงานได้ตอนไฟดับ



ใช้ระบบกรองบ่อใหม่: ทำไมกรองที่เพิ่งสร้างยังย่อยแอมโมเนียไม่ได้

บ่อสร้างเสร็จ บั้มเดิน น้ำใส วัสดุกรองเต็มห้อง ทุกอย่างดูพร้อม แต่ระบบกรองชีวภาพยังไม่มียูจริง เพราะสิ่งที่ทำหน้าที่ย่อยของเสียไม่ใช่วัสดุกรอง แต่คือ **จุลินทรีย์ในกรอง** ที่ต้องใช้เวลาเติบโตขึ้นมาเป็นแผ่นชีวภาพบนผิววัสดุ และในช่วงที่มันยังไม่พร้อม บ่อ นั่นคือบ่อที่อันตรายที่สุดเท่าที่ปลาจะเจอ หน้านี้อธิบายกลไกลำดับเหตุการณ์ ระยะเวลาจริงในน้ำอุ่นแบบบ้านเรา และความผิดพลาดที่ทำให้ต้องเริ่มนับหนึ่งใหม่

สรุปสั้น

- ระบบกรองชีวภาพคือสิ่งมีชีวิต ไม่ใช่อุปกรณ์ ต้องใช้เวลาสร้างตัว วัสดุกรองราคาแพงไม่ได้ทำให้เร็วขึ้น
- ลำดับคองที่เสมอ คือ แอมโมเนียขึ้นก่อน แล้วไนไตรท์ขึ้นตาม แล้วทั้งคู่ลงพร้อมกันเหลือไนเตรท
- ในน้ำ 28-32 °C แบบบ้านเรา ระบบตั้งตัวเร็วกว่าคู่มือต่างประเทศ ราว 3-6 สัปดาห์ แต่ **อันตรายกว่า** เพราะภาระของเสียเกิดเร็วกว่าและสัดส่วนแอมโมเนียอิสระที่เป็นพิษสูงกว่า
- กระบวนการนี้ **กินค่า KH นึกมาก** การย่อยแอมโมเนีย 1 mg/L กินค่าความเป็นด่างราว 7 mg/L CaCO₃ หรือประมาณ 0.4 dKH และทั้งหมดมาจากชั้นแรกชั้นเดียว
- ที่นี้ไม่มีฤดูหนาว ปลากินตลอดปี ระบบย่อยตลอดปี KH จึงถูกกินตลอดปี ไม่มีเดือนไหนที่หยุดตรวจได้

ทำไมกรองใหม่ถึงย่อยไม่ได้

วัสดุกรองไม่ว่าจะเป็นแบคทีเรียแฮสส์ ไบโอบอล ผ้ารอง หรือมูฟวิ่งเบด ไม่มีความสามารถทางเคมีในการย่อยแอมโมเนียเลย มันทำหน้าที่เดียวคือให้พื้นที่ผิวสำหรับให้จุลินทรีย์ยึดเกาะ ตัวที่ทำงานจริงคือแบคทีเรียสองกลุ่มที่ต้องเติบโตขึ้นมาเอง

ปัญหาคือแบคทีเรียกลุ่มนี้โตช้ามาก เทียบกับแบคทีเรียทั่วไปที่แบ่งตัวได้ทุก 20 นาที กลุ่มที่ย่อยแอมโมเนียใช้เวลาแบ่งตัวหลายชั่วโมงถึงเป็นวัน และกลุ่มที่ย่อยไนไตรท์ยิ่งช้ากว่านั้นอีก เหตุผลคือมันดึงพลังงานจากปฏิกิริยาที่ให้พลังงานน้อยมาก มันจึงต้องประมวลของเสียปริมาณมากเพื่อสร้างเซลล์ใหม่เพียงเล็กน้อย

ผลตามมาที่สำคัญคือ **ประชากรแบคทีเรียถูกกำหนดโดยปริมาณของเสียที่มีให้กิน** ไม่ใช่โดยขนาดของกรอง กรองใหญ่แค่ไหนก็เลี้ยงแบคทีเรียได้เท่าที่มีอาหาร นี่คือเหตุผลที่การเพิ่มปลาเข้าบ่อทีละมาก ๆ อันตราย เพราะภาระเพิ่มทันที แต่ประชากรแบคทีเรียต้องใช้เวลาหลายวันถึงหลายสัปดาห์กว่าจะไล่ตามทัน

ลำดับเหตุการณ์: แอมโมเนียก่อน แล้วไนไตรท์

กระบวนการย่อยแอมโมเนีย (ไนตริฟิเคชัน) มีสองขั้น และทั้งสองขั้นเดินคนละความเร็ว

ชั้น	เปลี่ยนอะไรเป็นอะไร	แบคทีเรีย	กินค่า KH
ชั้นที่ 1	แอมโมเนีย (NH ₃ /NH ₄) → ไนไตรท์ (NO ₂)	กลุ่มออกซิโดซ์แอมโมเนียโตช้า	ใช่ ทั้งหมดของกรดเกิดที่ชั้นนี้ ราว 7 mg/L CaCO ₃ ต่อแอมโมเนีย-ไนโตรเจน 1 mg/L
ชั้นที่ 2	ไนไตรท์ (NO ₂) → ไนเตรท (NO ₃)	กลุ่มออกซิโดซ์ไนไตรท์ โตช้ากว่าอีก	ไม่กินเลย

เพราะชั้นที่สองช้ากว่า ไนไตรท์จึงสะสมค้างอยู่ระยะหนึ่งเสมอ นี่ไม่ใช่ความผิดพลาด แต่เป็นธรรมชาติของกระบวนการ และเป็นช่วงที่ปลาตายมากที่สุด

ทำไมช่วงไนไตรท์ถึงร้ายกาจเป็นพิเศษ

ไนไตรท์เข้าสู่กระแสเลือดปลาผ่านช่องทางเดียวกับที่ปลาใช้ดูดคลอไรด์ที่เหงือก แล้วไปจับกับฮีโมโกลบินกลายเป็นเมทฮีโมโกลบิน ซึ่งขนส่งออกซิเจนไม่ได้ ผลคือ ปลาขาดออกซิเจนทั้งที่น้ำมีออกซิเจนปกติ เลือดและเหงือกออกสีน้ำตาล นี่คือกับดักที่ผู้เลี้ยงตกบ่อยที่สุด เห็นปลาลอยหัวสูนอากาศ จึงเพิ่มปั๊มลม เพิ่มน้ำตก วัต ออกซิเจนละลายน้ำ แล้วได้ 7 mg/L ซึ่งปกติดี แล้วสรุปว่าไม่ใช่เรื่องออกซิเจน ทั้งที่ปลากำลังขาดออกซิเจนอยู่จริง ๆ เพียงแต่ปัญหาอยู่ในเลือดปลา ไม่ได้อยู่ในน้ำ

เกลือคือเกราะป้องกันช่วงนี้ คลอไรด์จากเกลือแกงแย่งช่องทางเดียวกันกับไนไตรท์ที่เหงือก ทำให้ไนไตรท์เข้าตัวปลาได้น้อยลงมาก ความเข้มข้นราว 0.1-0.2% (1-2 กิโลกรัมต่อคิว) เป็นช่วงป้องกันที่ยอมรับกันทั่วไป และควรรักษาระดับนี้ไว้ตลอดช่วงรันระบบจนกว่าไนไตรท์จะกลับเป็นศูนย์ ข้อควรจำคือเกลือไม่ระเหย ต้องวัดก่อนเติมทุกครั้ง อ่านเพิ่มที่หน้า [เกลือในบ่อปลาคาร์ฟ](#)

และแอมโมเนียก็ไม่ได้อ่านค่าตรงไปตรงมา

ชุดทดสอบรายงาน “แอมโมเนียรวม” ซึ่งเป็นผลรวมของแอมโมเนียม (NH₄) ที่แทบไม่มีพิษ กับแอมโมเนียอิสระ (NH₃) ที่เป็นพิษสูง สัดส่วนระหว่างสองตัวนี้ถูกกำหนดโดย pH และอุณหภูมิ ยิ่ง pH สูงและน้ำยิ่งร้อน สัดส่วน NH₃ ยิ่งมาก ในบ่อไทยที่น้ำ 32 °C และ pH ขึ้นไปถึง 8.8 ในบ่ายที่สาหร่ายทำงานเต็มที่ ค่าแอมโมเนียรวมที่คู่มือฝรั่งบอกว่า “ยังพอรับได้” อาจกลายเป็นระดับที่ทำให้เหงือกเสียหายได้จริง ตัวเลขแอมโมเนียรวมเปล่า ๆ จึงแทบไม่มีความหมายถ้าไม่ได้ดู pH และอุณหภูมิควบคู่กัน รายละเอียดอยู่ที่หน้า [แอมโมเนียและไนไตรท์](#)

ใช้เวลาจริงเท่าไรในน้ำแบบบ้านเรา



คู่มือจากยุโรปหรืออเมริกามักบอก 6-8 สัปดาห์ ตัวเลขนั้นมาจากน้ำที่ 15-20 °C ในเมืองไทยน้ำอยู่ที่ 28-32 °C ซึ่งใกล้เคียงช่วงที่แบคทีเรียกลุ่มนี้ทำงานได้ดีที่สุด ระบบจึงตั้งตัวเร็วกว่า

ช่วงเวลา	แอมโมเนีย	ไนไตรท์	สิ่งที่ควรทำ
วันที่ 1-7	เริ่มไต่ขึ้น	0	ให้อาหารน้อยมาก ตรวจสอบแอมโมเนียทุกวัน ตรวจสอบ KH ทุกวัน
สัปดาห์ที่ 2-3	ขึ้นสูงสุดแล้วเริ่มลง	เริ่มไต่ขึ้น	ช่วงเสี่ยงที่สุด รักษาระดับเกลือ เปลี่ยนน้ำเมื่อค่าพุ่ง เดิมอากาศเดิมที่
สัปดาห์ที่ 3-5	ใกล้ 0	สูงสุดแล้วเริ่มลง	ยังห้ามเพิ่มปลา ยังห้ามเพิ่มอาหารมาก เติมน้ำตามที่วัดได้
สัปดาห์ที่ 4-6	0	0	ไนเตรทเริ่มขึ้น = ระบบทำงานครบวงจรแล้ว ค่อย ๆ เพิ่มอาหาร
หลังจากนั้น	0	0	เพิ่มปลาทีละน้อย เว้นระยะระหว่างครั้งอย่างน้อย 1-2 สัปดาห์

ตารางนี้เป็นแนวโน้มทั่วไป ไม่ใช่ตารางเวลาที่รับประกัน บ่อที่ใส่วัสดุกรองเก่าจากบ่อที่รันแล้วจะเร็วกว่านี้มาก ส่วนบ่อที่เริ่มจากศูนย์จริง ๆ อาจนานกว่า

เร็วกว่าไม่ได้แปลว่าปลอดภัยกว่า น้ำอุ่นแรงทุกอย่างพร้อมกัน แบคทีเรียโตเร็วขึ้นก็จริง แต่ปลาก็เผาผลาญเร็วขึ้น กินมากขึ้น ขับของเสียมากขึ้น อาหารที่เหลือเน่าเร็วขึ้น และสัดส่วนแอมโมเนียอิสระที่เป็นพิษก็สูงขึ้นตามอุณหภูมิด้วย พร้อมกันนั้นน้ำที่ 30 °C ปล่อยออกซิเจนได้เพียงราว 7.5 mg/L ขณะที่ทั้งปลาและแบคทีเรียในกรองต้องการมากที่สุด ระบบกรองที่กำลังตั้งตัวจึงแย่งออกซิเจนกับปลาโดยตรง การเติมอากาศแรง ๆ ตลอด 24 ชั่วโมงในช่วงรันระบบไม่ใช่ทางเลือก แต่เป็นเงื่อนไขที่ต้องมี

เรื่องที่แทบไม่มีคู่มือไทยพูดถึง: การรันระบบกิน KH หนักมาก

ทุกครั้งที่แบคทีเรียเปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนโตรเจน มันปล่อยกรดออกมา กรดนั้นถูกทำให้เป็นกลางโดยไบคาร์บอเนตในน้ำ ซึ่งก็คือค่า KH นั่นเอง

ตัวเลขที่ใช้กันคือ การย่อยแอมโมเนีย-ไนโตรเจน 1 mg/L กินค่าความเป็นด่างราว 7 mg/L ในหน่วย CaCO₃ เทียบเท่าประมาณ 0.4 dKH และรายละเอียดที่สำคัญคือ **กรดทั้งหมดเกิดจากขั้นที่หนึ่งขั้นเดียว** ขั้นไนโตรเจนเป็นไนเตรทไม่กินค่าความเป็นด่างเลย

คิดเป็นตัวเลขจริงของบ่อไทย

สมมติบ่อ 15 คิว (15,000 ลิตร) ให้อาหารวันละ 200 กรัม ใช้แนวปฏิบัติที่ใช้กันในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำว่าอาหาร 1 กิโลกรัม ให้แอมโมเนีย-ไนโตรเจนราว 30 กรัม

- อาหาร 0.2 กก. × 30 ก./กก. = แอมโมเนีย-ไนโตรเจน 6 กรัมต่อวัน
- 6 กรัมใน 15,000 ลิตร = 0.4 mg/L ต่อวัน
- กินค่าความเป็นด่าง $0.4 \times 7 = 2.8$ mg/L CaCO₃ ต่อวัน
- คิดเป็น ราว 0.16 dKH ต่อวัน หรือประมาณ 1.1 dKH ต่อสัปดาห์

บ่อที่เริ่มต้นด้วย KH 8 dKH โดยไม่มีการเติมกลับเลย จะเหลือราว 4.7 dKH ภายในสามสัปดาห์ ซึ่งต่ำกว่าเส้น 5 dKH ที่ค่า pH เริ่มไม่นิ่งแล้ว และถ้าอีกสามสัปดาห์ต่อมายังไม่มีใครดู มันจะลงไปแตะเขตวิกฤตได้ 3 dKH

เดิมฝนเข้าไปในสมการอีกชั้น พายุลูกเดียวในหน้าฝนเจ๊าะจ้วง KH ลงได้อีกภายในบ่ายเดียว ผลลัพธ์คือคื่นนั้น CO₂ ที่สะสมจากการหายใจของทั้งบ่อไม่มีอะไรให้ผลักดัน และผู้เลี้ยงเจอภาวะ pH ตกฮวบตอนเช้า นี่คือเรื่องเล่าที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ มากที่สุดในบ่อไทย

ข้อที่ขัดกับสามัญสำนึก บ่อที่เลี้ยงแน่น กรองดี ให้อาหารหนัก จะ *กินบัฟเฟอร์เร็วกว่า* บ่อที่ปล่อยปลาละเลย เพราะระบบกรองที่ทำงานได้ดีคือระบบที่ผลิตกรดได้เร็ว บ่อคอลเลกชันที่ดูแลอย่างดีจึงเป็นบ่อที่ต้องเผื่อค่า KH ที่ที่สุด ไม่ใช่บ่อที่ปลอดภัยที่สุด

และแบคทีเรียเองก็ต้องการ KH เพื่อจะทำงาน

ไบคาร์บอเนตไม่ได้เป็นแค่ตัวรับกรดเท่านั้น มันยังเป็น **แหล่งคาร์บอนที่แบคทีเรียกลุ่มนี้ใช้สร้างเซลล์** เมื่อ KH ลดลงต่ำกว่ากระบวนการย่อยแอมโมเนียจึงช้าลงด้วยเหตุผลสองทางพร้อมกัน คือ pH ที่ตกลงไปก่การทำงานของเอนไซม์ และคาร์บอนที่ใช้สร้างเซลล์ก็ขาด

ในทางปฏิบัติ ต่ำกว่าราว 3 dKH กระบวนการจะช้าลงชัดเจน และถ้าปล่อยให้ pH ตกลงไปต่ำกว่า 6.5 มันแทบหยุดเดิน ผลคือแอมโมเนียสะสมขึ้นอีก ซึ่งยิ่งผลิตกรดเมื่อระบบพยายามทำงาน กลายเป็นวงจรลงเหว บ่อจำนวนมากที่ “เซ็ระบบไม่ขึ้นสักที” ติดอยู่ตรงนี้ ไม่ใช่เพราะแบคทีเรียไม่มา แต่เพราะบัฟเฟอร์หมดไปแล้ว

การเติม KH กลับ – และตัวเลขที่วงการเชื่อผิดกันมานาน

โซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO₃ หรือเบกกิ้งโซดา) เป็นวิธีที่ตรงไปตรงมาที่สุด ตัวเลขที่ถูกต้องคือ

ปริมาตรน้ำ	โซเดียมไบคาร์บอเนต	ยก KH ขึ้นประมาณ
100 ลิตร	3 กรัม	1 dKH
1 คิว (1,000 ลิตร)	30 กรัม	1 dKH
15 คิว	450 กรัม	1 dKH

แก้ความเข้าใจผิดที่แพร่หลาย สูตรที่เห็นบ่อยมากในกลุ่มผู้เลี้ยงว่า “เบกกิ้งโซดา 1 กรัมต่อน้ำ 100 ลิตร ยก KH ได้ 1 dKH” นั้น **ผิด** ปริมาณนั้นยก KH ได้เพียงราว **0.33 dKH** คือประมาณหนึ่งในสามของที่คิด

ที่มาของตัวเลขที่ถูกต่องคือ 1 dKH เท่ากับ 17.848 mg/L ในหน่วย CaCO₃ และโซเดียมไบคาร์บอเนต ให้ค่าความเป็นด่างหนึ่งสมมูลต่อหนึ่งโมล จึงต้องใช้ 29.96 mg/L หรือราว 30 mg/L เพื่อยก KH ขึ้น 1 dKH ซึ่งก็คือ 30 กรัมต่อคิวพอดี

ผลของการใช้สูตรที่ผิดคือผู้เลี้ยงใส่ไป วัดแล้วไม่ขึ้น จึงสรุปว่า “เบกกิ้งโซดาใช้ไม่ได้ผล” แล้วหันไปหาผลิตภัณฑ์ที่แพงกว่าโดยไม่จำเป็น หรือแย่กว่านั้นคือใส่ซ้ำ ๆ อย่างสิ้นสนจนค่าเหวี่ยง

ข้อควรระวัง ไม่ควรยก KH เกินราว 1-2 dKH ต่อวัน ให้ละลายในถังน้ำก่อนแล้วค่อย ๆ เทที่จุดน้ำไหลแรง แล้ววัดซ้ำในวันถัดไป และให้ถือว่าตัวเลขทั้งหมดนี้เป็น **แนวปฏิบัติที่ใช้กันทั่วไปในวงการปลาคาร์ฟ ไม่ใช่ใบสั่ง** บ่อแต่ละบ่อ ความหนาแน่นปลา และน้ำต้นทางต่างกัน ให้ยึดค่าที่วัดได้จากบ่อของตัวเองเสมอ

ช่วงทำงานที่ยอมรับกันสำหรับปลาคาร์ฟคือ **6-10 dKH (ประมาณ 105-180 mg/L CaCO₃)** ต่ำกว่า 5 dKH ค่า pH เริ่มไม่นิ่ง ต่ำกว่า 3 dKH ถือว่าวิกฤต อ่านกลไกเต็มทีหน้า [ค่าความกระด้างคาร์บอเนต \(KH\)](#)

แยก KH กับ GH ให้ขาด ภาษาไทยเรียกทั้งสองอย่างว่า “ความกระด้าง” เหมือนกัน แต่ KH (ค่าความกระด้างคาร์บอเนต / ค่าความเป็นด่าง / อัลคาลินิตี) คือตัวที่กันไม่ให้ pH แกว่ง ส่วน GH (ความกระด้างทั้งหมด — แคลเซียมและแมกนีเซียม) ไม่ได้กันอะไรเลย คนละค่า คนละหน้าที่ ปูนขาวหรือแคลเซียมคลอไรด์เพิ่ม GH แต่ไม่ช่วยเรื่องบัฟเฟอร์ และ H2Koi ไม่ได้รายงานค่า GH เลย ส่วนค่า KH ที่รายงานเป็น **ค่าที่คำนวณขึ้น ไม่ใช่การไทเทรต**

น้ำต้นทาง: จุดที่บ่อไทยต่างจากคู่มือต่างประเทศมากที่สุด

คู่มือฝรั่งสมมติว่าน้ำที่ใช้คือน้ำประปาที่มีค่าความเป็นด่างพอสมควรและมีออกซิเจนอิ่มตัว บ่อไทยจำนวนมากไม่ใช่แบบนั้น

น้ำประปา

มีคลอรีน ต้องกำจัดก่อนใช้เสมอ ไม่ว่าจะด้วยสารกำจัดคลอรีนหรือการพักน้ำพร้อมเติมอากาศ คลอรีนที่เข้าบ่อโดยตรงฆ่าจุลินทรีย์ในกรองได้ทันที และในบ่อที่กำลังรันระบบอยู่ นั่นคือการรีเซ็ตกลับไปวันที่หนึ่ง

น้ำบาดาล

บ่อจำนวนมากในไทยใช้น้ำบาดาล ซึ่งมีลักษณะเฉพาะที่ต้องจัดการก่อนใช้

- **ออกซิเจนเกือบเป็นศูนย์** เพราะไม่เคยสัมผัสอากาศ การเติมน้ำบาดาลก้อนใหญ่เข้าบ่อโดยตรงคือการรดออกซิเจนของบ่อทันที
- **คาร์บอนไดออกไซด์สูง** ทำให้ค่า pH ที่วัดได้ตอนสูบขึ้นมามากกว่าความจริง พอเติมอากาศแล้ว CO2 ระเหยออก pH จะขยับขึ้นเอง ถ้าไม่รู้ข้อนี้จะไปปรับ pH ผิดทาง
- **ค่าความเป็นด่างเดาไม่ได้** บางแหล่งต่ำมาก บางแหล่งสูงมาก บางแหล่งกร่อย และบางแหล่งมีเหล็กหรือแมงกานีสที่ตกตะกอนเป็นคราบสนิมเมื่อโดนอากาศ

คำแนะนำ “ให้น้ำที่เดิมเข้าใกล้เคียงกับน้ำในบ่อ” จึงแปลว่า **ต้องวัดน้ำต้นทางของตัวเอง ไม่ใช่สมมติเอา** วิธีปฏิบัติที่ดีที่สุดคือมีถังพักน้ำที่เดิมอากาศไว้อย่างน้อยหนึ่งคืนก่อนใช้ ซึ่งแก้ทั้งเรื่องออกซิเจน CO2 คลอรีน และเหล็กไปพร้อมกัน

ความผิดพลาดที่ทำให้ต้องเริ่มนับหนึ่งใหม่

สิ่งที่ทำ	เกิดอะไรขึ้น
ล้างวัสดุกรองด้วยน้ำประปาจากสายยาง	คลอรีนฆ่าแผ่นชีวภาพทั้งหมดในไม่กี่นาที ให้ล้างด้วยน้ำที่ตักจากบ่อเท่านั้น
ล้างหรือเปลี่ยนวัสดุกรองทุกห้องพร้อมกัน	เสียประชากรแบคทีเรียเกือบทั้งหมด ให้ทำทีละห้อง เว้นระยะกันอย่างน้อย 2-4 สัปดาห์
ปั๊มหยุดเดินหลายชั่วโมง (ไฟดับจากพายุ)	แบคทีเรียกลุ่มนี้ต้องการออกซิเจนตลอดเวลา ในน้ำ 30 °C แผ่นชีวภาพที่ขาดน้ำไหลจะเริ่มตายภายในไม่กี่ชั่วโมง นี่คือการเสียชีวิตที่พบบ่อยที่สุดในหน้าฝนของบ้านเรา ระบบสำรองไฟสำหรับปั๊มลมจึงเป็นอุปกรณ์พื้นฐาน
ใช้ยาปฏิชีวนะ ฟอर्मาลิน มาลาไคท์กรีน หรือต่างหับทิมในบ่อ	กระทบระบบกรองชีวภาพโดยตรง ยาปฏิชีวนะรุนแรงที่สุด ถ้าจำเป็นต้องรักษา ควรแยกปลาไปบ่อพัก
ปล่อยให้ KH ตกจนหมด	กระบวนการล้างหรือหยุด แล้วแอมโมเนียสะสม เป็นวงจรลงเหว เป็นสาเหตุที่บ่อ “เซ็ดไม่ขึ้น” บ่อยที่สุด
หยุดให้อาหารทั้งหมดเพราะกลัวแอมโมเนีย	ตัดอาหารของแบคทีเรียไปด้วย ประชากรหดตัว พอกลับมาให้อาหารปกติก็รับไม่ไหวอีก ให้ลดอาหาร ไม่ใช่ตัดทั้งหมด
เพิ่มปลาทีเดียวนหลายตัว	ภาระเพิ่มทันที แต่ประชากรแบคทีเรียตามไม่ทัน เกิดแอมโมเนียฟิครอบใหม่
ใส่เกลือเกิน 0.3% ระหว่างรันระบบ	ก่อกำแพงของจุลินทรีย์ในกรองให้ข้างลัดเจน ยึดระยะเวลาออกไปอีก

บ่อเก่าที่เพิ่งล้างใหญ่ก็คือบ่อใหม่ อาการที่เรียกกันว่า “บ่อใหม่” ไม่ได้เกิดเฉพาะกับบ่อที่เพิ่งสร้าง บ่อที่เลี้ยงมาห้าปีแล้วล้างกรองยกชุดในวันเดียว จะเจอแอมโมเนียฟิครุดเดียวกันเป๊ะ และในน้ำ 32 °C กับปลาโตเต็มวัยที่กินหนัก มันรุนแรงกว่าบ่อใหม่ที่มีปลาน้อยด้วยซ้ำ

ความจริงในทางปฏิบัติ: ปลามาก่อนระบบพร้อม

ตำราบอกให้รันระบบโดยไม่มีปลา แต่ในเมืองไทยบ่อยครั้งบ่อสร้างเสร็จวันศุกร์และปลามาถึงวันเสาร์ ถ้าอยู่ในสถานการณ์นี้ให้ลดความเสียหายด้วยแนวทางต่อไปนี้

1. **ขอวัสดุกรองที่ใช้แล้วจากบ่อที่รันแล้ว** จากร้านหรือเพื่อนผู้เลี้ยง นี่เป็นสิ่งเดียวที่ยืนยันเวลาได้จริงและมากที่สุด ขนส่งในน้ำจากบ่อนั้นและใส่ลงกรองทันที อย่าปล่อยให้แห้ง
2. **ปล่อยปลาน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้** ปลาไม่กี่ตัวก่อน แล้วค่อยเพิ่มหลังระบบครบวงจร

3. ให้อาหารน้อยมาก ราวหนึ่งในสามถึงครึ่งของปกติ ปลาควรฟอดได้สบายหลายวัน แต่ทนมแอมโมเนียไม่ได้
4. ใส่เกลือ 0.15-0.3% เพื่อกันพิษไนไตรท์ตลอดช่วง
5. เติมอากาศแรงตลอด 24 ชั่วโมง ทั้งปลาและกรองแย่งออกซิเจนกันในน้ำที่อึดตัวได้แค่ราว 7.5 mg/L
6. ตรวจทุกวัน แอมโมเนีย ไนไตรท์ KH pH และอุณหภูมิ ตรวจตอนเช้ามืดถ้าทำได้ เพราะนั่นคือช่วงที่ค่าแย่ที่สุดของวัน
7. เปลี่ยนน้ำเมื่อค่าพุ่ง ครึ่งละ 10-20% ด้วยน้ำที่พักและเติมอากาศแล้ว อย่าเปลี่ยนก่อนใหญ่ทีเดียว
8. เติม KH กลับตามทีวัดได้ อย่าปล่อยให้ตกต่ำกว่า 5 dKH ในช่วงนี้เด็ดขาด
9. อย่าใช้ยาใด ๆ เว้นแต่จำเป็นจริง ระบบที่กำลังตั้งตัวเปราะบางที่สุด

เมื่อไรถือว่าระบบพร้อม

เกณฑ์ที่ใช้กันคือ บ่อสามารถย่อยภาระของเสียทั้งหมดในหนึ่งวันจนแอมโมเนียและไนไตรท์กลับมาเป็น 0 ได้ภายใน 24 ชั่วโมง โดยที่ไนเตรทเริ่มได้ขึ้นให้เห็น ไนเตรทที่ขึ้นคือหลักฐานว่าขั้นที่สองทำงานแล้ว ไม่ใช่ปัญหา

แต่คำว่า “พร้อม” ไม่ได้แปลว่าจบ ระบบที่ตั้งตัวแล้วมีขนาดพอดีกับภาระ ณ ตอนนั้นเท่านั้น เพิ่มปลา เพิ่มอาหาร หรือน้ำร้อนขึ้นจนปลาเกินมากขึ้น ภาระก็เพิ่มทันทีในขณะที่ประชากรแบคทีเรียต้องใช้เวลาไล่ตาม การเปลี่ยนแปลงทุกอย่างจึงควรทำอย่างค่อยเป็นค่อยไป

และเพราะที่นี่ไม่มีฤดูหนาว ไม่มีเดือนที่ปลาหยุดกิน ไม่มีเดือนที่ระบบกรองพักงาน จึง ไม่มีเดือนไหนที่ค่า KH เติบโตเอง กลับ จังหวะที่ควรถือปฏิบัติคือ ตรวจค่า KH สัปดาห์ละครั้งตลอดปี สำหรับบ่อที่ให้อาหารหนัก และ ตรวจเพิ่มอีกครั้งหลังฝนตกหนักทุกครั้ง

สิ่งที่ผู้เลี้ยงไทยพูดกันมานานนั้นถูกต้อง — ค่านี้สำคัญกว่าค่าเป๊ะ ช่วงรันระบบคือช่วงที่ไม่มีอะไรนิ่งเลย ทุกค่าเคลื่อนที่ทุกวัน และนั่นคือเหตุผลว่าทำไมมันจึงอันตราย สิ่งที่ทำให้ “นิ่ง” เกิดขึ้นได้จริงไม่ใช่การไล่ปรับ pH ให้ตรงเลข แต่คือค่า KH ที่มากพอจะดูดซับแรงกระแทกไว้ทั้งหมด และเพราะ pH เป็นตัวชี้วัดตามหลังโดยธรรมชาติ คือมันไม่ขยับจนกว่าเกราะจะหมดแล้ว ส่วน KH เป็นตัวชี้วัดหน้าหน้า ผู้เลี้ยงที่ดูแต่ pH จะรู้ตัวช้าเสมอ

คำถามที่พบบ่อย

บ่อใหม่ในเมืองไทยใช้เวลาเซตระบบนานเท่าไร

โดยทั่วไป 3-6 สัปดาห์ในน้ำ 28-32 °C ซึ่งเร็วกว่าคู่มือต่างประเทศที่บอก 6-8 สัปดาห์ เพราะอุณหภูมิบ้านเราใกล้เคียงช่วงที่จุลินทรีย์ในกรองทำงานได้ดีที่สุด แต่เร็วกว่าไม่ได้แปลว่าปลอดภัยกว่า น้ำอุ่นทำให้ปลาขับของเสียเร็วขึ้น อาหารเหลือเน่าเร็วขึ้น และสัดส่วนแอมโมเนียอิสระที่เป็นพิษสูงขึ้นตามอุณหภูมิ ถ้าได้วัสดุกรองที่ใช้แล้วจากบ่อที่รันแล้วมาใส่ จะย่นเวลาลงได้มากที่สุด

ทำไมเติมเบกกิ้งโซดาแล้วค่า KH ไม่ขึ้น

เกือบทุกครั้งเป็นเพราะใช้สูตรที่ผิด สูตรที่แพร่หลายในกลุ่มผู้เลี้ยงว่า 1 กรัมต่อน้ำ 100 ลิตรยก KH ได้ 1 dKH นั้นให้ผลจริงเพียงราว 0.33 dKH คือหนึ่งในสามของที่คิด ตัวเลขที่ถูกต้องคือ 3 กรัมต่อ 100 ลิตร หรือ 30 กรัมต่อคือการยก KH 1 dKH และไม่ควรยกเกิน 1-2 dKH ต่อวัน ให้ละลายในถังก่อนแล้วค่อย ๆ เทที่จุดน้ำไหลแรง แล้ววัดซ้ำวันถัดไป

บ่อเก่าล้างกรองแล้วปลาเริ่มมีอาการ เป็นเพราะอะไร

บ่อเก่าที่ล้างกรองยกชุดคือบ่อใหม่ในทางชีวภาพ จุลินทรีย์ในกรองส่วนใหญ่ถูกล้างทิ้งไปพร้อมตะกอน และถ้าใช้น้ำประปาจากสายยางล้าง คลอรีนจะฆ่าที่เหลือภายในไม่กี่นาที ผลคือแอมโมเนียพีครอบใหม่ซึ่งรุนแรงกว่าบ่อใหม่ด้วยซ้ำ เพราะปลาโตเต็มวัยกินหนักกว่า วิธีป้องกันคือล้างที่ละห้อง เว้นระยะกัน 2-4 สัปดาห์ และล้างด้วยน้ำที่ตักจากบ่อเท่านั้น

ไฟดับตอนพายุเข้า ปัมหยุดไปหลายชั่วโมง ระบบกรองเสียหายไหม

เสียหายได้จริงและเป็นสาเหตุการรีเซ็ตที่พบบ่อยที่สุดในหน้าฝนของบ้านเรา จุลินทรีย์ในกรองต้องการออกซิเจนตลอดเวลา ในน้ำ 30 °C แผ่นชีวภาพที่ไม่มีน้ำไหลผ่านจะเริ่มขาดออกซิเจนและตายภายในไม่กี่ชั่วโมง เมื่อไฟกลับมาควรตรวจแอมโมเนียและไนไตรท์ทุกวันไปอีกลักษณะหนึ่งสัปดาห์ ทางป้องกันคือปั๊มลมสำรองที่ต่อแบตเตอรี่หรืออินเวอร์เตอร์ ซึ่งควรถือเป็นอุปกรณ์พื้นฐานของบ่อในเมืองไทย

ใช้น้ำบาดาลเติมบ่อได้เลยไหม

ไม่ควรเติมโดยตรงเป็นก้อนใหญ่ น้ำบาดาลมักมีออกซิเจนเกือบเป็นศูนย์และคาร์บอนไดออกไซด์สูง ทำให้ค่า pH ที่วัดตอนสูบขึ้นมาต่ำกว่าความจริง และบางแหล่งมีเหล็กหรือแมงกานีสที่ตกตะกอนเมื่อโดนอากาศ ค่าความเป็นต่างของน้ำบาดาลก็เดาไม่ได้ มีตั้งแต่ต่ำมากถึงสูงมาก วิธีที่ถูกคือมีถังพักที่เติมอากาศไว้อย่างน้อยหนึ่งคืน และวัดค่าหน้าต้นทางของตัวเองจริง ๆ ไม่ใช่สมมติเอาจากคู่มือ

ระหว่างรันระบบ ควรหยุดให้อาหารเลยไหม

ไม่ควรหยุดทั้งหมด ให้ลดลงเหลือราวหนึ่งในสามถึงครึ่งของปกติ เหตุผลคือของเสียจากปลาคืออาหารของจุลินทรีย์ในกรอง ถ้าตัดทั้งหมด ประชากรแบคทีเรียก็หดตัวตาม พอกลับมาให้อาหารปกติระบบก็รับไม่ไหวอีก ปลาคาร์ฟอดอาหารได้สบายหลายวันในน้ำอุ่น แต่ทนแอมโมเนียกับไนไตรท์ไม่ได้ การลดอาหารจึงเป็นการซื้อเวลาให้ระบบตามทัน

ทำไมบ่อที่ดูแลดีถึงต้องเติม KH บ่อยกว่าบ่อที่ปล่อยปละละเลย

เพราะกรดที่ไปกินค่า KH เกิดจากขั้นตอนการเปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนไตรท์ ยิ่งระบบกรองทำงานได้ดีและปลากินหนัก ก็ยิ่งผลิตกรดได้เร็ว บ่อคอลเลกชันที่เลี้ยงแน่น กรองดี ให้อาหารเต็มที่ จึงกินบัฟเฟอร์เร็วกว่าบ่อที่ปล่อยทิ้งไว้ ข้อนี้ขัดกับสามัญสำนึกแต่เป็นความจริง และเป็นเหตุผลที่บ่อระดับสูงต้องเผื่อค่า KH ที่ที่สุด ไม่ใช่น้อยที่สุด

ค่าน้ำบ่อปลาคาร์ฟ: ตารางอ้างอิงพร้อมช่วงที่ใช้ งานได้ และความเร็วในการเปลี่ยนของแต่ละค่า

คู่มือค่าน้ำส่วนใหญ่ให้มาแค่สองคอลัมน์ คือชื่อค่ากับช่วงตัวเลข แต่คอลัมน์ที่ตัดสินว่าปลาจะรอดหรือไม่รอด คือคอลัมน์ที่สาม — **ค่านี้อาจเปลี่ยนได้เร็วแค่ไหน** เพราะค่าที่เปลี่ยนภายในคืนเดียวต้องการการเฝ้าคนละแบบ กับค่าที่เปลี่ยนในหน่วยเดือน หน้านี้จัดตารางอ้างอิงครบชุดสำหรับบ่อในเมืองไทย พร้อมกลไกเบื้องหลัง แต่ละตัวเลข และคำอธิบายว่าทำไมค่าบางตัวถึงหลอกผู้เลี้ยงได้ตลอดจนถึงวินาทีสุดท้าย

สรุปสั้น

- **ค่านี้อาจเปลี่ยนได้เร็วกว่าค่าอื่น** — หลักข้อนี้ที่วงการไทยพูดกันมานานถูกต้องทั้งหมด และ KH คือกลไกที่ทำให้ “นิ่ง” เกิดขึ้นได้จริงในทางเคมี
- **KH คือค่าน้ำ pH คือค่าตาม** — pH ถูกออกแบบโดยธรรมชาติให้ไม่ขยับจนกว่าเกราะจะหมด ถ้ารอให้ pH เดือน แปลว่าสายไปแล้ว
- ช่วงใช้งานของ KH สำหรับปลาคาร์ฟคือ **6-10 dKH (ประมาณ 105-180 มก./ล. CaCO₃)** ต่ำกว่า 5 dKH เริ่มไม่เสถียร ต่ำกว่า 3 dKH คือขั้นวิกฤต
- การยก KH ขึ้น 1 dKH ใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตราว **30 กรัมต่อคิว** ไม่ใช่ 1 กรัมต่อ 100 ลิตรอย่างที่ มีคนบอกต่อกันมา สูตรนั้นให้ผลแค่ราวหนึ่งในสาม
- แอมโมเนียรวมเพียงตัวเดียวแทบไม่มีความหมาย ต้องอ่านคู่กับ pH และอุณหภูมิ ในน้ำ 32 °C ที่ pH 8.0 สัดส่วนพิษสูงกว่าน้ำ 25 °C ที่ pH 7.5 หลายเท่า
- ในเมืองไทยไม่มีเดือนไหนที่การให้อาหารหยุด จึงไม่มีเดือนไหนที่การกิน KH หยุดตามไปด้วย
- หน่วยหลักคือ มก./ล. (mg/L) และ 1 มก./ล. = 1 ppm ตรงตัว

1. ตารางอ้างอิงหลัก

ค่า	ช่วงที่ใช้งานได้	ความหมาย	เปลี่ยนได้เร็วแค่ไหน
อุณหภูมิ	ทนได้กว้าง แต่บ่อไทยอยู่ ราว 26-32 °C เกือบทั้งปี	กำหนดอัตราเมแทบอลิซึมของปลา อัตราการ ทำงานของกรอง และเปดานออกซิเจนที่น้ำอุ่น ได้	ชั่วโมง บ่อดินแฉะ 4-6 °C ในรอบวันได้ง่าย
pH	7.0-8.5 โดยที่ความนิ่ง สำคัญกว่าตัวเลข	ความเป็นกรด-ด่าง กำหนดสัดส่วนแอมโมเนีย ที่เป็นพิษด้วย	ชั่วโมง มีรอบวันชัด ต่ำสุด ก่อนฟ้าสาง สูงสุดบ่าย
KH (ค่าความกระด้าง คาร์บอเนต / อัลคาลินิตี)	6-10 dKH (105-180 มก./ล. CaCO ₃)	บัฟเฟอร์ — ตัวกันไม่ให้ pH แกว่ง เป็นค่าน้ำที่ เดือนก่อน pH เสมอ	วันถึงสัปดาห์ ตามปกติ แต่เจอจากไตในบ่อบาย เดียวเมื่อฝนตกหนัก

ค่า	ช่วงที่ใช้งานได้	ความหมาย	เปลี่ยนได้เร็วแค่ไหน
GH (ความกระด้างทั้งหมด: แคลเซียมและแมกนีเซียม)	โดยทั่วไป 4-12 dGH ก็เพียงพอ	ปริมาณแร่ธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียม ไม่ได้ ทำหน้าที่บัฟเฟอร์อะไรเลย	เดือน เปลี่ยนช้ามาก
ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	ไม่ต่ำกว่า 6 มก./ล. ที่จุดต่ำสุดก่อนฟาสาง	สิ่งที่ปลาหายใจ เพื่อดูดซับเมื่อน้ำร้อนขึ้น ขณะที่ความต้องการเพิ่ม	นาทีถึงชั่วโมง เป็นค่าที่เคลื่อนไหวเร็วที่สุดในตาราง
แอมโมเนียรวม (TAN)	เป้าหมายคือ 0 ตรวจไม่พบ	ผลรวมของ NH_3 กับ NH_4^+ ตัวเลขนี้เดี่ยว ๆ บอกความเป็นพิษไม่ได้	ชั่วโมง พุ่งได้เร็วเมื่อกรองสะดวก ล้างกรองแรง หรือเพิ่มปลา
แอมโมเนียอิสระ (NH_3)	เป้าหมายคือศูนย์ โดยทั่วไปถือว่าเกิน 0.02 มก./ล. คือเริ่มเป็นอันตรายเรื้อรัง	ส่วนที่เป็นพิษจริง สัดส่วนถูกกำหนดโดย pH และอุณหภูมิ	ชั่วโมง เปลี่ยนได้ทั้งที่ TAN คงที่ เพียงเพราะ pH ขึ้นตอนบ้าย
ไนไตรท์ (NO_2^-)	เป้าหมายคือ 0	พิษเฉียบพลัน จับกับฮีโมโกลบินจนเลือดขนออกซิเจนไม่ได้ ปลาขาดอากาศในน้ำที่วัด DO แล้วปกติ	วัน พุ่งได้ในช่วงรันระบบหรือหลังกรองเสียหาย
ไนเตรท (NO_3^-)	ต่ำกว่า 50 มก./ล. เป็นเป้าหมายที่ใช้งานได้	ปลายทางของกระบวนการย่อยแอมโมเนีย พิษต่ำแต่เป็นภัยให้สาหร่าย และเป็นตัวชี้ว่าเปลี่ยนน้ำเพียงพอหรือไม่	สัปดาห์
ORP	โดยทั่วไป 250-400 mV เป็นช่วงที่พบในบ่อที่ระบบสมดุล	ศักย์ออกซิเดชัน-รีดักชัน สะท้อนภาวะอินทรีย์รวมของบ่อ ใช้ดูแนวโน้มเป็นหลัก ไม่ใช่ค่าสมบูรณ์ เป็นช่องเสริมที่เลือกติดตั้งได้	ชั่วโมงถึงวัน
ค่าการนำไฟฟ้า / TDS / ความเค็ม	แล้วแต่การใส่เกลือ 0.3% $\approx$ 3 กก. ต่อคิว $\approx$ ราว 3,000 มก./ล.	ปริมาณไอออนรวมในน้ำ บอกได้ว่าเกลือยังอยู่เท่าไร และน้ำตันทางแร่ธาตุสูงหรือต่ำ	สัปดาห์ แต่เข้มข้นขึ้นเองเมื่อน้ำระเหยในฤดูร้อน เพราะเกลือไม่ระเหยตามน้ำไป
ความขุ่น	ยิ่งต่ำยิ่งดี ใช้ดูแนวโน้มเทียบกับตัวเอง	ปริมาณอนุภาคแขวนลอย ใช้จับการล้มเหลวของกรองเชิงกลและการเริ่มบลูมของสาหร่าย	ชั่วโมงถึงวัน ขุ่นได้ทันทีหลังฝนตกหรือหลังกวาดตะกอน
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	ไม่มีค่ามาตรฐานสำหรับผู้เลี้ยง ประเมินจาก pH รวมกับ KH	สินค้าหลักจากการหายใจตอนกลางคืน เป็นตัวขับ pH ให้ตกในช่วงเช้ามืด	ชั่วโมง ผูกกับรอบวันโดยตรง
สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (ช่องเสริม ไม่บังคับ)	ไม่มีช่วงตัวเลขเป้าหมาย ใช้ดูแนวโน้มเท่านั้น	อ่านจากการเรืองแสงของไฟโคไซยานิน ซึ่งเป็นรงควัตถุเฉพาะของไซยาโนแบคทีเรีย รายงานแนวโน้ม ไม่ใช่จำนวนเซลล์ และไม่ได้วัดสารพิษ	วันถึงสัปดาห์ เติบโตขึ้นเมื่อร้อนจัดและน้ำนิ่ง

2. อ่านตารางตาม “ความเร็ว” ไม่ใช่ตามลำดับตัวอักษร

ถ้าจัดค่าทั้งหมดใหม่ตามความเร็ว จะเห็นว่าควรจัดสรรความสนใจอย่างไร

- **เร็วระดับนาทีถึงชั่วโมง** — DO, pH, CO_2 , อุณหภูมิ, แอมโมเนียอิสระ ค่ากลุ่มนี้คือกลุ่มที่ฆ่าปลาได้ในคืนเดียว และเป็นกลุ่มที่การวัดด้วยมือสัปดาห์ละครั้งจับไม่ได้เลย
- **ปานกลางระดับวัน** — แอมโมเนียรวม, ไนไตรท์, ความขุ่น ค่ากลุ่มนี้ให้เวลาตอบสนองประมาณหนึ่ง ถ้าตรวจเจอเร็วพอ

- **ชำระระดับสัปดาห์ถึงเดือน** — ในเตรท, ความเค็ม, GH ค่ากลุ่มนี้บอกทิศทางการจัดการระยะยาว ไม่ใช่เรื่องฉุกเฉิน
- **กลุ่มพิเศษคือ KH** — ปกติเปลี่ยนซ้ำเป็นวันหรือสัปดาห์ จึงดูเหมือนอยู่ในกลุ่มที่สาม แต่ฝนหนักหนึ่งครั้งย้ายมันมาอยู่ในกลุ่มแรกทันที นี่คือลักษณะเฉพาะของบ่อในเขตรมรมที่คู่มือจากยุโรปไม่มี

3. อุณหภูมิ

อุณหภูมิไม่ใช่แค่ค่าหนึ่งในตาราง มันคือตัวคุณที่คุณอยู่กับเกือบทุกแถวที่เหลือ น้ำร้อนขึ้นแล้วปลาใช้ออกซิเจนมากขึ้น จุลินทรีย์ทำงานเร็วขึ้น สัตว์แอมโมเนียที่เป็นพิษสูงขึ้น และเพดานออกซิเจนที่น้ำอุ่นได้ต่ำลง ทุกอย่างไปทางเดียวกันหมด และไปในทางที่แย่งพร้อมกัน

ความจริงของบ่อไทยที่ต้องยอมรับ

- บ่อต้นและบ่อมีหลังคาช่วงมีนาคมถึงพฤษภาคมวิ่ง 30-34 °C ได้ตามปกติ ไม่ใช่เหตุการณ์พิเศษ
- บ่อยิ่งลึก อุณหภูมิยิ่งนิ่ง ความลึกจึงเป็นการลงทุนด้านความเสถียร ไม่ใช่แค่เรื่องความสวยงาม
- งานตามฤดูกาลของเราคือการกันแดดและกันความร้อน — สแลน หลังคา ร่มเงา — ไม่ใช่การกันน้ำแข็งหรือติดฮีตเตอร์ ระวังโรงเรือนที่กลายเป็นเตาอบตอนบ่าย
- ภาคเหนือช่วงพฤษภาคมถึงกุมภาพันธ์มีคืนฟ้าโปร่งแห้ง ผลต่างกลางวัน-กลางคืนกว้างที่สุดของปี ความเสี่ยงคืออัตรา การเปลี่ยนแปลง ไม่ใช่การจ่ำศีล ปลายังกินอยู่
- **ปลานำเข้าจากฤดูหนาวญี่ปุ่นที่ลงบ่อ 30 °C** คือการเปลี่ยนอุณหภูมิที่ใหญ่จริง และต้องปรับอย่างช้า ๆ ดูรายละเอียดที่หน้า [อุณหภูมิ](#)

4. pH – ค่าที่ตามหลังเสมอ

pH คือค่าที่ผู้เลี้ยงไทยรู้จักมากที่สุด และเป็นค่าที่คอนเทนต์ภาษาไทยพูดถึงเกือบจะเป็นค่าเดียว แต่มันคือค่าที่หโลกได้มากที่สุดในตารางนี้ เพราะ**โดยธรรมชาติของระบบบัฟเฟอร์ pH ถูกออกแบบมาให้ไม่ขยับจนกว่าเกราะจะหมด**

กลไกในรอบวันเป็นดังนี้ กลางวันสาหร่ายและพืชดึง CO₂ ออกจากน้ำ ทำให้ pH ได้ขึ้น กลางคืนทุกชีวิตในบ่อหายใจและปล่อย CO₂ กลับเข้าไป CO₂ ละลายน้ำแล้วให้กรดคาร์บอนิก ทำให้ pH ไหลลง ถ้า KH อยู่ในเกณฑ์ การแกว่งนี้เป็นเพียงเศษส่วนของหนึ่งหน่วย แต่ถ้าบัฟเฟอร์ถูกกินจนหมด CO₂ ก่อนเดิมนั้นไม่มีอะไรมาต้าน pH จะดิ่งลงจนกลายเป็นภาวะ pH ตกฮวบ (pH crash)

ถ้ารอให้ pH เดือน แปลว่าสายแล้ว

pH เป็นค่าตาม (lagging indicator) ส่วน KH เป็นค่านำ (leading indicator) วันที่ pH เริ่มแกว่ง คือวันที่บัฟเฟอร์หมดไปแล้ว ไม่ใช่วันที่มันเริ่มลด ผู้เลี้ยงที่วัดแต่ pH จะเห็นตัวเลข 7.6 เท่าเดิมทุกสัปดาห์เป็นเดือน ๆ ในขณะที่ KH ไหลลงจาก 9 dKH เหลือ 3 dKH เจ็บ ๆ แล้ววันหนึ่งฝนก็ตก

5. KH – ค่าที่ควรอยู่บนสุดของรายการ

ค่าความกระด้างคาร์บอเนต (KH) หรือที่ฝั่งฟาร์มกุ้งและฟาร์มปลานิลเรียกว่าค่าความเป็นด่าง / อัลคาลินิตี คือความสามารถของน้ำในการรับกรดโดยที่ pH ไม่ขยับ มันคือ**บัฟเฟอร์** หรือตัวรับแรงกระแทกของค่า pH ทุกชุดทดสอบบนชั้นวางบ้านเรา ไม่ว่า Sera JBL หรือ API ล้วนพิมพ์ว่า KH/dKH ดังนั้นให้ยึดคำว่า KH เป็นหลักเวลาซื้อ

ทำไม KH ถึงลดลงตลอดเวลา

ผู้บริโภคมัฟเฟอร์รายใหญ่ที่สุดในบ่อคือกระบวนการย่อยแอมโมเนีย (ไนโตรฟิเคชัน) ตัวเลขที่ควรจำคือ การออกซิไดซ์ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย 1 มก./ล. กินอัลคาลินิตี้ไปราว 7 มก./ล. เมื่อวัดเป็น CaCO_3 หรือประมาณ 0.4 dKH

รายละเอียดที่คนส่วนใหญ่ไม่รู้และสำคัญมาก คือ กรดทั้งหมดนั้นมาจากชั้นแรกชั้นเดียว คือชั้นแอมโมเนียเปลี่ยนเป็นไนไตรท์ ส่วนชั้นไนไตรท์เปลี่ยนเป็นไนเตรทไม่กินอัลคาลินิตี้เลย

ผลที่ตามมาขัดกับสามัญสำนึก คือบ่อที่ปลาแน่น กรองดี ให้อาหารหนัก จะเผาบัฟเฟอร์เร็วกว่าบ่อที่ปล่อยปละละเลย เพราะกรองที่ทำงานเต็มประสิทธิภาพคือกรองที่ผลิตกรดเต็มประสิทธิภาพเช่นกัน

ตัวอย่างคิดเป็นตัวเลข

บ่อ 30 คิว ให้อาหารวันละ 1 กก. โปรตีน 35% ตามธรรมเนียมการเลี้ยงสัตว์น้ำ อาหารระดับนี้ปล่อยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียราว 30 กรัมต่อวัน เมื่อผ่านชั้นแรกของไนโตรฟิเคชันจะกินอัลคาลินิตี้ราว $30 \times 7.14 \approx 214$ กรัม เมื่อกระจายในน้ำ 30,000 ลิตร เท่ากับ 7.1 มก./ล. CaCO_3 หรือ ราว 0.4 dKH ต่อวัน ก่อนจะหักผลของน้ำใหม่ที่เติมเข้าไป ถ้าบ่อนี้เริ่มต้นที่ 8 dKH และไม่มี การเติมน้ำหรือเติมบัฟเฟอร์เลย มันจะลงมาแตะเขตอันตรายภายในราวสองสัปดาห์ ตัวเลขนี้เป็นค่าประมาณตามธรรมเนียมการเลี้ยง ไม่ใช่ค่าคงที่ของทุกบ่อ แต่ทิศทางถูกต้องเสมอ

สาเหตุอื่นที่ทำให้ KH ลด

- **ฝนกรด** — น้ำฝนแทบไม่มีแร่ธาตุ ฝนหนักหนึ่งครั้งเจือจาง KH ลงได้ภายในปายเดียว พร้อมกับพาอินทรีย์วัตถุจากรอบบ่อไหลลงมา นี่คือลำดับเหตุการณ์ที่พบบ่อยที่สุดในบ้านเรา คือฝนเจือจางบัฟเฟอร์ KH ตกลงกว่าเส้น คั่นถัดมา CO_2 ไม่มีอะไรให้ดัน แล้วเจ้าของบ่อมาพบเหตุตอนเช้า
- **น้ำต้นทางที่อัลคาลินิตี้ต่ำ** — น้ำประปาบางพื้นที่ และน้ำบาดาลบางแหล่ง ทุกครั้งที่เติมน้ำก็เท่ากับเจือจางบัฟเฟอร์ลงเรื่อย ๆ ต้องวัดน้ำต้นทางของตัวเอง อย่าเดา ดูที่หน้าการเปลี่ยนน้ำ
- **การรันระบบกรองใหม่** — ช่วงนี้กิน KH หนักที่สุด และในเมืองไทยมันเกิดได้ทุกเดือน ไม่ใช่โครงการประจำฤดูใบไม้ผลิ

แก้ความเข้าใจผิดที่แพร่หลาย

สูตรที่ได้ยินกันบ่อยว่า “โซดาไบคาร์บ 1 กรัมต่อน้ำ 100 ลิตร ยก KH ขึ้น 1 dKH” ผิด มันให้ผลจริงเพียงราว 0.33 dKH เท่านั้น ผู้เลี้ยงที่ทำตามสูตรนี้จะคิดว่าตัวเองแก้ปัญหาแล้ว ทั้งที่บัพเฟอร์ยังต่ำอยู่

ที่มาของตัวเลขที่ถูกต้อง: 1 dKH เท่ากับ 17.848 มก./ล. เมื่อวัดเป็น CaCO_3 และโซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3) ให้ค่าความเป็นด่างหนึ่งสมมูลต่อหนึ่งโมล ดังนั้นการยก KH ขึ้น 1 dKH ต้องใช้ NaHCO_3 29.96 มก./ล. หรือราว 30 มก./ล.

- 3 กรัม ต่อน้ำ 100 ลิตร = ยก KH ขึ้นราว 1 dKH
- 30 กรัม ต่อน้ำ 1 คิว (1,000 ลิตร) = ยก KH ขึ้นราว 1 dKH
- บ่อ 30 คิว ต้องใช้ราว 900 กรัม เพื่อยกทั้งบ่อขึ้น 1 dKH

ข้อควรระวังตามธรรมเนียมการเลี้ยง: **ไม่ควรยกเกินราว 1-2 dKH ต่อวัน** ละลายในถังน้ำก่อนแล้วค่อย ๆ เทลงจุดที่น้ำไหลแรง ไม่ใช่โปรยผกลงบ่อ ตัวเลขทั้งหมดนี้เป็นแนวปฏิบัติทั่วไปในการเลี้ยงปลาคาร์ฟ **ไม่ใช่ใบสั่งยา** ทุกบ่อมีปริมาตรจริง ปริมาณปลา และคุณภาพน้ำต้นทางต่างกัน ผู้เลี้ยงต้องวัดจากบ่อของตัวเองแล้วปรับตาม ดูหน้าค่า KH เต็ม ๆ

6. GH – ค่าที่ช็อกคล้ายกันแต่คนละหน้าที่

ภาษาไทยเรียกทั้ง KH และ GH ว่า “ความกระด้าง” เหมือนกัน ซึ่งเป็นต้นเหตุของความสับสนที่พบมากที่สุดในคำแนะนำเรื่องบ่อ ให้จำประโยคเดี๋ยวนี้นี้ไว้

KH กันไม่ให้ pH แกว่ง / GH ไม่ได้กันอะไรเลย — คนละค่า คนละหน้าที่

KH คือค่าความกระด้างคาร์บอเนต หรือค่าความเป็นด่าง/อัลคาลินิตี้ วัดความสามารถในการรับกรด GH คือความกระด้างทั้งหมด วัดปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียม ซึ่งปลาต้องใช้ในการควบคุมสมดุลเกลือแร่ แต่มันไม่ได้ทำหน้าที่บัพเฟอร์แม้แต่น้อย

ข้อควรทราบเกี่ยวกับระบบ H2Koi: **ระบบไม่รายงานค่า GH เลย** และค่า KH ที่แสดงเป็นค่าที่คำนวณ **ไม่ใช่การไทเทรต**

7. ออกซิเจนละลายน้ำ

พืชน้ำที่น้ำอุ่นออกซิเจนได้ถูกกำหนดโดยอุณหภูมิ ราว 9 มก./ล. ที่ 20 °C ลดเหลือราว 7.5 มก./ล. ที่ 30 °C และราว 7.0 มก./ล. ที่ 35 °C ในขณะที่ความต้องการของปลา ของจุลินทรีย์ในกรอง และของสาหร่าย เพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิเช่นกัน ในบ่อไทยที่น้ำอุ่นตลอดปี ระยะห่างระหว่าง “มีอยู่” กับ “ต้องการ” จึงแคบตลอดปี

ตัวเลขที่ใช้ตัดสินใจมีตัวเดียว คือ ค่าต่ำสุดก่อนฟ้าสางต้องไม่ต่ำกว่า 6 มก./ล. ไม่ใช่ค่าที่วัดได้ตอนบ่าย เพราะบ่ายคือช่วงที่ค่าดีที่สุดของวันเสมอ กลไกทั้งหมดอยู่ที่หน้าออกซิเจนละลายน้ำ พร้อมเรื่องการเติมอากาศที่ต้องรอดจากไฟดับตอนพายุ

8. แอมโมเนีย – ทำไมตัวเลขเดี่ยว ๆ แทบไม่มีความหมาย

ชุดทดสอบทั่วไปวัดแอมโมเนียรวม (TAN) ซึ่งเป็นผลรวมของสองรูป คือ NH_4^+ (แอมโมเนียม ค่อนข้างไม่มีพิษ) กับ NH_3 (แอมโมเนียอิสระ พิษสูง) สัดส่วนระหว่างสองรูปนี้ถูกกำหนดโดย pH และอุณหภูมิ ยิ่ง pH สูง ยิ่งร้อน สัดส่วนพิษยิ่งมาก ตารางข้างล่างคือสัดส่วนของ NH_3 เป็นเปอร์เซ็นต์ของแอมโมเนียรวม คำนวณจากค่าคงที่การแตกตัวมาตรฐาน ในน้ำจืด

PH	25 °C	30 °C	35 °C
7.0	0.6%	0.8%	1.1%
7.5	1.8%	2.5%	3.4%
8.0	5.4%	7.4%	10.1%
8.5	15.2%	20.3%	26.2%

วิธีใช้ตาราง สมมติชุดทดสอบอ่านแอมโมเนียรวมได้ 0.5 มก./ล. ในบ่อที่ pH 8.0 อุณหภูมิ 30 °C สัดส่วนพิษคือ 7.4% ดังนั้น $\text{NH}_3 = 0.5 \times 0.074 \approx 0.037$ มก./ล. ซึ่งเกินระดับที่ถือกันว่าเริ่มเป็นอันตรายเรื้อรัง (ราว 0.02 มก./ล.) ไปเกือบสองเท่า เอาค่าเดียวกันนี้ไปไว้ในบ่อที่ pH 7.0 อุณหภูมิ 25 °C สัดส่วนพิษเหลือ 0.6% ได้ NH_3 เพียง 0.003 มก./ล. ซึ่งไม่ใช่ปัญหา ตัวเลขแอมโมเนียรวมเท่ากันเป๊ะ แต่ความเป็นพิษต่างกันกว่าสิบเท่า นี่คือเหตุผลที่คุณมือใหม่ให้แค่ตัวเลข TAN ตัวเดียวโดยไม่พูดถึง pH กับอุณหภูมิ ให้ข้อมูลที่ไม่พอตัดสินใจ ดูรายละเอียดที่หน้าแอมโมเนียกับไนไตรท์

สิ่งที่ตารางนี้บอกอีกอย่างคือผลข้างเคียงของการยก pH ถ้าบ่อมีแอมโมเนียอยู่แล้วและผู้เลี้ยงรีบเติมสารยก pH ขึ้นเร็ว ๆ จะเท่ากับเพิ่มความเป็นพิษของแอมโมเนียที่มีอยู่ทันที นี่คือเหตุผลว่าทำไมการปรับค่าจึงต้องช้าเสมอ

9. ไนไตรท์ และ ไนเตรท

ไนไตรท์ เป็นค่าที่ควรเป็นศูนย์ตลอดเวลา ความเป็นพิษของมันต่างจากแอมโมเนีย มันเข้าสู่กระแสเลือดผ่านเหงือกแล้วเปลี่ยนฮีโมโกลบินให้กลายเป็นรูปที่ขนออกซิเจนไม่ได้ ผลคือปลาแสดงอาการขาดอากาศในน้ำที่วัดออกซิเจนแล้วปกติทุกอย่าง ถ้าเห็นปลาหอบและ DO ปกติ ให้ตรวจไนไตรท์ทันที เกลือในบ่อช่วยลดพิษไนไตรท์ได้ เพราะคลอไรด์แข่งกับไนไตรท์ในการเข้าเหงือก ดูหน้าเกลื่อ

ไนเตรท คือปลายทางของกระบวนการ พิษต่ำกว่ามาก แต่เป็นตัวชี้วัดที่ดีสองอย่าง คือบอกว่าการเปลี่ยนน้ำเพียงพอหรือไม่ และเป็นปัญห้าน้ำให้สาหร่าย ในบ่อไทยที่แดดแรงตลอดปี ไนเตรทสูงบวกแดดแรงคือสูตรของบลูมสาหร่าย และบลูมที่ล่มลงพร้อมกันในวันฟ้าปิดคือเหตุการณ์ที่ดึงออกซิเจนลงได้ทั้งบ่อ

10. ORP ค่าการนำไฟฟ้า และความขุ่น

สามค่านี้ไม่ค่อยมีในคู่มือระดับผู้เริ่มต้น แต่มีประโยชน์มากเมื่ออ่านเป็นแนวโน้ม ไม่ใช่ตัวเลขสมบูรณ์

- **ORP** สะท้อนภาระอินทรีย์รวมของบ่อ ค่าที่ไหลลงช้า ๆ ตลอดสองสัปดาห์มักหมายถึงมีของเสียสะสมมากขึ้นหรือกรองเริ่มตามไม่ทัน ตัวเลขสัมบูรณ์เทียบข้ามบ่อไม่ได้ เพราะขึ้นกับอุปกรณ์และสภาพน้ำ แต่เทียบกับตัวเองได้ดี ในระบบ H2Koi ช่องนี้เป็นช่องเสริมที่เลือกติดตั้งได้ ไม่ได้มาเป็นมาตรฐาน
- **ค่าการนำไฟฟ้า** บอกปริมาณไอออนรวม ใช้ติดตามเกลือที่ใส่ไว้ และใช้จับความผิดปกติของน้ำต้นทางได้ดี น้ำบาดาลบางแหล่งในบ้านเราค่านี้นิ่งมากหรือกร่อย ซึ่งเป็นข้อมูลที่ควรรู้ก่อนเติมลงบ่อ
- **ความขุ่น** ใช้จับสองอย่าง คือกรองเชิงกลเริ่มไม่ไหว และสาหร่ายเริ่มบลูม ในฤดูฝนค่านี้จะกระโดดหลังฝนตกจากน้ำไหลป่า ซึ่งเป็นสัญญาณให้ไปตรวจ KH ต่อทันที

11. ช่องเสริมสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

ไม่มีวิธีวัดระดับผู้เลี้ยงวิธีไหนบอกได้ว่าน้ำเขียวในบ่อเป็นสาหร่ายเขียวธรรมดาหรือเป็นไซยาโนแบคทีเรีย ทั้งที่สองกลุ่มนี้มีพฤติกรรมต่างกันมาก ช่องเสริม (ไม่บังคับ) ของ H2Koi อ่านการเรืองแสงของไฟโคไซยานิน ซึ่งเป็นรงควัตถุเฉพาะของไซยาโนแบคทีเรีย จึงเห็นได้ว่ากลุ่มนี้กำลังเพิ่มขึ้นหรือลดลง

ข้อจำกัดต้องพูดให้ชัดและพูดครั้งเดียว มันรายงานแนวโน้ม ไม่ใช่จำนวนเซลล์ และไม่ได้วัดสารพิษ จึงเป็นแถวที่ควรอ่านเป็นเส้นกราฟเท่านั้น ไม่มีเลขเป้าหมาย

12. หลักที่ผูกทุกอย่างเข้าด้วยกัน: ค่านี้สำคัญกว่าค่าเป๊ะ

ความเข้าใจข้อนี้ที่หมุนเวียนอยู่ในวงการปลาคาร์ฟไทยมานานถูกต้องทั้งหมด ปลาคาร์ฟอยู่ได้สบายที่ pH 7.2 หรือ 7.8 ทรายใดที่ค่ามันนิ่ง แต่ทนการเหวี่ยงจาก 8.2 ลง 6.8 ในคืนเดียวไม่ได้ ปลาที่อยู่ในน้ำอุณหภูมิ 29 °C คงที่แข็งแรงกว่าปลาที่เจอ 26 ถึง 33 °C สลับไปมาทุกวัน

สิ่งที่ตารางทั้งหมดในหน้านี้เพิ่มเข้าไปในหลักข้อนี้คือคำอธิบายว่า “นิ่ง” เกิดขึ้นได้อย่างไรในเชิงกลไก ความนิ่งของ pH ไม่ได้มาจากโซด มันมาจาก KH ที่ยังเหลือพอ ความนิ่งของออกซิเจนไม่ได้มาจากบ่อสวย มันมาจากการเติมอากาศที่ไม่หยุดตอนกลางคืน ความนิ่งของอุณหภูมิมาจากความลึกและร่มเงา

และในเมืองไทยมีข้อเท็จจริงเชิงโครงสร้างข้อหนึ่งที่ต้องยอมรับ คือ การให้อาหารไม่เคยหยุด ดังนั้นกระบวนการย่อยแอมโมเนียไม่เคยหยุด ดังนั้นการกิน KH ไม่เคยหยุด ไม่มีฤดูไหนที่บัพเฟอร์เติมตัวเองกลับมา และไม่มีเดือนไหนที่ผู้เลี้ยงหยุดตรวจได้

จังหวะการตรวจที่ใช้ได้ตลอดปี

- **ทุกสัปดาห์ในบ่อที่ให้อาหารหนัก** — KH, pH, อุณหภูมิ และ DO ตอนเช้ามีด
- **เพิ่มอีกหนึ่งรอบหลังฝนตกหนักทุกครั้ง** — KH ก่อน แล้วเฝ้า pH ในเช้าถัดไป
- **ทุกวันระหว่างรันระบบกรองใหม่** — แอมโมเนียรวม ไนไตรท์ pH และ KH
- **ทุกครั้งที่เติมน้ำ** — วัดน้ำต้นทางด้วย โดยเฉพาะบ่อที่ใช้น้ำบาดาล
- **ทุกเดือน** — ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์วัดที่ใช้ประจำ น้ำยาบัพเฟอร์ และวันหมดอายุของน้ำยาชุดทดสอบ

คำถามที่พบบ่อย

ค่าไหนควรวัดก่อนถ้าซื้อชุดทดสอบได้ชุดเดียว

ซื้อชุดวัด KH หรือค่าความกระด้างคาร์บอเนตก่อน เพราะ KH เป็นค่านำ ส่วน pH เป็นค่าตาม ระบบบัฟเฟอร์ทำให้ pH ไม่ขยับจนกว่าเกราะจะหมด ผู้เลี้ยงที่วัดแต่ pH จะเห็นตัวเลข 7.6 เท่าเดิมทุกสัปดาห์เป็นเดือน ๆ ในขณะที่ KH กำลังไหลลงจาก 9 dKH เหลือ 3 dKH เจียบ ๆ แล้ววันหนึ่งฝนก็ตกและ pH ก็ดิ่ง ช่วงที่ต้องการคือ 6-10 dKH หรือประมาณ 105-180 มก./ล. CaCO_3 ต่ำกว่า 5 dKH เริ่มไม่เสถียร ต่ำกว่า 3 dKH คือขั้นวิกฤต

เติมโซดาไบคาร์บอเนตเท่าไรถึงจะยก KH ขึ้น 1 dKH

ราว 30 กรัมต่อน้ำ 1 คิว หรือ 3 กรัมต่อ 100 ลิตร สูตรที่บอกต่อกันมาว่า 1 กรัมต่อ 100 ลิตรนั้นผิด มันให้ผลจริงเพียงราวหนึ่งในสามเท่านั้น ที่มาคือ 1 dKH เท่ากับ 17.848 มก./ล. เมื่อวัดเป็น CaCO_3 และโซเดียมไบคาร์บอเนตให้ค่าความเป็นด่างหนึ่งสมมูลต่อโมล จึงต้องใช้ราว 30 มก./ล. ตามธรรมเนียมการเลี้ยงไม่ควรยกเกิน 1-2 dKH ต่อวัน ให้ละลายในถังน้ำก่อนแล้วค่อย ๆ เทลงจุดที่น้ำไหลแรง ตัวเลขเหล่านี้เป็นแนวปฏิบัติทั่วไป ไม่ใช่ใบสั่งยา ต้องวัดจากบ่อของตัวเองประกอบเสมอ

ชุดทดสอบอ่านแอมโมเนียได้ 0.5 มก./ล. อันตรายไหม

ตอบไม่ได้ถ้าไม่รู้ pH และอุณหภูมิ เพราะชุดทดสอบวัดแอมโมเนียรวม ซึ่งเป็นผลรวมของ NH_4 ที่ค่อนข้างไม่มีพิษกับ NH_3 ที่เป็นพิษ สัดส่วนถูกกำหนดโดย pH และอุณหภูมิ ที่ pH 8.0 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สัดส่วน NH_3 คือราว 7.4% แปลว่าได้ NH_3 ราว 0.037 มก./ล. ซึ่งเกินระดับที่ถือกันว่าเริ่มอันตรายเรื้อรัง (ราว 0.02) ไปเกือบสองเท่า แต่ค่าเดียวกันนี้ในบ่อ pH 7.0 อุณหภูมิ 25 องศา ให้ NH_3 เพียง 0.003 มก./ล. ซึ่งไม่ใช่ปัญหา ตัวเลขรวมเท่ากันแต่พิษต่างกันกว่าสิบเท่า

บ่อผมปลาแน่นและกรองดีมาก ทำไม KH ถึงตกเร็วกว่าบ่อเพื่อนที่ปล่อยปลาละเลย

เพราะกรองที่ทำงานเต็มประสิทธิภาพคือกรองที่ผลิตกรดเต็มประสิทธิภาพเช่นกัน การออกซิไดซ์ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย 1 มก./ล. กินอัลคาลินิตีราว 7 มก./ล. เมื่อวัดเป็น CaCO_3 หรือประมาณ 0.4 dKH และกรดทั้งหมดนั้นมาจากชั้นแรกชั้นเดียว คือชั้นแอมโมเนียเปลี่ยนเป็นไนไตรท์ ส่วนชั้นไนไตรท์เปลี่ยนเป็นไนเตรทไม่กินอัลคาลินิตีเลย ดังนั้นบ่อที่ให้อาหารหนักและมีจุลินทรีย์ในกรองทำงานเต็มที่จะเผาบัฟเฟอร์เร็วกว่า นี่ขัดกับสามัญสำนึกแต่เป็นเคมีตรงไปตรงมา

ต้องเปลี่ยนตารางตรวจค่าน้ำตามฤดูกาลไหม

ต้องเพิ่ม ไม่ใช่ต้องหยุด คู่มือจากประเทศหนาวจะบอกให้หยุดให้อาหารหน้าหนาวและกลับมาเริ่มใหม่ในฤดูใบไม้ผลิ ซึ่งไม่มีอยู่จริงในเมืองไทย ที่นี้การให้อาหารไม่เคยหยุด กระบวนการย่อยแอมโมเนียจึงไม่เคยหยุด และการกิน KH ก็ไม่เคยหยุดตามไปด้วย ไม่มีเดือนไหนที่บัฟเฟอร์เติมตัวเองกลับมา ให้ใช้จังหวะคงที่ตลอดปี คือทุกสัปดาห์สำหรับบ่อที่ให้อาหารหนัก แล้วเพิ่มอีกหนึ่งรอบหลังฝนตกหนักทุกครั้ง เพราะฝนเจือจาง KH ได้ภายในบ่ายเดียว

ทำไมค่า pH ในบ่อถึงต่างกันระหว่างเช้ากับบ่าย ผิดปกติหรือเปล่า

เป็นเรื่องปกติและเป็นกลไกพื้นฐานของบ่อทุกบ่อ กลางวันสาหร่ายและพืชดั่งคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากน้ำ pH จึงได้ขึ้น กลางคืนทุกชีวิตหายใจและปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์กลับเข้าไป ซึ่งให้กรดคาร์บอนิก pH จึงไหลลง และต่ำสุดราวตีสี่ถึงหกโมงเช้า ถ้า KH อยู่ในเกณฑ์ 6-10 dKH การแกว่งนี้จะเป็นเพียงเศษส่วนของหนึ่งหน่วย และไม่ใช่ว่ามีปัญหา แต่ถ้าการแกว่งกว้างเกินราว 0.4-0.5 หน่วยในรอบวัน นั่นคือสัญญาณว่าบัฟเฟอร์กำลังหมด ไม่ใช่สัญญาณว่า pH มีปัญหาโดยตัวมันเอง

ระบบวัดต่อเนื่องรายงานค่า GH ด้วยไหม

ไม่ ระบบไม่รายงานค่า GH เลย และควรจำไว้ว่าค่า KH ที่ระบบแสดงเป็นค่าที่คำนวณจากค่าที่วัดได้ ไม่ใช่การไทเทรต ประเด็นที่สำคัญกว่าคืออย่าสับสนสองค่านี้ ภาษาไทยเรียกทั้งคู่ว่าความกระด้าง แต่ KH คือค่าความกระด้างคาร์บอเนตหรืออัลคาลินิตี ซึ่งกันไม่ให้ pH แกว่ง ส่วน GH คือความกระด้างทั้งหมดจากแคลเซียมและแมกนีเซียม ซึ่งไม่ได้กันอะไรเลย คนละค่า คนละหน้าที่



วัดคุณภาพน้ำบ่อปลาкарฟ: แยกจุ่ม ชุดหยด ปากกา วัด โฟโตมิเตอร์ และโพรบต่อเนื่อง อะไรอ่านอะไรได้จริง

คำถามที่ผู้เลี้ยงมักถามคือ “เครื่องไหนแม่นยำที่สุด” แต่คำถามที่ให้คำตอบที่ใช้ได้จริงมีสองข้อ คือ เครื่องนี้ **อ่านค่าอะไรได้บ้าง** และ **มันอ่านตอนไหน** เพราะในบ่อเขตร้อนที่ค่าน้ำเคลื่อนตัวทุกชั่วโมง เครื่องที่แม่นยำแต่ถูกใช้เดือนละครั้งตอนบ่าย ให้ข้อมูลน้อยกว่าเครื่องที่หยาบกว่าแต่อ่านทุกสิบนาที่ตลอดคืน หน้านี้เทียบทั้งห้าวิธีอย่างตรงไปตรงมา รวมทั้งข้อจำกัดของแต่ละแบบที่คนขายไม่ค่อยพูดถึง

สรุปสั้น

- **แยกจุ่ม** ใช้คัดกรองหยาบ ๆ ได้ แต่ความชื้นและความร้อนแบบบ้านเราทำให้เสื่อมเร็วมาก และมันหยาบเกินไปสำหรับการตัดสินใจเรื่อง KH
- **ชุดหยดแบบไทเทรต** เป็นวิธีเดียวในระดับผู้เลี้ยงที่ไทเทรตค่า KH ได้จริง ละเอียดถึง 1 dKH ต่อหยด และราคาต่อการทดสอบถูก
- **ปากกาวัด** สะดวกแต่ต้องคาลิเบรตจริงจัง และปากกา pH ต้องเก็บในน้ำยา KCl ห้ามเก็บแห้งหรือแช่น้ำ RO — ความผิดพลาดข้อนี้ฆ่าปากกาในเมืองไทยไปนับไม่ถ้วน
- **โฟโตมิเตอร์** อ่านแอมโมเนีย ในไทรท์ ไนเตรท ฟอสเฟตได้ละเอียดกว่าตาเปล่ามาก แต่ยังเป็นการวัดครั้งเดียว ณ เวลาหนึ่ง และสีของน้ำเขียวรบกวนผลได้
- **โพรบต่อเนื่อง** ตอบคำถามที่วิธีอื่นตอบไม่ได้เลย คือ “ค่าต่ำสุดตอนตีห้าเป็นเท่าไร” แลกกับการต้องคาลิเบรตและการจัดการคราบตะไคร่
- ทุกวิธีมีค่าที่มันอ่านไม่ได้ และผู้เลี้ยงควรรู้ว่ามันคืออะไร ตัวอย่างที่ชัดที่สุดคือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ซึ่งไม่มีวิธีระดับผู้เลี้ยงวิธีไหนอ่านได้เลย
- หน่วยหลักในหน้านี้คือ มก./ล. (mg/L) และ 1 มก./ล. = 1 ppm ตรงตัว

1. ก่อนเลือกเครื่อง: ค่าน้ำไม่ได้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากัน

เหตุผลที่ต้องคิดเรื่อง “วัดตอนไหน” ก่อน “วัดด้วยอะไร” คือค่าน้ำแต่ละตัวมีความเร็วต่างกันมาก บางค่าเปลี่ยนภายในนาที่ บางค่าเปลี่ยนในหน่วยสัปดาห์

ค่า	ความเร็วในการเปลี่ยน	การวัดครั้งเดียวต่อสัปดาห์เพียงพอไหม
ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	นาที่ถึงชั่วโมง มีรอบวันชัดเจน	ไม่ ต้องรู้ค่าต่ำสุดก่อนฟาสาง
pH	ชั่วโมง มีรอบวันชัดเจน	ไม่ ถ้าวัดตอนบ่ายจะเห็นแต่ยอดคลื่น
อุณหภูมิ	ชั่วโมง	ไม่ ควรมีบันทึกต่อเนื่อง

ค่า	ความเร็วในการเปลี่ยน	การวัดครั้งเดียวต่อสัปดาห์เพียงพอไหม
แอมโมเนีย	ชั่วโมงถึงวัน เกิดพุ่งได้เร็วเมื่อกรองสะอาด	พอได้ในบ่อที่นิ่ง ไม่พอในบ่อที่เพิ่งเปลี่ยนอะไร
ไนไตรท์	วัน	พอได้ ยกเว้นช่วงรันระบบ
KH	วันถึงสัปดาห์ตามปกติ แต่เจือจางได้ภายในบ่ายเดียวเมื่อฝนตกหนัก	พอได้ ถ้าเพิ่มการวัดหลังฝนทุกครั้ง
ไนเตรท	สัปดาห์	เพียงพอ
ความเค็ม	สัปดาห์ แต่เข้มข้นขึ้นเองจากการระเหยในฤดูร้อน	เพียงพอ

สังเกตว่าค่าที่มาปลาเร็วที่สุดคือค่าที่เคลื่อนที่เร็วที่สุด และเป็นค่าที่การวัดด้วยมือจับได้ยากที่สุด นี่คือช่องว่างที่แท้จริงของการวัดแบบทั่วไป ไม่ใช่เรื่องความแม่นยำของอุปกรณ์

2. เปรียบทั้งห้าวิธีในตารางเดียว

วิธี	อ่านได้จริง	อ่านไม่ได้	ความละเอียดโดยทั่วไป	จุดอ่อนในสภาพอากาศไทย
แถบจุ่ม	pH, KH, GH, ไนไตรท์, ไนเตรท แบบคร่าว ๆ	DO, แอมโมเนีย, อิสระ, ORP, ความขุ่น, สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน	หยาบ เช่น KH อ่านได้เป็นขั้น ๆ ที่ 0/3/6/10/15 dKH	ความชื้นทำให้แผ่นเสื่อมทันทีที่เปิด กระปุก ต้องปิดฝาแน่น และเก็บกับช่องกันชื้น
ชุดหยด / ไทเทรต	KH (แม่นยำ), pH, แอมโมเนียรวม, ไนไตรท์, ไนเตรท, GH	DO (ยกเว้นชุดวินเคลอร์ซึ่งยุ่งยาก), ORP, ความขุ่น, สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน	KH ละเอียดถึง 1 dKH ต่อหยด อ่านค่าอื่นตามระดับสี	น้ำยาเสื่อมเร็วเมื่อเก็บในที่ร้อน อย่าวางในโรงเก็บของหลังบ้าน ตรวจวันหมดอายุทุกครั้ง
ปากกาวัดมือถือ	pH, อุณหภูมิ, ค่าการนำไฟฟ้า/TDS, และรุ่นเฉพาะทางวัด DO ได้	แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท KH สำหรับสีเขียวแกมน้ำเงิน	ละเอียด 0.01 pH หรือ 0.1 มก./ล. DO — แต่ความละเอียดไม่เท่ากับความถูกต้อง	ความร้อนเร่งการดริฟต์ หัววัด pH แห้งตายเร็ว ถ้าเก็บผิด
โฟโตมิเตอร์ / คัลเลอริมิเตอร์	แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต และอื่น ๆ ตามน้ำยา	DO ต่อเนื่อง, KH โดยตรง, สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน	ละเอียดกว่าการเทียบสีด้วยตามาก ตัดปัญหาแสงและสายตาออกไป	น้ำเชื้อจัดหรือน้ำสีชาจากใบไม้รบกวนการอ่าน ต้องกรองตัวอย่างก่อน
โพรบต่อเนื่อง (sonde)	อุณหภูมิ, pH, DO ทั้ง มก./ล. และ %, ค่าการนำไฟฟ้า, ความขุ่น, แอมโมเนียม (NH ₄), ไนเตรท (NO ₃) โดยตรง แล้วคำนวณต่อเป็น KH, NH ₃ , ไนไตรท์, ความเค็ม, TDS โดยมี ORP เป็นช่องเสริมที่เลือกติดได้	ไม่รายงาน GH เลย, ไม่ตรวจโรคหรือปรสิต	ละเอียดพอที่จะเห็นรอบวันของ DO และ pH ทั้งเส้น ไม่ใช่แค่จุดเดียว	คราบตะไคร่และไบโอฟิล์มเกาะเร็วมากในน้ำอุ่น จำเป็นต้องมีใบขัดทำความสะอาดหน้าเซ็นเซอร์

3. แถบจุ่ม: ใช้ให้ถูกงาน

แถบจุ่มมีประโยชน์จริงในงานเดียว คือคัดกรองเร็ว ๆ ว่ามีอะไรผิดปกติแบบเห็นได้ชัดหรือไม่ ปัญหาคือผู้เลี้ยงจำนวนมากใช้มันตัดสินใจเรื่อง KH ซึ่งเป็นค่าที่ต้องการความละเอียดมากกว่าที่แถบจะให้ได้ ระยะห่างระหว่าง 5 dKH กับ 8 dKH คือความต่างระหว่างบ่อที่กำลังจะมีปัญหากับบ่อที่ปลอดภัย แต่นั่นแถบจุ่มทั้งสองค่าอาจดูเหมือนกัน

- อ่านสีภายในเวลาที่ฉลากกำหนดเป๊ะ ๆ เข้าไปสับรีนาที่ค่าเปลี่ยน
- อ่านใต้แสงธรรมชาติ ไม่ใช่ใต้หลอด LED สีเย็นหรือไฟวอร์ม เพราะแผ่นเทียบสีถูกออกแบบมาสำหรับแสงกลางวัน
- ปิดฝากระปุกทันทีและอย่าเอานิ้วเปียกจับ ในความชื้นบ้านเรากระปุกที่ปิดไม่สนิทเสื่อมได้ภายในไม่กี่สัปดาห์
- อย่าใช้แถบจุ่มวัดแอมโมเนียแล้วเชื่อผลลบ ถ้าปลาแสดงอาการ ให้ยืนยันด้วยวิธีอื่นเสมอ

4. ขุดหยด: การไทเทรตที่ผู้เลี้ยงทำเองได้ที่ริมบ่อ

สำหรับค่าความกระด้างคาร์บอเนต (KH) หรือที่ฝั่งฟาร์มกุ้งฟาร์มปลานิลเรียกว่าค่าความเป็นด่างหรืออัลคาลินิตี้ ขุดไทเทรตแบบหยดคือวิธีที่ผู้เลี้ยงใช้ไทเทรตค่านี้ได้เองที่ริมบ่อ หลักการตรงไปตรงมา หยดน้ำยาที่ละลายจนสีเปลี่ยน นับจำนวนหยดแต่ละหยดคือ 1 dKH โดยทั่วไป มันเป็นการวัดปริมาณจริง ไม่ใช่การเทียบสี จึงตีความผิดพลาด

ข้อควรระวังที่พบบ่อยในบ้านเรา

- **น้ำยาเสื่อมเพราะความร้อน** — เก็บในบ้านที่มีแอร์หรืออย่างน้อยในที่ร่มเย็น ไม่ใช่ในตู้ข้างบ่อที่โดนแดดบាយ ขุดที่เสื่อมจะทำให้ค่าต่ำกว่าความจริง ซึ่งอันตรายเพราะทำให้ผู้เลี้ยงเติมโซดาไบคาร์บอเนตมากเกินไป
- **ตัวอย่างต้องเป็นน้ำบ่อจริง** — ล้างหลอดด้วยน้ำบ่อสองครั้งก่อนเก็บตัวอย่างจริง อย่าล้างด้วยน้ำประปา
- **ขุดวัดแอมโมเนียมีสองแบบ** — แบบเนสเลอร์ (สีเหลืองถึงส้ม) กับแบบซาลิไซเลต (สีเขียว) ทั้งสองวัดแอมโมเนียรวม ไม่ใช่แอมโมเนียอิสระ ต้องนำค่าไปคิดร่วมกับ pH และอุณหภูมิเสมอ ดูหน้าแอมโมเนียกับไนโตรเจน
- **ขุดวัด pH หลายรุ่นเพดานอยู่ที่ 7.6** — ถ้าบ่ออ่านได้ 7.6 ตลอดเวลา อาจแปลว่าค่าจริงสูงกว่านั้นแต่ขุดอ่านไม่ถึง ต้องใช้ขุดช่วงสูง

GH กับ KH ไม่ใช่ค่าเดียวกัน และภาษาไทยเรียกเหมือนกันจนสับสน

ขุดทดสอบบนชั้นวางบ้านเราจะมีสองขวดที่ทั้งคู่แปลว่า “ความกระด้าง” KH คือค่าความกระด้างคาร์บอเนต หรือค่าความเป็นด่าง/อัลคาลินิตี้ มันคือบัฟเฟอร์ ตัวกันไม่ให้ pH แกว่ง ส่วน GH คือความกระด้างทั้งหมด (แคลเซียมและแมกนีเซียม) มันไม่ได้กันอะไรเลย คนละค่า คนละหน้าที่ ถ้าซื้อผิดขวดแล้วเอามาตัดสินใจ จะเข้าใจผิดหมดทั้งกระบวนการ ตรวจฉลากว่าเป็น KH/dKH ทุกครั้ง

5. ปากกาวัดมือถือ: สะดวก แต่ต้องมีวินัย

ปากกาวัด pH

ปากกา pH เป็นเครื่องมือที่ดีถ้าดูแลถูก และเป็นเครื่องมือที่หลอกหลวงถ้าดูแลผิด เพราะมันแสดงตัวเลขทศนิยมสองตำแหน่งอย่างมั่นใจต่อไปเรื่อย ๆ แม้หัววัดจะตายไปแล้ว

- **คาลิเบรตสองจุดเสมอ** ด้วยน้ำยาบัฟเฟอร์ pH 7.00 และ 4.00 (หรือ 7.00 กับ 10.01 ถ้าบ่อเป็นด่าง) การคาลิเบรตจุดเดียวบอกได้แค่ตำแหน่ง ไม่ได้บอกความชัน

- **ความถี่** — ในน้ำอุ่นบ้านเราควรค่าลิเบอร์ตทุก 2-4 สัปดาห์เป็นอย่างน้อย และก่อนการวัดสำคัญทุกครั้ง
- **การเก็บ** — เก็บหัววัดในน้ำยาเก็บรักษาหรือสารละลาย KCl ห้ามเก็บแห้ง และห้ามแช่น้ำ RO หรือน้ำกลั่น เพราะน้ำบริสุทธิ์จะดึงไอออนออกจากรอยต่ออ้างอิงจนหัววัดเสีย นี่คือการผิดพลาดอันดับหนึ่งที่ทำให้ปากกาที่ซื้อมาแพงพังภายในไม่กี่เดือน
- **อุณหภูมิ** — ให้ใช้รุ่นที่ชดเชยอุณหภูมิอัตโนมัติ (ATC) เพราะน้ำในบ้านเราอาจต่างจากน้ำยาบัฟเฟอร์ในห้องแล็บหลายองศา

ปากกาวัดค่าการนำไฟฟ้าและ TDS

ปากกาชนิดนี้วัดค่าการนำไฟฟ้า แล้วแปลงเป็นตัวเลข TDS ด้วยตัวคุณที่ผู้ผลิตตั้งมา ประเด็นสำคัญคือมันไม่ได้วัดเกลือโดยตรง ตัวคุณต่างยี่ห้อไม่เท่ากัน (0.5, 0.65, 0.7) ดังนั้นถ้าใช้ปากกา TDS มาคำนวณปริมาณเกลือในบ่อ อาจคลาดเคลื่อนได้หลายสิบเปอร์เซ็นต์ ให้ใช้ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu\text{S}/\text{cm}$) เป็นตัวหลัก แล้วยึดปริมาณเกลือที่ซึ่งใส่จริงต่อคิวเป็นการคำนวณอ้างอิง

เครื่องวัด DO แบบมือถือ

นี่คือหมวดที่แพงที่สุดและเป็นหมวดที่ร้านค้าปลາคาร์ส่วนใหญ่ไม่มีขาย มีสองเทคโนโลยีหลัก

- **แบบเยื่อ (galvanic/polarographic)** — ราคาถูกกว่า แต่ต้องเปลี่ยนเยื่อและน้ำยาอิเล็กโทรไลต์เป็นระยะ และต้องมีการไหลของน้ำผ่านหัววัดขณะอ่าน ถ้าจุ่มนิ่ง ๆ ค่าจะต่ำกว่าความจริง
- **แบบออปติคัล (luminescent)** — ไม่ต้องมีการไหล ทรูปต์น้อยกว่า ดูแลง่ายกว่า แต่ต้องเปลี่ยนแคปเซนเซอร์ตามอายุ

ไม่ว่าจะแบบไหน ค่าเดือนเดิมยังใช้ได้ คือถ้าเอาไปวัดตอนบ่าย ตัวเลขจะสวยเสมอ ประโยชน์จริงเกิดเมื่อวัดตอนตีห้าที่จุดไกลน้ำตกที่สุด ดูเหตุผลเต็ม ๆ ที่หน้า [ออกซิเจนละลายน้ำ](#)

6. โฟโตมิเตอร์: ตัดสายตาออกจากสมการ

โฟโตมิเตอร์ทำสิ่งเดียวกับชุดหยด คือทำปฏิกิริยาให้เกิดสี แต่แทนที่จะให้คนเทียบสีกับแผ่นกระดาด มันวัดการดูดกลืนแสงด้วยเซลล์วัด ผลคือค่าตัวเลขที่ละเอียดและทำซ้ำได้ ซึ่งสำคัญมากเมื่อค่าที่สนใจอยู่ในช่วงต่ำ เช่นแอมโมเนีย 0.05 กับ 0.15 มก./ล. ซึ่งตาเปล่าแยกไม่ออกแต่มีความหมายต่างกันสำหรับปลา

ข้อจำกัดที่ต้องรู้

- ยังเป็นการวัดครั้งเดียว ณ เวลาหนึ่ง เหมือนชุดหยดทุกประการ ความละเอียดไม่ได้แก้ปัญหาระยะเวลา
- สีของน้ำรบกวนผล บ่อน้ำเขียวหรือน้ำที่มีแทนนินจากใบไม้ต้องกรองตัวอย่างก่อนเสมอ
- คำนายาต่อการทดสอบสูงกว่าชุดหยด และน้ำยาของแบบพกก็เสื่อมจากความชื้นได้เช่นกัน
- ต้องล้างเซลล์วัดให้สะอาดและเช็ดรอยนิ้วมือ รอยนิ้วมือเดียวเปลี่ยนค่าได้

7. โพรบต่อเนื่อง: ตอบคำถามที่วิธีอื่นตอบไม่ได้

โพรบต่อเนื่องหรือ sonde คือชุดเซนเซอร์ที่แช่อยู่ในบ่อและอ่านค่าเป็นระยะตลอด 24 ชั่วโมง คุณค่าของมันอยู่ที่เส้นกราฟ เพราะเส้นกราฟบอกสิ่งที่จุดเดียวบอกไม่ได้ ได้แก่ ค่าต่ำสุดก่อนฟ้าสาง ความกว้างของการแกว่งในรอบวัน และแนวโน้มที่ไหลลงช้า ๆ ตลอดสองสัปดาห์โดยที่ทุกจุดยัง “อยู่ในเกณฑ์”

ระบบ H2Koi วัดอะไรได้ตรง ๆ และคำนวณอะไรต่อ

- **วัดโดยตรง** — อุณหภูมิ, pH, ออกซิเจนละลายน้ำ (ทั้ง มก./ล. และ % ความอิ่มตัว), ค่าการนำไฟฟ้า, ความขุ่น, แอมโมเนียม (NH_4), ไนเตรท (NO_3)
- **คำนวณต่อจากค่าที่วัดได้** — KH, แอมโมเนียอิสระ (NH_3), ไนไตรท์, ความเค็ม, TDS
- **ช่องเสริม (ไม่บังคับ)** — ORP และช่องสำหรับยาสีเขียวเกมน้ำเงินที่อ่านจากการเรืองแสงของไฟโคไซยานิน ทั้งสองช่องนี้ไม่ได้มาเป็นมาตรฐาน
- **ค่า KH เป็นค่าที่คำนวณ ไม่ใช่การไทเทรต และระบบไม่รายงานค่า GH เลย**
- **มีใบปัดทำความสะอาดหน้าเซนเซอร์แบบอัตโนมัติ** ซึ่งเป็นเรื่องจำเป็น ไม่ใช่ของหรู ในน้ำอุ่นและมีสารอาหารสูงแบบบ่อไทย

สิ่งที่มันเป็นคือระบบเตือนล่วงหน้าแบบต่อเนื่องจากเซนเซอร์เกรดอุตสาหกรรม มันไม่ตรวจโรคหรือปรสิต และไม่ได้ป้องกันปัญหา แต่ทำให้รู้เร็วขึ้น

8. การ калиเบรต การดูแล และคราบสกปรก — พุดกันตรง ๆ

เครื่องมือวัดทุกชนิดให้ค่าที่เชื่อถือได้เมื่อถูก калиเบรตและดูแลตามรอบของมัน และในน้ำอุ่นตลอดปีของเมืองไทย รอบการดูแลต้องถี่กว่าที่คู่มือจากประเทศหนาวเขียนไว้ ตารางด้านล่างคือสิ่งที่ต้องดูแลของหัววัดแต่ละชนิดและรอบเวลาที่ใช้กันจริง

เซนเซอร์	สิ่งที่ต้องดูแล	ความถี่การ калиเบรตโดยทั่วไป	อาการเมื่อเริ่มมีปัญหา
pH	รอยต่ออ้างอิงอุดตัน กระจกเสื่อม โปรตีนเคลือบผิว	2-4 สัปดาห์	ตอบสนองช้า ค่านิ่งช้าลง ความขุ่นตกเมื่อ калиเบรต
DO ออปติคัล	ฟิล์มเรืองแสงเสื่อมตามอายุ ตะไคร่ บังหน้าเซนเซอร์	1-3 เดือน และเปลี่ยนแคปตามอายุ	ค่าค่อย ๆ ต่ำลงทั้งเส้นโดยไม่มีเหตุ
DO แบบเยื่อ	เยื่อสกปรกหรือฉีก อิเล็กโทรไลต์เสื่อม	รายสัปดาห์ถึงรายเดือน	ค่าไม่นิ่ง กระโดดไปมา
ORP	ผิวแพลทินัมเคลือบสกปรก	ตรวจสอบด้วยน้ำยามาตรฐานทุก 1-3 เดือน	ค่าลอยขึ้นหรือลงช้า ๆ ไม่สัมพันธ์กับบ่อ
ค่าการนำไฟฟ้า	คราบเกาะระหว่างขั้ว	1-3 เดือน	ค่าสูงเกินจริงเมื่อมีคราบ
ความขุ่น	ตะไคร่บนหน้าออปติก	ตรวจสอบเป็นระยะ	ค่าไต่ขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งที่น้ำใสตาเปล่า
ไอออนซีเลกทีฟ (NH_4)	เมมเบรนเสื่อม ถูกรบกวนจากไอออนอื่น	ตามคำแนะนำผู้ผลิต	ค่าเบี่ยงเมื่อความเค็มเปลี่ยน

เรื่องคราบตะไคร่คือปัญหาเฉพาะถิ่นของเรา น้ำ 30 °C ที่มีสารอาหารและแสงแดดจัด สร้างไบโอฟิล์มบนพื้นผิวใด ๆ ได้ภายในไม่กี่วัน หน้าเซนเซอร์ออปติกที่ถูกฟิล์มบาง ๆ เคลือบจะยังให้ตัวเลขที่ดูสมเหตุสมผล แต่เป็นตัวเลขที่ผิด นี่คือเหตุผลที่ระบบต่อเนื่องในเขตร้อนต้องมีกลไกทำความสะอาดหน้าเซนเซอร์ ไม่ใช่พึ่งการถอดล้างเดือนละครั้ง

9. ค่าที่ไม่มีวิธีระดับผู้เลี้ยงวัดได้เลย: สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

ทุกวิธีข้างต้น ตั้งแต่แถบจุ่มจนถึงโฟโตมิเตอร์ ไม่มีวิธีไหนบอกได้ว่าน้ำเขียวในบ่อของคุณเป็นสาหร่ายเขียวธรรมดา หรือเป็นไซยาโนแบคทีเรีย ซึ่งเป็นคนละกลุ่มสิ่งมีชีวิตและมีพฤติกรรมต่างกันมาก โดยเฉพาะเรื่องการลบล้างบลูมพร้อมกันจนดึงออกซิเจนลงไปด้วย ตาเปล่าแยกได้บ้างจากลักษณะเป็นแผ่นลอยหรือกลืนเฉพาะตัว แต่ไม่ใช่การวัด

ช่องวัดเสริมของ H2Koi อ่านการเรืองแสงของไฟโคไซยานิน ซึ่งเป็นรงควัตถุเฉพาะของไซยาโนแบคทีเรีย ทำให้เห็นแนวโน้มว่ากลุ่มนี้กำลังเพิ่มขึ้นหรือลดลง ข้อจำกัดต้องพูดให้ชัด มันรายงานแนวโน้ม ไม่ใช่จำนวนเซลล์ และไม่ได้วัดสารพิษ เป็นช่องเสริมที่เลือกติดตั้งได้ ไม่ใช่ค่ามาตรฐาน ดูบริบทเพิ่มเติมที่หน้า [น้ำเขียวในบ่อปลาการ์ฟ](#)

10. วินัยการเก็บตัวอย่าง – ที่ทำให้ตัวเลขเชื่อถือได้

- **ที่เดิม เวลาเดิม ความลึกเดิม** — ถ้าเปลี่ยนจุดวัด เส้นแนวโน้มของคุณจะไม่มี ความหมาย ให้เลือกจุดที่ไกลจากน้ำตก และจากทางน้ำเข้าจากกรอง
- **อย่าเก็บตัวอย่างจากผิวน้ำ** — จุ่มขวดให้ลึกอย่างน้อยหนึ่งฝ่ามือ ผิวน้ำมีฟิล์มและมีค่าไม่เหมือนน้ำที่ปลาอยู่
- **ทดสอบแอมโมเนียทันที** — ตัวอย่างที่ตั้งทิ้งไว้ค่าจะเปลี่ยน โดยเฉพาะเมื่อ pH และอุณหภูมิของตัวอย่างเปลี่ยนไปจากในบ่อ
- **บันทึกอุณหภูมิคู่กับทุกค่าเสมอ** — เพราะการตีความแอมโมเนียเป็นพิษต้องใช้ทั้ง pH และอุณหภูมิ ดูตาราง [ค่าน้ำ](#)
- **จดลงสมุดหรือแอป** — ตัวเลขเดี่ยว ๆ เทบไม่มีความหมาย ค่าที่มีความหมายคือค่าเทียบกับสปีดาร์ที่แล้ว หลักที่คนไทยพูดกันมานานว่า “คำนึงสำคัญกว่าค่าเป๊ะ” จะพิสูจน์ได้ก็ต่อเมื่อมีบันทึกให้เห็นว่านี่จริงหรือไม่

11. โปรโตคอลที่ใช้ได้จริงตลอดปี

จังหวะที่ไม่มีฤดูพัก

- **ทุกสปีดาร์** สำหรับบ่อที่ให้อาหารหนัก — KH ด้วยชุดหยด, pH, อุณหภูมิ, และ DO ตอนเช้ามีแดด ผลคือจุลินทรีย์ในกรอง “กิน” ค่า KH ไปเรื่อย ๆ ทุกวันที่ยังมีการให้อาหาร และในเมืองไทยไม่มีเดือนไหนที่หยุดให้อาหาร
- **เพิ่มอีกหนึ่งรอบหลังฝนตกหนักทุกครั้ง** — ฝนเจ็จจางบัพเฟอร์ได้ภายในบ่ายเดียว วัด KH และ pH ก่อน แล้วเฝ้า DO ในคืนถัดไป
- **ทุกวันระหว่างรันระบบกรองใหม่** — แอมโมเนียรวม ไนไตรท์ pH และ KH ช่วงนี้กิน KH หนักที่สุด และในบ้านเรามันเกิดได้ทุกเดือนของปี ไม่ใช่งานประจำฤดูใบไม้ผลิ
- **ทุกเดือน** — ตรวจสอบสภาพเครื่องมือที่ใช้ประจำ ทั้งน้ำยาบัพเฟอร์ น้ำยาเก็บรักษาหัววัด pH และวันหมดอายุของน้ำยาชุดหยด
- **ทุกครั้งที่เปลี่ยนน้ำหรือเติมน้ำ** — วัดน้ำต้นทางด้วย ไม่ใช่แค่น้ำในบ่อ โดยเฉพาะบ่อที่ใช้น้ำบาดาล ซึ่งค่าอัลคาลินิตีต่างกันมากในแต่ละพื้นที่และแต่ละฤดู

12. ตกลงควรซื้ออะไร

คำตอบขึ้นกับว่ามีปลาอะไรอยู่ในบ่อและรับความเสี่ยงได้แค่ไหน แต่ลำดับที่สมเหตุผลมักเป็นแบบนี้

1. ชุดหยาบ KH ก่อนอย่างอื่นทั้งหมด เพราะ KH คือค่าที่นำหน้าปัญหา ในขณะที่ pH เป็นค่าที่ตามหลัง
2. ชุดหยาบแอมโมเนียรวมและไนไตรท์ สำหรับช่วงรันระบบและช่วงมีปัญหา
3. เทอร์โมมิเตอร์ที่วัดได้จริงและอ่านง่าย ควรมีจุดวัดที่กันบ่อด้วยถ้าบ่อลึก
4. ปากกา pH พร้อมน้ำยาบัฟเฟอร์และน้ำยาเก็บรักษา ถ้ายอมรับวินัยการดูแลได้
5. เครื่องวัด DO สำหรับผู้เลี้ยงที่จริงจัง โดยเข้าใจว่าต้องเอาไปวัดตอนตีห้าจึงจะคุ้มค่า
6. ระบบต่อเนื่อง สำหรับบ่อที่มูลค่าปลาสูงพอที่การรู้ค่าหกชั่วโมงเป็นความเสี่ยงที่รับไม่ได้

บ่อกรอง 3 ช่องแบบทำเองกับบ่อที่นำเข้าปลาตรงจากฟาร์มญี่ปุ่นอยู่ได้เคมีชุดเดียวกันทุกประการ ต่างกันแค่เมื่อพลาตแล้วต้นทุนของความผิดพลาดไม่เท่ากัน ผู้เลี้ยงที่เริ่มจากชุดหยาบ KH ชุดเดียวแล้วจดบันทึกสม่ำเสมอ จะรู้จักบ่อของตัวเองดีกว่าคนที่ซื้อเครื่องแพงแล้ววัดปีละสองครั้ง

คำถามที่พบบ่อย

แถบจุ่มใช้วัด KH แทนชุดหยาบได้ไหม

ใช้คัดกรองหยาบ ๆ ได้ แต่ไม่ควรใช้ตัดสินใจ เพราะแถบจุ่มอ่าน KH ออกมาเป็นขั้นกว้าง ๆ เช่น 0, 3, 6, 10, 15 dKH ในขณะที่ความต่างระหว่าง 5 dKH กับ 8 dKH คือความต่างระหว่างบ่อที่กำลังจะมีปัญหากับบ่อที่ปลอดภัย ชุดหยาบแบบไทเทรตให้ความละเอียดระดับ 1 dKH ต่อหยาบและตีความผิดยากกว่ามาก เพราะเป็นการนับปริมาณ ไม่ใช่การเทียบสี ยิ่งในบ้านเราที่ความชื้นสูง แถบจุ่มยังเสื่อมเร็วหลังเปิดกระปุกด้วย

ปากกาวัด pH ช้อมาไม่กี่เดือนก็อ่านเพี้ยน เกิดจากอะไร

สาเหตุที่พบบ่อยที่สุดคือการเก็บผิดวิธี หัววัด pH ต้องเก็บในน้ำยาเก็บรักษาหรือสารละลาย KCl ห้ามเก็บแห้ง และห้ามแช่น้ำ RO หรือน้ำกลั่น เพราะน้ำบริสุทธิ์จะดึงไอออนออกจากกรวยต่ออ่างอิงจนหัววัดเสียถาวร สาเหตุรองคือไม่ได้คาลิเบรตสองจุด การคาลิเบรตจุดเดียวที่ pH 7 บอกได้แค่ตำแหน่ง ไม่ได้บอกความชัน และในน้ำอุ่นตลอดปีแบบบ้านเรา การดริฟต์เกิดเร็วกว่าที่คู่มือจากประเทศหนาวระบุไว้ ควรคาลิเบรตทุก 2-4 สัปดาห์

เครื่องวัด TDS ใช้คำนวณปริมาณเกลือในบ่อได้ไหม

ใช้ได้แบบคร่าว ๆ เท่านั้น เพราะปากกา TDS ไม่ได้วัดเกลือโดยตรง มันวัดค่าการนำไฟฟ้าแล้วคูณด้วยตัวคูณที่ผู้ผลิตตั้งไว้ ซึ่งต่างกันไปในแต่ละยี่ห้อ (0.5, 0.65, 0.7) ทำให้ค่าที่ได้คลาดเคลื่อนได้หลายสิบเปอร์เซ็นต์ วิธีที่ดีกว่าคือดูค่าการนำไฟฟ้าเป็น $\mu\text{S}/\text{cm}$ เป็นตัวหลัก และยึดปริมาณเกลือที่ขังใส่จริงเป็นกิโลกรัมต่อคิวเป็นการคำนวณอ้างอิง อย่าลืมว่าในฤดูร้อนน้ำระเหยแต่เกลือไม่ระเหย ความเข้มข้นจึงสูงขึ้นเองเมื่อระดับน้ำลด

วิธีไหนวัดได้ใหม่น้ำเขียวในบ่อเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหรือไม่

ไม่มีวิธีระดับผู้เลี้ยงวิธีไหนวัดได้เลย ทั้งแถบจุ่ม ชุดหยด ปากกาวัด และโฟโตมิเตอร์ ล้วนไม่แยกกลุ่มสิ่งมีชีวิตในน้ำ ดาเปลาพอดเอาได้บ้างจากลักษณะเป็นแผ่นลอยหรือกลืนเฉพาะ แต่นั่นไม่ใช่การวัด ช่องวัดเสริมของ H2Koi อ่านการเรืองแสงของไฟโคไซยานิน ซึ่งเป็นรงควัตถุเฉพาะของไซยาโนแบคทีเรีย จึงเห็นแนวโน้มว่ากลุ่มนี้กำลังเพิ่มหรือลด แต่ต้องเข้าใจให้ตรงว่ามีรายงานแนวโน้ม ไม่ใช่จำนวนเซลล์ และไม่ได้วัดสารพิษ เป็นช่องเสริมที่เลือกติดตั้งได้ ไม่ใช่ค่ามาตรฐาน

ถ้ามีระบบวัดต่อเนื่องแล้ว ยังต้องมีชุดหยดอีกไหม

ไม่ต้อง การวัดแบบต่อเนื่องเข้ามาแทน — เช่น เซอร์เกิร์ตอุตสาหกรรมครบทุกค่าที่สำคัญ อ่านค่าตลอด 24 ชั่วโมงด้วยความแม่นยำเชิงวิทยาศาสตร์ แทนที่จะเป็นค่าครั้งเดียวที่วัดตอนคุณบังเอิญไปยืนอยู่ริมบ่อ จึงเห็นค่าต่ำสุดก่อนฟ้าสางและแนวโน้มที่การวัดด้วยมือจับไม่ได้ ขอบเขตตามจริง: ระบบไม่รายงานค่า GH เลย และค่า KH ที่แสดงเป็นค่าที่คำนวณ ไม่ใช่การไทเทรต

ทำไมคราบตะไคร่ถึงเป็นปัญหาใหญ่กว่าที่คู่มือต่างประเทศบอก

เพราะน้ำบ่อบ้านเราอุ่นราว 28-32 องศาเซลเซียสตลอดปี มีสารอาหารสูงและแดดแรง ไบโอฟิล์มจึงเกาะผิวใด ๆ ได้ภายในไม่กี่วัน ไม่ใช่หลายสัปดาห์แบบในเขตอบอุ่น อันตรายคือหน้าเซนเซอร์ออปติกที่ถูกฟิล์มบาง ๆ เคลือบ จะยังให้ตัวเลขที่ดูสมเหตุสมผล แต่เป็นตัวเลขที่ผิด ค่าความขุ่นจะไต่ขึ้นทั้งที่น้ำใสดาเปลา และค่า DO จะค่อย ๆ ต่ำลงทั้งเส้นโดยไม่มีเหตุ ด้วยเหตุนี้ระบบวัดต่อเนื่องที่ใช้ในเขตร้อนจึงควรมีกัลไกทำความสะอาดหน้าเซนเซอร์ในตัว ไม่ใช่พึ่งการถอดล้างเดือนละครั้ง

เปลี่ยนน้ำบ่อปลาคาร์ฟ: มันแก้อะไรได้จริง และแก้อะไรไม่ได้เลย

การเปลี่ยนน้ำเป็นคำตอบมาตรฐานของวงการปลาคาร์ฟไทยเวลามีปัญหา น้ำขุ่นก็เปลี่ยน ปลาซึมก็เปลี่ยน ค่าเพี้ยนก็เปลี่ยน ในหลายกรณีมันช่วยจริง แต่มีบางสถานการณ์ที่การเปลี่ยนน้ำครั้งใหญ่คือสิ่งที่ทำให้ปลาตาย ไม่ใช่สิ่งที่ช่วยชีวิต หน้านี้แยกให้ชัดว่าอันไหนเป็นอันไหน

สรุปสั้น

- เปลี่ยนน้ำ = การเจือจาง ไม่ใช่การบำบัด มันลดไนเตรทและของเสียละลายน้ำที่กรองจัดการไม่ได้
- มันไม่ได้แก้กรองที่ทำงานไม่ไหว ไม่ได้เพิ่มออกซิเจนอย่างยั่งยืน และไม่ได้รักษาโรค
- น้ำที่เดิมเข้าไปต้องใกล้เคียงน้ำบ่อทั้งอุณหภูมิและเคมี ไม่ใช่แค่สะอาด
- น้ำประปาต้องกำจัดคลอรีน และต้องรู้ว่าเป็นคลอรีนหรือคลอรามิน เพราะคลอรามินปล่อยแอมโมเนียออกมาด้วย
- น้ำบาดาลต้องเติมอากาศก่อนใช้เสมอ มันมาถึงบ่อโดยแทบไม่มีออกซิเจนและมี CO2 สูง
- อันตรายที่สุดคือเปลี่ยนน้ำเยอะตอนที่ ค่า KH ต่ำอยู่แล้ว — นั่นคือการกระชากค่า pH ไม่ใช่การช่วย

เปลี่ยนน้ำแก้อะไรได้จริง

ระบบกรองชีวภาพที่ดีเปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนไตรท์ และเปลี่ยนไนไตรท์เป็นไนเตรท แล้วก็จบแค่นั้น ไนเตรทไม่ได้หายไปไหน มันสะสมขึ้นเรื่อย ๆ พร้อมกับสิ่งที่ชุดทดสอบทั่วไปวัดไม่ได้ ได้แก่ ฟอสเฟต สารอินทรีย์ละลายน้ำ ฮอโมนและสารยับยั้งการเจริญเติบโตที่ปลาลปล่อยออกมาเอง เกลือแร่ตกค้างจากการเติมน้ำ และเศษยาที่เคยลงไว้

ของพวกนี้ไม่มีทางออกอื่นนอกจากถูกนำออกไปพร้อมน้ำ นั่นคืองานเดียวที่การเปลี่ยนน้ำทำได้ดีกว่าอย่างอื่นทั้งหมด และเป็นงานที่สำคัญมากในบ่อไทยที่ปลากินทั้งปีจึงผลิตของเสียทั้งปี

สังเกตปลาที่โตช้าผิดปกติทั้งบ่อ ในบ่อที่เลี้ยงแน่นและเปลี่ยนน้ำน้อย ปลา มักโตช้าลงพร้อมกันทั้งบ่อ โดยที่ค่าแอมโมเนียและไนไตรท์เป็นศูนย์สวยงาม สาเหตุที่มักถูกมองข้ามคือของเสียละลายน้ำที่สะสม ไม่ใช่อาหารหรือสายพันธุ์ นี่คือการที่การเปลี่ยนน้ำสม่ำเสมอเห็นผลชัดที่สุด

คณิตศาสตร์ของการเจือจาง

การเปลี่ยนน้ำลดสารที่ละลายอยู่ตามสัดส่วนตรง ๆ เปลี่ยน 10% ลดไนเตรทลง 10% ไม่มีเวทมนตร์อะไร ตารางนี้แสดงผลของการเปลี่ยนน้ำสัปดาห์ละครั้งต่อเนื่อง โดยสมมติว่าบ่อสร้างไนเตรทเพิ่ม 20 มก./ล. ต่อสัปดาห์

เปลี่ยนต่อสัปดาห์	ไนเตรทที่จุดสมดุลโดยประมาณ	เหมาะกับ
5%	~400 มก./ล.	ไม่พอสำหรับบ่อที่ให้อาหารหนัก

เปลี่ยนต่อสัปดาห์	ไนเตรทที่จุดสมดุลโดยประมาณ	เหมาะกับ
10%	~200 มก./ล.	บ่อเลี้ยงเบ้า ให้อาหารน้อย
20%	~100 มก./ล.	บ่อทั่วไปที่ให้อาหารปกติ
30%	~67 มก./ล.	บ่อเลี้ยงแน่นหรือเร่งโต
เปลี่ยนต่อเนื่องวันละ 5%	~57 มก./ล.	คอลเล็กชันที่ต้องการค่านิ่งที่สุด

ข้อดีของการเปลี่ยนน้ำต่อเนื่องไม่ใช่ค่าเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด แต่คือค่าที่นิ่งที่สุด เพราะไม่มีการกระแทกเคมีเป็นก้อนใหญ่สัปดาห์ละครั้ง

สิ่งที่ตารางนี้บอกโดยไม่ต้องพูดคือ การเปลี่ยนน้ำน้อย ๆ บ่อย ๆ ดีกว่าการเปลี่ยนเยอะ ๆ นาน ๆ ครั้ง ที่ปริมาณน้ำรวมเท่ากัน วิธีแรกกระแทกเคมีน้อยกว่ามาก แม้ค่าเฉลี่ยจะใกล้เคียงกัน นี่คือหลักการเดียวกับที่ผู้เลี้ยงไทยพูดกันอยู่แล้วว่าค่านิ่งสำคัญกว่าค่าปะ

เปลี่ยนน้ำทำอะไรไม่ได้

ปัญหา	เปลี่ยนน้ำช่วยไหม	สิ่งที่แก้ไขจริง
แอมโมเนียหรือไนไตรท์ขึ้น	ช่วยชั่วคราว ชั่วเวลาได้	ลดอาหาร แก่ที่กรอง ดูหน้าแอมโมเนีย
ออกซิเจนต่ำตอนเช้ามีด	แทบไม่ช่วย น้ำที่เดิมก็อึดออกซิเจนเท่าอุณหภูมินั้น	เติมอากาศทั้งคืน ทุกคืน ตลอดปี
pH แกว่งกลางวันกับกลางคืน	ไม่ช่วย ถ้าน้ำใหม่ KH ต่ำก็ยิ่งแย่	ยก KH ให้อยู่ในช่วง 6-10 dKH
น้ำเขียว	ช่วยแป๊บเดียว สาหร่ายโตกลับเร็วกว่าเดิม	ลดสารอาหาร ให้ร่มเงา ดูหน้าน้ำเขียว
ปลาป่วยหรือมีปรสิต	ไม่ใช่การรักษา	วินิจฉัยและรักษาตามอาการ
ไนเตรทและของเสียละลายน้ำสะสม	ช่วยได้จริง และเป็นวิธีเดียวในทางปฏิบัติ	ตารางเปลี่ยนน้ำสม่ำเสมอ

น้ำที่เดิมเข้าไป ต้องเข้ากันได้ ไม่ใช่แค่สะอาด

ปลาคาร์พทนค่าน้ำหลายแบบได้ ถ้าค่าน้ำนั้นเปลี่ยนอย่างช้า ๆ สิ่งที่ยึดเหนี่ยวไม่ได้คือการเปลี่ยนแบบกระชาก การเปลี่ยนน้ำคือช่วงเวลาเดียวในสัปดาห์ที่ผู้เลี้ยงมีอำนาจกระชากค่าน้ำได้ด้วยมือตัวเอง

อุณหภูมิ

แนวปฏิบัติที่ใช้กันคือ อย่าให้อุณหภูมิบ่อเปลี่ยนเกิน 1-2 °C จากการเปลี่ยนน้ำหนึ่งครั้ง ในเมืองไทยกับดักไม้ได้ยู่ที่น้ำเย็นเกิน แต่อยู่ที่สายยางที่ตากแดด สายยางดำที่นอนอยู่กลางลานปูนตอนบ่ายสามารถส่งน้ำ 45-50 °C เข้าบ่อในนาที่แรก ให้ปล่อยน้ำทิ้งจนเย็นก่อนทุกครั้ง

กับดักตรงข้ามคือน้ำบาดาลที่มักเย็นกว่าน้ำบ่อ 4-6 °C ในหน้าร้อน ถ้าเดิมเข้าไปเยอะและเร็ว จุดที่น้ำเข้าจะกลายเป็นชั้นน้ำเย็นที่ปลาวายผ่าน ให้เดิมช้า ๆ กระจายจุด และเปิดปั๊มเวียนไว้

เคมี

ค่าที่ควรรู้ของน้ำต้นทางก่อนใช้ครั้งแรก และควรวัดซ้ำปีละครั้งหรือเมื่อรู้สึกว่ามีอะไรเปลี่ยน

ค่า	ทำไมต้องรู้	ช่วงที่ใช้งานได้
KH	ตัวชี้ว่าน้ำใหม่จะเพิ่มหรือเจือจางบัฟเฟอร์	6-10 dKH (105-180 มก./ล. CaCO3)
pH	ต่างจากบ่อมากคือแรงกระชาก	ใกล้เคียงบ่อ ต่างไม่เกิน ~0.5
แอมโมเนีย	คลอรามินและน้ำบาดาลบางแหล่งมีติดมา	0
ไนเตรท	น้ำบาดาลใกล้พื้นที่เกษตรอาจสูงมาก	ต่ำกว่าน้ำบ่อ ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนไปก็ไม่ได้อะไร
เหล็ก / แมงกานีส	พบบ่อยในน้ำบาดาลไทย ทำคราบและกินออกซิเจน	ยิ่งต่ำยิ่งดี
ค่าการนำไฟฟ้า	คัดกรองน้ำกร่อยและความเค็มแฝง	ใกล้เคียงบ่อ

ข้อควรระวังเรื่องค่าศัพท์ที่ต้องแยกทุกครั้ง: ภาษาไทยเรียกทั้ง KH และ GH ว่า "ความกระด้าง" เหมือนกัน แต่ KH กันไม่ให้ pH แกว่ง / GH ไม่ได้กันอะไรเลย — คนละค่า คนละหน้าที่ GH คือความกระด้างทั้งหมด (แคลเซียมและแมกนีเซียม) ค่าที่ต้องเทียบระหว่างน้ำใหม่กับน้ำบ่อคือ KH ไม่ใช่ GH

น้ำบาดาล: เรื่องใหญ่ที่คู่มือฝรั่งไม่เคยเขียนถึง

บ่อปลาкарพในไทยจำนวนมากใช้น้ำบาดาล ซึ่งพฤติกรรมต่างจากน้ำประปาโดยสิ้นเชิง น้ำที่เพิ่งขึ้นจากใต้ดินมักมีลักษณะดังนี้

- ออกซิเจนแทบเป็นศูนย์ เดิมลงบ่อตรง ๆ ในปริมาณมากคือการลดออกซิเจนของบ่อทันที
- CO2 สูง ทำให้ pH ที่วัดได้ทันทีต่ำกว่าความจริง ถ้าตั้งอากาศทิ้งไว้ 30-60 นาทีแล้ววัดใหม่ pH มักขึ้นไป 0.5-1.0 หน่วย นี่คือเหตุผลที่ต้องวัดหลังเติมอากาศ ไม่ใช่ตอนน้ำเพิ่งออกจากท่อ
- เหล็กและแมงกานีส เมื่อโดนอากาศจะตกตะกอนเป็นคราบส้มหรือดำ และการออกซิไดซ์นั้นก็กินออกซิเจนไปด้วย
- ความเป็นด่างคาดเดาไม่ได้ บางแหล่งให้ KH สูงมากจนบ่อตัวเอง บางแหล่งอ่อนกว่าน้ำฝน และในหลายพื้นที่ใกล้ชายฝั่งมีความกร่อยติดมา

"ปรับน้ำใหม่ให้เข้ากับบ่อ" ในไทยแปลว่าต้องวัด ไม่ใช่ต้องเดา ผู้เลี้ยงสองคนที่อยู่ห่างกันสิบ กิโลเมตรอาจสูบน้ำจากชั้นน้ำใต้ดินคนละชั้นที่มีเคมีต่างกันคนละเรื่อง คำแนะนำสำเร็จรูปจากคู่มือต่างประเทศจึงใช้ไม่ได้ ทางปฏิบัติที่ดีที่สุดคือมีถังพักน้ำ เติमाากาศแรง ๆ อย่างน้อยหนึ่งชั่วโมง แล้ววัดก่อนปล่อยเข้าบ่อ

กำจัดคลอรีนจากน้ำประปา

น้ำประปาไทยมีคลอรีนตกค้างเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ดีสำหรับคนและเป็นสิ่งที่พาลูบลิ่นทรีย์ในกรองสำหรับบ่อระดับที่ต่ำกว่า 0.2 มก./ล. ก็สร้างความเสียหายกับเหงือกปลาและกับมีเดียชีวภาพได้แล้ว

วิธี	ได้ผลกับ	ข้อจำกัด
พักน้ำ 24-48 ชม. พร้อมเติมอากาศ	คลอรีนอิสระ	ไม่ได้ผลกับคลอรามิน และต้องมีถังพักขนาดพอ
โซเดียมไทโอซัลเฟตหรือน้ำยากำจัดคลอรีน	คลอรีนอิสระ ทันที	สลายพันธะคลอรามินแล้วปล่อยแอมโมเนียออกมา
น้ำยาสูตรจับแอมโมเนียร่วมด้วย	คลอรามิน	ต้องอ่านฉลากให้แน่ใจว่ามีส่วนนี้จริง

วิธี	ได้ผลกับ	ข้อจำกัด
กรองคาร์บอนที่ห่อเดิม	หังคุ ถ้าอัตราไหลไม่เกินสเปก	ต้องเปลี่ยนไส้ตามรอบ ไม่จั่นกลายเป็นแคท่อ

ถ้าไม่แน่ใจว่าน้ำในพื้นที่ใช้คลอรีนหรือคลอรามิน ให้ถือว่าเป็นคลอรามินไว้ก่อนแล้วเลือกวิธีที่ครอบคลุมทั้งสอง วิธีตรวจง่าย ๆ ที่ใช้ได้ผลคือ เติมน้ำยากำจัดคลอรีนลงในถังน้ำประปาแล้ววัดแอมโมเนีย ถ้าอ่านได้มากกว่าศูนย์ แปลว่าเป็นคลอรามิน

ความเสี่ยงที่ทำให้ปลาตายจริง: เปลี่ยนน้ำเยอะตอน KH ต่ำ

นี่คือส่วนที่สำคัญที่สุดของหน้านี้ ลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ ในบ่อไทยเป็นแบบนี้

1. บ่อให้อาหารหนัก กรองทำงานเต็มที่ กระบวนการย่อยแอมโมเนียกินค่า KH ลงไปเรื่อย ๆ ทุกวัน โดยไม่มีฤดูไหนหยุดพัก
2. ฝนตกหนักหนึ่งพาย น้ำฝนที่แร่ธาตุต่ำมากเจือจาง KH ลงอีก
3. KH ลงมาต่ำกว่า 4 dKH แต่ค่า pH ที่วัดตอนบ่ายยังอ่านได้ 7.8 สวยงาม เพราะ pH เป็นตัวชี้วัดตามหลัง โดยการออกแบบมันจะไม่ขยับจนกว่าเกราะจะหมดแล้ว
4. ผู้เลี้ยงเห็นน้ำขุ่นหลังฝน จึงเปลี่ยนน้ำ 40-50% ในครั้งเดียว
5. น้ำใหม่มีเคมีคนละแบบ และบ่อไม่มีบัฟเฟอร์เหลือพอจะดูดซับความต่างนั้น pH กระโดดหรือดิ่งภายในไม่กี่ชั่วโมง
6. คืนนั้น CO2 จากการหายใจไม่มีอะไรมาต้าน pH ดิ่งลงอีก และเจ้าของมาเจอบ่อตอนเช้า

รายละเอียดของกลไกอยู่ในหน้าภาวะ pH ตกฮวบ และปลาคราฟตายเฉียบพลัน สิ่งที่ต้องจำสำหรับหน้านี้คือ **วัด KH ก่อนเปลี่ยนน้ำครั้งใหญ่เสมอ** ถ้า KH ต่ำกว่า 5 dKH ให้แก้บัฟเฟอร์ก่อน แล้วค่อยเปลี่ยนน้ำ ไม่ใช่กลับกัน

ยก KH ด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต และตัวเลขที่วงการชอบจำผิด

โซเดียมไบคาร์บอเนต (เบกกิ้งโซดา NaHCO_3) เป็นตัวเลือกที่ปลอดภัยและหาง่ายที่สุด ตัวเลขทางเคมีคือ 1 dKH เท่ากับ 17.848 มก./ล. เมื่อคิดเป็น CaCO_3 และไบคาร์บอเนตให้หนึ่งสมมูลต่อโมล ดังนั้นการยก KH ขึ้น 1 dKH ต้องใช้ราว 30 มก./ล.

ปริมาณน้ำ	โซเดียมไบคาร์บอเนตเพื่อยก KH ~1 DKH
100 ลิตร	~3 กรัม
1 คิว (1,000 ลิตร)	~30 กรัม
10 คิว	~300 กรัม
50 คิว	~1.5 กิโลกรัม

แก้ตัวเลขที่ผิดกันทั้งวงการ สูตรที่เห็นบ่อยตามกลุ่มและเว็บบอร์ดคือ "1 กรัมต่อน้ำ 100 ลิตร ได้ 1 dKH" — **ตัวเลขนี้ผิด** มันให้ผลจริงเพียงราว 0.33 dKH เท่านั้น คือน้อยกว่าที่คิดถึงสามเท่า ผู้เลี้ยงที่ใช้สูตรนี้จะใส่ไปแล้ววัดใหม่ไม่ขึ้น สรุปว่า "เบกกิ้งโซดาไม่ได้ผล" แล้วไปพึ่งผลิตภัณฑ์ราคาแพงกว่าโดยไม่จำเป็น ทั้งที่ปัญหาคือปริมาณ ไม่ใช่สารเคมี ตัวเลขที่ถูกคือประมาณ 30 กรัมต่อคิวต่อ 1 dKH

ข้อควรระวังในการใช้: ละลายในถังน้ำก่อนเสมอ อย่าโรยลงบ่อ ค่อย ๆ เทตรงจุดที่น้ำไหลแรง และแนวปฏิบัติที่ใช้กันคือยก ไม่เกิน 1-2 dKH ต่อวัน ตัวเลขทั้งหมดนี้เป็นแนวทางที่ใช้กันทั่วไปในการเลี้ยงปลาแคร์ฟ ไม่ใช่ใบสั่งยา ทุกบ่อ ทุกอัตราการเลี้ยง และทุกแหล่งน้ำต่างกัน ผู้เลี้ยงควรตรวจสอบผลกับชุดทดสอบของตัวเองหลังใส่ทุกครั้ง

จังหวะที่เหมาะสมกับปีของเมืองไทย

เมืองไทยไม่มีฤดูหนาวที่ปลาหยุดกิน จึงไม่มีเดือนไหนที่หยุดเปลี่ยนน้ำได้ แต่แต่ละฤดูมีเหตุผลต่างกัน

ช่วง	สิ่งที่ต้องระวัง	แนวทาง
ร้อน (มี.ค.-พ.ค.)	น้ำ 30-34 °C ระเหยหนัก ออกซิเจนอิ่มตัวได้น้อย ของเสีย เกิดเร็ว	เปลี่ยนน้ำถี่ขึ้นแต่ครั้งละน้อย ปลอยน้ำทิ้งจากสายยางจนเย็นก่อน เพิ่มอากาศ
ฝน (พ.ค.-ค.ค.)	ฝนเจือจาง KH ในบ่ายน้อย น้ำท่วมหลากพัดอินทรีย์วัตถุ ลงบ่อ ไฟดับหยุดปั๊มลม	วัด KH หลังฝนหนักทุกครั้ง ก่อนตัดสินใจเปลี่ยนน้ำ กัน น้ำผิวดินไม่ให้ไหลลงบ่อ
เย็น/แล้ง (พ.ย.-ก.พ.)	ภาคเหนือกลางคืนแฉะใส่ สวิงกลางวันกลางคืนสูงสุดของปี	เลี้ยงเปลี่ยนน้ำครั้งใหญ่ตอนเย็น ทำตอนสาย ให้อุณหภูมิมีเวลาปรับ

เติมน้ำขดเขยการระเหย ไม่ใช่การเปลี่ยนน้ำ

ในหน้าร้อนบ่อกลางแจ้งอาจจะเหยได้หลายเซนติเมตรต่อวัน สิ่งที่ระเหยไปคือน้ำเปล่า เกลือ แร่ธาตุ และไนเตรทไม่ระเหยตามไปด้วย มันเข้มข้นขึ้นเมื่อระดับน้ำลด การเติมน้ำใหม่กลับเข้าไปจึงเป็นการคืนระดับ ไม่ใช่การเจือจางของเสีย ผู้เลี้ยงที่ "เติมน้ำทุกวัน" มักเข้าใจว่าตัวเองเปลี่ยนน้ำอยู่แล้ว ทั้งที่ไนเตรทในบ่อยังไต่ขึ้นเรื่อย ๆ ประเด็นเดียวกันนี้สำคัญมากกับ ความเค็มจากการใส่เกลือ ซึ่งจะเข้มข้นขึ้นเรื่อย ๆ ตามการระเหยเช่นกัน

ขั้นตอนที่ใช้ได้จริง

- วัดก่อน: อุณหภูมิ pH และ KH ของทั้งน้ำบ่อและน้ำต้นทาง
- ถ้า KH ต่ำกว่า 5 dKH ให้ยกบัพเฟอร์ก่อน แล้วเปลี่ยนน้ำวันถัดไป
- ดูดน้ำออกจากก้นบ่อ ไม่ใช่จากผิว เพื่อเอาตะกอนออกไปด้วย
- เติมกลับช้า ๆ ผ่านตัวกำจัดคลอรีนหรือจากถังพักที่เติมอากาศแล้ว กระจายจุดเข้า
- เปิดปั๊มลมไว้ตลอดระหว่างและหลังเปลี่ยนน้ำ
- วัดซ้ำหลังจากนั้น 1 ชั่วโมง และอีกครั้งเช้าวันถัดไป — **เข้ามิดคือช่วงที่ค่าต่ำที่สุดของวัน**
- งดอาหารมือถัดไปถ้าเปลี่ยนน้ำเกิน 25%

หลักการนี้เหมือนกันหมดไม่ว่าจะเป็นบ่อกรอง 3 ช่องที่ทำเองหลังบ้าน หรือระบบใหญ่ของคอลเลกชันที่นำเข้าจาก Sakai หรือ Dainichi พร้อมใบรับรอง ต่างกันแค่ขนาดของความเสียหายเมื่อพลาด

H2Koi เข้ามาตรงไหน

H2Koi คือระบบเผื่อระวังคุณภาพน้ำแบบต่อเนื่องสำหรับบ่อปลาแคร์ฟที่มีมูลค่าสูง

ระบบเปลี่ยนน้ำอัตโนมัติทำในสิ่งที่ตารางเจือจางด้านบนชี้ไว้ว่าดีที่สุด คือเปลี่ยนน้ำที่น้อยอย่างสม่ำเสมอแทนการเปลี่ยนครั้งใหญ่เป็นครั้งคราว ทำให้ไนเตรทเฉลี่ยต่ำลงโดยที่เคมีของบ่อแทบไม่ถูกระแทกเลย

ฝั่งการวัด sonde วัดโดยตรงซึ่งอุณหภูมิ pH ออกซิเจนละลายน้ำ (ทั้ง มก./ล. และ % อิ่มตัว) ค่าการนำไฟฟ้า ความขุ่น แอมโมเนียม (NH₄) และไนเตรท (NO₃) โดยมี ORP เป็นช่องเสริมที่เลือกติดตั้งได้ แล้วคำนวณต่อเป็น KH แอมโมเนียอิสระ (NH₃) ไนไตรท์ ความเค็ม และ TDS เจ้าของจึงเห็นได้ว่าน้ำที่เพิ่งเติมเข้าไปทำอะไรกับบ่อภายในชั่วโมงนั้น ไม่ใช่รู้ตอนเช้าวันรุ่งขึ้น ค่าการนำไฟฟ้ายังจับความเปลี่ยนแปลงของน้ำต้นทางได้ด้วย ซึ่งมีประโยชน์มากกับบ่อที่ใช้บำบัดน้ำ

ขอบเขตตามจริง: KH เป็นค่าที่คำนวณ ไม่ใช่การไทเทรต ระบบไม่ได้อ่านค่า GH เลย และนี่คือการเตือนล่วงหน้าอย่าง ต่อเนื่องจากเซนเซอร์เกรดอุตสาหกรรม

คำถามที่พบบ่อย

ควรเปลี่ยนน้ำบ่อปลาคาร์ฟกัเปอร์เซนต์ต่อสัปดาห์

ขึ้นกับปริมาณอาหารมากกว่าขนาดบ่อ บ่อทั่วไปที่ให้อาหารปกติ 10-20% ต่อสัปดาห์คือช่วงที่ใช้กันเป็นปกติ บ่อเลี้ยงแน่นหรือเร่งโตให้อยู่ทางปลายบนของช่วงนี้ คือราว 20% หลักการที่สำคัญกว่าตัวเลขคือ เปลี่ยนน้อย ๆ บ่อย ๆ ดีกว่าเปลี่ยนเยอะ ๆ นาน ๆ ครั้ง ที่ปริมาณรวมเท่ากัน เพราะให้นิเตรทเจือจางกว่าและกระแทกเคมีน้อยกว่า วิธีตรวจสอบคือวัดไนเตรทก่อนเปลี่ยนน้ำทุกสัปดาห์ ถ้ามันได้ขึ้นเรื่อย ๆ แปลว่ายังเปลี่ยนไม่พอ

ฝนตกหนักแล้วน้ำขุ่น ควรรีบเปลี่ยนน้ำเลยไหม

ให้วัด KH ก่อนเสมอ ฝนที่แร่ธาตุต่ำเจือจางบัฟเฟอร์ของบ่อลงได้ภายในบ่ายเดียว ถ้า KH ตกลงมาต่ำกว่า 5 dKH แล้วผู้เลี้ยงเปลี่ยนน้ำครั้งใหญ่ทับลงไปอีก บ่อจะไม่มีอะไรเหลือดูดซับความต่างของเคมีน้ำใหม่ และ pH อาจกระชากภายในไม่กี่ชั่วโมง ลำดับที่ถูกต้องคือ ยก KH ให้กลับเข้าช่วง 6-10 dKH ก่อน แล้วค่อยเปลี่ยนน้ำในวันถัดไป ความขุ่นรอได้ ค่า pH ที่กระชากรอไม่ได้

ใช้น้ำบาดาลเติมบ่อโดยตรงได้ไหม

ไม่ควรเติมตรงในปริมาณมาก น้ำบาดาลมักขึ้นมาโดยแทบไม่มีออกซิเจนและมี CO₂ สูง จึงลดออกซิเจนของบ่อทันทีและอาจดึง pH ลง หลายแหล่งยังมีเหล็กหรือแมงกานีสที่ตกตะกอนเมื่อโดนอากาศ วิธีที่ถูกคือมีถังพัก เติมอากาศแรง ๆ อย่างน้อยหนึ่งชั่วโมง แล้ววัด pH KH และแอมโมเนียหลังเติมอากาศ ค่าที่วัดตอนน้ำเพิ่งออกจากท่อจะหลอกเสมอ โดยเฉพาะ pH ที่มักอ่านต่ำกว่าความจริง

พักน้ำประปาไว้หนึ่งคืนพอไหม

พอเฉพาะกรณีที่ประปาในพื้นที่ใช้คลอรีนอิสระ และต้องมีการเติมอากาศช่วยด้วย ถ้าเป็นคลอรีน การพักน้ำไม่ได้ผลเลย เพราะคลอรีนอยู่ตัวได้นานกว่ามาก วิธีตรงง่าย ๆ คือเติมน้ำยากำจัดคลอรีนลงถึงน้ำประปาแล้ววัดแอมโมเนีย ถ้าอ่านได้มากกว่าศูนย์แปลว่าเป็นคลอรีน กรณีนั้นต้องใช้น้ำยาที่ระบุว่าจะจับแอมโมเนียด้วย หรือกรองคาร์บอนที่ท่อเติม ถ้าไม่แน่ใจให้ถือว่าเป็นคลอรีนไว้ก่อน

เติมน้ำซดเซยที่ระเหยไป นับเป็นการเปลี่ยนน้ำหรือเปล่า

ไม่นับ สิ่งที่ระเหยไปคือน้ำเปล่าล้วน ๆ ไนเตรท เกลือ แร่ธาตุ และของเสียละลายน้ำไม่ระเหยตามไปด้วย มันเข้มข้นขึ้นเมื่อระดับน้ำลด การเติมกลับจึงแค่คืนระดับ ไม่ได้เจือจางอะไร ในหน้าร้อนที่ระเหยหนัก ผู้เลี้ยงหลายคนเติมน้ำทุกวันแล้วเข้าใจว่าเปลี่ยนน้ำอยู่ ทั้งที่ไนเตรทยังได้ขึ้น ประเด็นเดียวกันนี้สำคัญกับความเค็มด้วย เกลือที่ใส่ไว้จะเข้มข้นขึ้นเจือปน ๆ ตามการระเหย

เบกกิ้งโซดา 1 กรัมต่อน้ำ 100 ลิตร ได้ KH 1 dKH ใช้น้ำใหม่

ไม่ใช่นี้คือตัวเลขที่ผิดและแพร่หลายมาก มันให้ผลจริงราว 0.33 dKH เท่านั้น ตัวเลขที่ถูกคือประมาณ 3 กรัมต่อ 100 ลิตร หรือ 30 กรัมต่อ 1 คิว เพื่อยก KH ราว 1 dKH ผู้เลี้ยงที่ใช้สูตรผิดมักสรุปว่าเบกกิ้งโซดาไม่ได้ผล ทั้งที่ปัญหาคือใส่น้อยไปสามเท่า แนวปฏิบัติคือละลายน้ำก่อน ค่อย ๆ เท และยกไม่เกิน 1-2 dKH ต่อวัน ทั้งหมดนี้เป็นแนวทางการเลี้ยงทั่วไป ให้ตรวจสอบกับชุดทดสอบของตัวเองเสมอ



อุณหภูมิน้ำบ่อปลาจารย์: ตัวแปรที่คุณค่าอื่นทั้งหมด

ปลาจารย์เป็นสัตว์เลือดเย็น อุณหภูมิของน้ำจึงไม่ได้เป็นแค่ค่าหนึ่งในรายการที่ต้องวัด มันคือตัวตั้งอัตราการทำงานของทุกอย่างในบ่อ ทั้งการย่อยอาหารของปลา ความเร็วของจุลินทรีย์ในกรอง ปริมาณออกซิเจนที่น้ำลุ่มได้ และสัดส่วนแอมโมเนียที่เป็นพิษ คู่มือต่างประเทศเขียนเรื่องนี้ผ่านฤดูหนาวและการจำศีล ซึ่งไม่มีอยู่จริงในบ่อไทย หน้านี้เขียนสำหรับปีจริงของเมืองไทย

สรุปสั้น

- ช่วงที่ปลาจารย์อยู่ได้ดีคือราว 22-28 °C บ่อไทยหลายบ่อวิ่งเหนือช่วงนี้ตลอดหน้าร้อน
- น้ำยิ่งอุ่น ออกซิเจนลุ่มตัวยิ่งน้อย ขณะที่ความต้องการของปลาและกรองยิ่งมาก — เป็นบีบสองทางพร้อมกัน
- อุณหภูมิสูงยังเพิ่มสัดส่วน NH3 อิสระ จากแอมโมเนียรวมตัวเดิม น้ำร้อนจึงเป็นพิษกว่าที่ตัวเลขบอก
- เมืองไทยไม่มีฤดูจำศีล ปลากินทั้งปี กรองทำงานทั้งปี ค่า KH จึงถูกกินทั้งปี
- ความเสี่ยงหลักคืออัตราการเปลี่ยน ไม่ใช่ตัวเลขสัมบูรณ์ แนวปฏิบัติคือไม่เกิน 1-2 °C ต่อวัน
- ปลานำเข้าที่ออกจากฤดูหนาวญี่ปุ่นที่ 8-12 °C มาลงน้ำ 30 °C คือการเปลี่ยนแปลงที่ต้องจัดการเป็นเรื่องเป็นราว

อุณหภูมิกับการกินอาหารและการเผาผลาญ

อัตราการเผาผลาญของปลาจารย์เพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ โดยคร่าว ๆ ทุก 10 °C ที่สูงขึ้นจะทำให้อัตราชีวเคมีเพิ่มราวสองเท่า นั่นแปลว่าปลาที่ 30 °C ใช้ออกซิเจน ผลิตของเสีย และย่อยอาหารเร็วกว่าปลาตัวเดียวกันที่ 20 °C ประมาณเท่าตัว

อุณหภูมิน้ำ	พฤติกรรมและการให้อาหาร	ภาระต่อระบบ
ต่ำกว่า 15 °C	กินน้อยมาก ย่อยช้า พบเฉพาะภาคเหนือช่วงหนาวจัด	กรองทำงานช้าลงชัดเจน
15-20 °C	กินได้แต่ให้น้อยและเลือกอาหารย่อยง่าย	ภูมิคุ้มกันดอบสนองช้าลง
20-25 °C	กินดี โตดี ภูมิคุ้มกันทำงานเต็มที่	ช่วงที่จัดการง่ายที่สุด
25-30 °C	กินหนักที่สุด โตเร็วที่สุด — ช่วงปกติของบ่อไทย	ของเสียมากที่สุด KH ถูกกินเร็วที่สุด
30-33 °C	ยังกินแต่เริ่มเครียด ควรลดปริมาณและเพิ่มความถี่	ออกซิเจนเป็นข้อจำกัดหลัก
เกิน 33 °C	เริ่มไม่กิน ลอยหัว เครียดสะสม	ต้องแทรกแซงเรื่องร่มเงาและอากาศ

ประเด็นที่ต้องเน้นสำหรับผู้เลี้ยงไทย: ช่วงที่ปลากินได้ดีที่สุดกับช่วงที่บ่อเปราะบางที่สุดเป็นช่วงเดียวกัน ยิ่งให้อาหารมาก ยิ่งผลิตแอมโมเนียมาก กรองยิ่งต้องย่อยมาก และกระบวนการย่อยแอมโมเนียก็ยิ่งปล่อยกรดกินบัฟเฟอร์เร็วขึ้น ตัวเลขที่ใช้อ้างอิงกันคือ การย่อยแอมโมเนียในโตรเจน 1 มก./ล. กินความเป็นด่างราว 7 มก./ล. เมื่อคิดเป็น CaCO3 หรือราว 0.4 dKH และกรดทั้งหมดนั้นมาจากชั้นแอมโมเนียเป็นไนโตรที่ชั้นเดียว

ภูมิคุ้มกันที่อุณหภูมิต่ำ

ระบบภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะของปลาต้องใช้อุณหภูมิในการทำงาน ที่ต่ำกว่าราว 15 °C การตอบสนองของแอนติบอดีช้าลงมาก ขณะที่เชื้อโรคหลายชนิดยังทำงานได้ปกติ นี่คือเหตุผลที่คู่มือต่างประเทศเตือนเรื่องปลาป่วยตอนต้นฤดูใบไม้ผลิ

ในไทยเรื่องนี้ยังใช้ได้ แต่กับสถานการณ์ที่ต่างออกไป ภาคกลางแทบไม่เจอ แต่ภาคเหนือและภาคอีสานในช่วงพฤษภาคมถึงกุมภาพันธ์มีคืนที่อากาศลงต่ำจริงจัง บ่อต้นในเชียงราย เชียงใหม่ หรือเลย อาจลงไปแตะ 15-18 °C ในช่วงเช้ามีดแล้วกลับขึ้นไป 24-26 °C ตอนบ่ายในวันเดียวกัน

สรวงกลางวัน-กลางคืนคือความเสี่ยงที่แท้จริงของหน้าหนาวไทย ไม่ใช่ความเย็น ท้องฟ้าแจ่มใส และอากาศแห้งในหน้าแล้งทำให้บ่อคายความร้อนออกไปตอนกลางคืนได้เร็วมาก บ่อต้นที่ไม่มีอะไรคลุม อาจสวิง 6-8 °C ภายในวันเดียว ปลาที่เจอสรวงแบบนี้ทุกวันจะเครียดสะสมและติดเชื้อง่ายขึ้น แม้ว่าค่าเฉลี่ยของวันจะดูปกติดี ทางแก้ไขใช้ฮีตเตอร์ แต่คือความลึกของบ่อ ปริมาณน้ำที่มากขึ้น และหลังคาหรือผ้าใบคลุมเฉพาะคืนที่อากาศลงต่ำ

สิ่งที่ต้องตัดทิ้งทั้งหมดจากคำแนะนำต่างประเทศ: การหยุดให้อาหารในฤดูหนาว อาหารสูตรมุกข้าวสาลีสำหรับน้ำเย็น การเริ่มระบบใหม่ในฤดูใบไม้ผลิ ภาวะปลาตายหลังฤดูหนาว การเตรียมบ่อเข้าฤดูหนาว น้ำแข็ง และฮีตเตอร์บ่อ ทั้งหมดนี้ไม่มีอะไรอ้างอิงกับสภาพเมืองไทย

อุณหภูมิกับออกซิเจน: บีบสองทางที่นิยามบ่อไทย

น้ำที่อุ่นขึ้นอุ้มออกซิเจนได้น้อยลง นี่เป็นฟิสิกส์ล้วน ๆ ไม่มีทางเลี่ยง

อุณหภูมิ	ออกซิเจนที่อิ่มตัว 100% โดยประมาณ	ความต้องการออกซิเจนของปลา
20 °C	~9.0 มก./ล.	อ้างอิงพื้นฐาน
25 °C	~8.2 มก./ล.	สูงขึ้น
30 °C	~7.5 มก./ล.	สูงขึ้นราวสองเท่าของที่ 20 °C
33 °C	~7.2 มก./ล.	สูงมาก
35 °C	~7.0 มก./ล.	เกินขีดที่บ่อทั่วไปรับไหว

ตัวเลขสองคอลัมน์นี้เดินสวนทางกัน เมื่อบ่อขึ้นจาก 25 °C ไป 32 °C เพดานออกซิเจนลดลงราว 12% ในขณะที่ความต้องการของปลาเพิ่มขึ้นมาก และจุลินทรีย์ในกรองซึ่งก็ใช้ออกซิเจนเหมือนกันก็ทำงานหนักขึ้นด้วย นี่คือนิยามที่การเติมอากาศในบ่อไทยไม่ใช่อุปกรณ์เสริม แต่เป็นโครงสร้างพื้นฐาน

เข้ามิดคือวิกฤตประจำวัน ตลอดสิบสองเดือน

ตลอดคืน ทั้งปลา จุลินทรีย์ในกรอง และสาหร่ายหายใจโดยไม่มีการสังเคราะห์แสงมาชดเชย ออกซิเจนจึงลดลงเรื่อย ๆ และ CO2 สะสมขึ้นเรื่อย ๆ จุดต่ำสุดของทั้งออกซิเจนและ pH อยู่ที่ราว 04:00-06:30 ทุกวัน ไม่ใช่เฉพาะฤดูใดฤดูหนึ่ง

ค่าที่วัดตอนสิบโมงเช้าหรือบ่ายสองจึงเป็นช่วงเวลาที่ให้ข้อมูลน้อยที่สุดของวัน ในสภาพอากาศแบบนี้มันไม่ใช่รายละเอียดปลีกย่อย มันคือคำอธิบายว่าทำไมเจ้าของบ่อถึงประหลาดใจ ทุกครั้งที่มิดจนแล้วว่า "เมื่อวานค่าทุกอย่างปกติ เช้านี้ปลาตาย" ให้สงสัยช่วงเวลานี้ก่อนเสมอ ดูรายละเอียดที่หน้าปลาคาร์พตายเฉียบพลัน

ไฟดับตอนฝนฟ้าคะนอง พายุในหน้าฝนทำให้ไฟดับบ่อย และมันมักดับตอนกลางคืนซึ่งเป็นชั่วโมงที่แย่มากที่สุด บั้มลมหยุด น้ำตกหยุด ในบ่อที่น้ำ 31 °C และเลี้ยงแน่น ออกซิเจนลงถึงจุดอันตรายได้ภายในหนึ่งถึงสองชั่วโมง ระบบเดิมอากาศที่ยังทำงานได้ตอนไฟดับ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องสำรองไฟ บั้มลมแบตเตอรี่ หรือเครื่องปั่นไฟ คือข้อกำหนดของบ่อในเมืองไทย ไม่ใช่ของเสริม

อุณหภูมิกับความเป็นพิษของแอมโมเนีย

แอมโมเนียในน้ำอยู่สองรูป NH_3 อิสระที่เป็นพิษสูง กับ NH_4^+ ที่เป็นพิษต่ำมาก ชุดทดสอบวัดผลรวม สัดส่วนถูกกำหนดโดย pH เป็นหลักและอุณหภูมิเป็นตัวรอง แต่ตัวรองนี้ก็มีความหนักไม่น้อยในช่วงอุณหภูมิของบ่อไทย

แอมโมเนียรวม 0.5 มก./ล. ที่ PH 8.2	NH_3 อิสระโดยประมาณ
ที่ 24 °C	~0.030 มก./ล.
ที่ 28 °C	~0.040 มก./ล.
ที่ 32 °C	~0.055 มก./ล.

ค่าแอมโมเนียรวมเท่ากันเป๊ะ แต่ความเป็นพิษต่างกันเกือบสองเท่าเพียงเพราะอุณหภูมิ และในบ่อจริงมันแยกว่านั่น เพราะวันที่ร้อนคือวันที่แดดแรง สาหร่ายสังเคราะห์แสงเต็มที่ pH ตอนบ่ายจึงสูงขึ้นไปอีก ผลของ pH กับอุณหภูมิจึงซ้อนทับกันในทิศเดียวกัน

ตรงข้ามกันคือช่วงเช้ามืด อุณหภูมิต่ำสุดและ pH ต่ำสุดพร้อมกัน NH_3 จึงต่ำสุด แต่ออกซิเจนก็ต่ำสุดด้วย บ่อจึงมีวิกฤตคนละแบบสองครั้งในหนึ่งวัน คือแอมโมเนียตอนบ่ายและออกซิเจนตอนเช้ามืด

อัตราการเปลี่ยน สำคัญกว่าตัวเลข

ผู้เลี้ยงไทยพูดกันมานานแล้วว่า ค่านี้สำคัญกว่าค่าเป๊ะ และเรื่องอุณหภูมิคือตัวอย่างที่ชัดที่สุดของหลักข้อนี้ ปลาคาร์ฟที่ปรับตัวมาแล้วอยู่ได้สบายที่ 30 °C แต่ปลาตัวเดียวกันอาจช็อกจากการเปลี่ยน 4 °C ในสัปดาห์ เพราะร่างกายมันปรับเอนไซม์และปรับสมดุลออสโมซิสตามอุณหภูมิไม่ทัน

แนวปฏิบัติที่ใช้กันคือ ไม่เกิน 1-2 °C ต่อวัน สำหรับการเปลี่ยนที่ผู้เลี้ยงควบคุมได้ และไม่ควรงิน 1 °C ต่อชั่วโมงในกรณีเร่งด่วน จุดที่มักเกิดการกระชากในบ่อไทย

สถานการณ์	สิ่งที่เกิด	วิธีเลี่ยง
สายยางตากแดด	น้ำ 45-50 °C เข้าบ่อในนาทีแรก	ปล่อยทิ้งจนเย็นก่อนทุกครั้ง
เติมน้ำบาดาลเยอะและเร็ว	เย็นกว่าน้ำบ่อ 4-6 °C เกิดช็อน้ำเย็น	เติมน้ำ กระจายจุด เปิดปั๊มเวียน
ฝนตกหนักหลังแดดจัด	ผิวน้ำเย็นลงเร็วและ pH เฟอร์ริกเจือจางพร้อมกัน	เพิ่มการเวียนน้ำ วัด KH หลังฝน
ย้ายปลาระหว่างบ่อหรือถังกักโรค	ต่างกันหลายองศาโดยไม่รู้ตัว	วัดทั้งสองฝั่งก่อนย้าย ปรับด้วยการหยดน้ำ
ล้างบ่อแล้วเติมใหม่ทั้งบ่อ	เปลี่ยนทั้งอุณหภูมิและเคมีพร้อมกัน	เสี่ยง ใช้การเปลี่ยนน้ำทีละน้อยแทน

ปลาน้ำเข้าจากฤดูหนาวญี่ปุ่น

ตลาดระดับบนของไทยนำเข้าปลาโดยตรงจากฟาร์มญี่ปุ่นพร้อมใบรับรอง และการนำเข้าช่วงปลายปีถึงต้นปีมีเงื่อนไขที่คู้มือฝรั่งไม่เคยเขียนถึง เพราะฝั่งเขาไม่มีปัญหานี้ ปลาที่ถูกจับจากบ่อในน้ำจืดช่วงฤดูหนาวอยู่ในน้ำ 8-12 °C มาตลอด ระบบเผาผลาญและจุลชีพในลำไส้ปรับตัวกับอุณหภูมินั้น จากนั้นมันเดินทางในถุงออกซิเจนหลายชั่วโมง แล้วมาถึงบ่อกักโรคในไทยที่น้ำ 29-31 °C

นั่นคือการเปลี่ยนอุณหภูมิราว 20 °C ซึ่งไม่มีทางทำให้เท่ากับ 1-2 °C ต่อวันได้ในทางปฏิบัติ สิ่งที่ได้ก็คือจัดการให้ดีที่สุด และยอมรับว่าเป็นเหตุการณ์ที่มีความเสี่ยง แนวทางที่ใช้กัน

- **เตรียมบ่อกักโรคให้เย็นกว่าบ่อหลัก** ไม่ต้องถึงอุณหภูมิญี่ปุ่น แต่การเริ่มที่ 24-26 °C แล้วค่อยไต่ขึ้นวันละ 1-2 °C ดีกว่าลงน้ำ 31 °C ทันที
- **วัดน้ำในบ่อก่อนเปิด** อย่าเดา น้ำในบ่อหลังเดินทางมักอุ่นขึ้นมากแล้วและ pH ตกลงเพราะ CO2 สะสม
- **อย่าลอยถุงกลางแดด** การลอยถุงในบ่อไทยตอนกลางวันทำให้น้ำในถุงร้อนเร็วกว่าที่ตั้งใจไว้มาก ให้ทำในร่มหรือในอาคาร
- **ปรับด้วยการหยดน้ำ** ค่อย ๆ เติมน้ำบ่อกักเข้าไปในภาชนะเป็นเวลาอย่างน้อย 45-60 นาที และเติมอากาศตลอดเวลา เพราะ NH3 ในถุงจะเป็นพิษขึ้นทันทีเมื่อ pH กลับขึ้นมา
- **งดอาหาร 24-48 ชั่วโมงแรก** ระบบย่อยยังไม่ได้ปรับมาที่อัตราของน้ำอุ่น
- **เฝ้าออกซิเจนให้นักในสัปดาห์แรก** ปลาที่เพิ่งขึ้นจากน้ำเย็นมาเจอน้ำ 30 °C มีความต้องการออกซิเจนสูงกว่าที่เคยหลายเท่าในทันที

ปลาจากฟาร์มในประเทศหรือจากผู้นำเข้าที่พักปลาไว้แล้วหลายสัปดาห์ไม่มีปัญหานี้ เพราะปรับตัวมาแล้ว ให้ถามผู้ขายเสมอว่าปลาอยู่ในน้ำอุณหภูมิเท่าไรมากี่วัน คำตอบนั้นเปลี่ยนวิธีลงบ่อทั้งหมด

งานวิศวกรรมประจำฤดูของเมืองไทยคือการกันความร้อน

ในประเทศหนาว งานเตรียมบ่อประจำปีคือการกันน้ำแข็งและกันความหนาว ที่นี้มันคือเรื่องกลับด้าน งานคือการเอาความร้อนและแสงแดดออกจากผิวน้ำ

วิธี	ผลที่ได้	ข้อควรระวัง
ความลึกของบ่อ	วิธีที่ได้ผลที่สุด บ่อลึก 1.5 เมตรขึ้นไปสวมน้อยกว่าบ่อ 0.8 เมตรมาก	ตัดสินตอนสร้าง แก๊ทที่หลังยาก
สแลนกันแดด 50-70%	ลดอุณหภูมิผิวน้ำได้หลายองศาในหน้าร้อน	ลดการสังเคราะห์แสงด้วย ซึ่งช่วยเรื่อง <u>น้ำเขียว</u>
หลังคาถาวรหรือโรงเรือน	คุมทั้งแดด ฝน และใบไม้	ถ้าปิดทึบเกินไปจะกลายเป็นเรือนกระจกและร้อนขึ้น ต้องมีช่องระบาย
พืชน้ำและบัว	ให้ร่มเงาและที่หลบ	กลางคืนแยงออกซิเจน อย่าให้คลุมเกินราวหนึ่งในสามของผิวน้ำ
น้ำตกและหัวพ่น	เพิ่มการแลกเปลี่ยนก๊าซ	ตอนกลางวันที่อากาศร้อนกว่าน้ำ อาจพาความร้อนเข้าบ่อได้

หมายเหตุเรื่องความเค็ม: ในหน้าร้อนบ่อระเหยหนัก และเกลือไม่ระเหยตามไปด้วย ความเค็มจึงเข้มข้นขึ้นเรื่อยๆ เมื่อระดับน้ำลด ผู้เลี้ยงที่ใส่เกลือไว้แล้วเติมน้ำขดเขยทุกวันควรอ่านหน้าการใส่เกลือประกอบ

สิ่งที่ควรวัดและวัดตอนไหน

เทอร์โมมิเตอร์อันเดียวที่จุ่มไว้ตอนบ่ายให้ข้อมูลน้อยกว่าที่คิดมาก สิ่งที่มีค่าคือค่าสูงสุดและต่ำสุดของวัน ไม่ใช่ค่า ณ ขณะใดขณะหนึ่ง เทอร์โมมิเตอร์แบบบันทึกค่าสูงสุด-ต่ำสุดราคาไม่แพงและตอบคำถามสำคัญได้ทันที คือบ่อสวิงกี่องศาต่อวัน

วัดที่ความลึกที่ปลาอยู่จริง ไม่ใช่ที่ผิวน้ำ ในบ่อที่ไม่มีการเวียนน้ำดีพอ ผิวน้ำกับก้นบ่ออาจต่างกัน 3-4 °C ตอนบ่าย ซึ่งเป็นทั้งข้อมูลที่ผิดและเป็นปัญหาในตัวมันเอง เพราะแปลว่าน้ำแบ่งชั้นและก้นบ่ออาจขาดออกซิเจน อ่านต่อได้ที่หน้าเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ และค่าน้ำที่ควรรู้

เรื่องที่ต้องแยกให้ขาดทุกครั้งทีพูดถึงความกระด้าง: ภาษาไทยเรียกทั้ง KH และ GH ว่าความกระด้างเหมือนกัน แต่ KH กันไม่ให้ pH แกว่ง / GH ไม่ได้กันอะไรเลย — คนละค่า คนละหน้าที่ ค่าที่ต้องเฝ้าเมื่อบ่ออุ่นและปลากินหนักคือ KH ให้อยู่ในช่วง 6-10 dKH (105-180 มก./ล. CaCO₃) ต่ำกว่า 5 dKH ค่า pH จะเริ่มไม่นิ่ง ต่ำกว่า 3 dKH ถือว่าวิกฤต

H2Koi เข้ามาตรงไหน

H2Koi คือระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแบบต่อเนื่องสำหรับบ่อปลาคาร์ฟที่มีมูลค่าสูง

สำหรับเรื่องอุณหภูมิโดยเฉพาะ ประโยชน์ของการวัดต่อเนื่องคือมันเห็นสิ่งที่การจุ่มเทอร์โมมิเตอร์ตอนบ่ายไม่มีวันเห็น ได้แก่ขนาดของสวิงกลางวันกลางคืนจริง ๆ ของบ่อนั้น จุดต่ำสุดตอน 05:00 และความเร็วที่อุณหภูมิเปลี่ยนหลังฝนตกหนัก sonde วัดโดยตรงซึ่งอุณหภูมิ pH ออกซิเจนละลายน้ำ (ทั้ง มก./ล. และ % อิ่มตัว) ค่าการนำไฟฟ้า ความขุ่น แอมโมเนียม (NH₄) และไนเตรท (NO₃) โดยมี ORP เป็นช่องเสริมที่เลือกติดตั้งได้ แล้วคำนวณต่อเป็น KH แอมโมเนียอิสระ (NH₃) ไนไตรท์ ความเค็ม และ TDS

เพราะ NH₃ ถูกคำนวณจาก pH และอุณหภูมิของนาที่นั่นจริง ๆ เจ้าของจึงเห็นความเป็นพิษที่แท้จริงในบ่อที่ร้อนที่สุด ไม่ใช่แค่ตัวเลขแอมโมเนียมรวมที่ดีความไม่ได้ และค่าออกซิเจนแบบต่อเนื่องก็ทำให้เห็นว่าคืนที่ไฟดับนั้นบ่อลงไปต่ำแค่ไหน

ขอบเขตตามจริง: KH เป็นค่าที่คำนวณ ไม่ใช่การไทเทรต ระบบไม่ได้รายงานค่า GH เลย หัววัดเชิงแสงมีที่ปิดทำความสะอาดตัวเอง นี่คือระบบเตือนล่วงหน้าแบบต่อเนื่องจากเซนเซอร์เกรดอุตสาหกรรม และไม่ได้ตรวจโรคหรือปรสิต

คำถามที่พบบ่อย

น้ำบ่อ 33 °C ในหน้าร้อน อันตรายไหม

อันตรายจากทางอ้อมมากกว่าจากความร้อนโดยตรง ที่ 33 °C ออกซิเจนอิ่มตัวได้เพียงราว 7.2 มก./ล. ขณะที่ปลาและจุลินทรีย์ในกรองต้องการมากที่สุด อีกทั้งสัดส่วน NH₃ อิสระจากแอมโมเนียมรวมตัวเดิมก็สูงขึ้นด้วย สิ่งที่ต้องทำคือเพิ่มการเติมอากาศให้เต็มที่ได้โดยเฉพาะกลางคืน ให้ร่มเงาด้วยสแลน ลดปริมาณอาหารต่อมื้อแล้วเพิ่มความถี่แทน และเฝ้าค่า KH เพราะบ่อที่กินหนักกินบัพเฟอร์เร็ว ตัวเลข 33 °C ที่นี่ยังดีกว่า 30 °C ที่สวิงวันละหลายองศา

เมืองไทยต้องหยุดให้อาหารปลาในหน้าหนาวไหม

ไม่ต้อง เมืองไทยไม่มีฤดูจำศีล ค่าแนะนำเรื่องหยุดให้อาหารในฤดูหนาวและอาหารสูตรน้ำเย็นมาจากคู่มือประเทศเขตหนาวที่บ่อลงไป 4-8 °C ซึ่งไม่มีอยู่จริงที่นี่ ในภาคเหนือที่เข้ามิดอาจแตะ 15-18 °C ควรลดปริมาณลงและให้ในช่วงสายที่น้ำอุ่นขึ้นแล้ว แต่ไม่ใช่หยุด ผลที่ตามมาซึ่งสำคัญกว่าคือ เมื่อปลากินทั้งปี กรองก็ทำงานทั้งปี ค่า KH จึงถูกกินทั้งปี ไม่มีเดือนไหนที่บัพเฟอร์เติมตัวเอง

บ่อผมกลางวัน 31 °C กลางคืน 25 °C ต้องแก้ไขไหม

สวิง 6 °C ต่อวันถือว่าสูงและควรแก้ ปลาที่เจอสวิงขนาดนี้ทุกวันจะเครียดสะสมและติดเชื้อง่ายขึ้น แม้อาเจ็ลจะดูดี สาเหตุที่พบบ่อยคือบ่อขึ้นเกินไปและไม่มีการปรับแก้อาเจ็ลตามประสิทธิภาพคือ เพิ่มความลึกและปริมาตรน้ำ ซึ่งสแลนกันแดด 50-70% เพิ่มการเวียนน้ำเพื่อไม่ให้หน้าแบ่งชั้น และในภาคเหนือช่วงหนาวอาจคลุมเฉพาะคืนที่อากาศลงต่ำ ฮีตเตอร์ไม่ใช่คำตอบสำหรับสภาพเมืองไทย

ปลานำเข้าจากญี่ปุ่นช่วงหน้าหนาว ควรลงบ่ออย่างไร

ปลาที่ออกจากบ่อญี่ปุ่นในฤดูหนาวอยู่ในน้ำ 8-12 °C มาตลอด การลงบ่อไทยที่ 30 °C ทันทีคือการกระชากราว 20 °C แนวทางที่ใช้กันคือเตรียมบ่อกักโรคไว้ที่ 24-26 °C ก่อน แล้วค่อยได้ขึ้นวันละ 1-2 °C ให้น้ำในถุงก่อนเปิดเสมอ อย่างลอยถุงกลางแดด ปรับด้วยการหยดน้ำอย่างน้อย 45-60 นาทีพร้อมเติมอากาศ เพราะ NH3 ในถุงจะเป็นพิษขึ้นทันทีเมื่อ pH กลับขึ้น งดอาหาร 24-48 ชั่วโมงแรก และปล่อยออกซิเจนหนักเป็นพิเศษในสัปดาห์แรก

ทำไมค่าน้ำตอนบ่ายปกติ แต่เข้ามาปลาตาย

เพราะช่วง 04:00-06:30 คือจุดต่ำสุดของทั้งออกซิเจนและ pH ในหนึ่งวัน และเกิดขึ้นทุกวันตลอดสิบสองเดือน ตลอดคืนปลา จุลินทรีย์ในกรอง และสาหร่ายหายใจโดยไม่มีการสังเคราะห์แสงมาชดเชย ออกซิเจนจึงลดลงและ CO2 สะสม การวัดตอนกลางวันจึงเป็นช่วงที่ให้ข้อมูลน้อยที่สุด ไม่ใช่มากที่สุด ในสภาพอากาศแบบไทยนี่คือคำอธิบายหลักของกรณีปลาตายที่เจ้าของบอกว่าเมื่อวานทุกอย่างยังปกติดี

ฝนตกหนักทำให้อุณหภูมิบ่อเปลี่ยนแค่นี้ และต้องกลัวอะไร

ฝนหนักหลังแดดจัดทำให้ผิวน้ำเย็นลงเร็วและเกิดการแบ่งชั้นชั่วคราว แต่ที่ต้องกลัวมากกว่าคือสิ่งที่มาพร้อมกัน น้ำฝนมีแร่ธาตุต่ำมากจึงเจือจางค่า KH ลงได้ภายในบ่ายเดียว น้ำหลากจากรอบบ่อพาอินทรีย์วัตถุลงมาเพิ่มภาระออกซิเจน เมฆหนาลดการสังเคราะห์แสงจนสาหร่ายอาจตายและดึงออกซิเจนลงอีก และพายุมักทำให้ไฟดับตอนกลางคืน สิ่งที่ต้องทำหลังฝนหนักทุกครั้งคือวัด KH และตรวจว่าระบบเติมอากาศยังทำงานอยู่

เกลือในบ่อปลาคาร์ฟ: สิ่งที่เกิดขึ้น ทำได้จริง และสิ่งที่มันทำไม่ได้

เกลือเป็นเครื่องมือที่ดีและราคาถูกที่สุดอย่างหนึ่งของผู้เลี้ยงปลาคาร์ฟ แต่เป็นเครื่องมือที่ถูกใช้ผิดบ่อยที่สุดเช่นกัน เหตุผลหลักมีข้อเดียว คือ **เกลือไม่ระเหย** น้ำระเหยไป เกลืออยู่ที่เดิม เติมน้ำอีกครั้ง มันก็ทับของเก่า จนความเข้มข้นจริงในบ่อไม่มีใครรู้ว่าเท่าไร หน้านี้อธิบายว่าเกลือทำงานอย่างไร ทำไมต้องใส่ตามค่าที่วัดได้ และเกลือไปดีกับอะไรบ้าง

สรุปสั้น

- เกลือช่วย 3 เรื่องจริง คือ ลดการการปรับสมดุลน้ำในตัวปลา (osmoregulation), **ป้องกันพิษไนไตรท์** และช่วยจัดการปรสิตภายนอกบางชนิดที่ความเข้มข้นสูง
- เกลือ **ไม่** ช่วยเรื่องแอมโมเนีย ไม่ช่วยเรื่องค่า pH ไม่เพิ่มออกซิเจน (กลับลดค่าอิ่มตัวลงเล็กน้อย) และ **ไม่มีผลต่อค่า KH เลย**
- เกลือออกจากบ่อได้ทางเดียวคือ การเปลี่ยนน้ำ ถูกร้อนน้ำระเหย ความเข้มข้นเกลือจะ **สูงขึ้น** เอง ฤดูฝนน้ำฝนลงบ่อ ความเข้มข้นจะ **เจือจางลง** เอง ทั้งสองทางเกิดขึ้นโดยที่ผู้เลี้ยงไม่ได้ทำอะไรเลย
- $1 \text{ mg/L} = 1 \text{ ppm}$ ความเข้มข้น $0.3\% = 3 \text{ กิโลกรัมต่อคิว}$ (ลูกบาศก์เมตร)
- อย่าใส่เกลือตามความรู้สึกว่า “ไม่ได้ใสมานานแล้ว” ให้ใส่ตามค่าความนำไฟฟ้า/ความเค็มที่วัดได้จริง

เกลือทำอะไรได้จริง

1. ลดการการปรับสมดุลน้ำในตัวปลา

ปลาคาร์ฟเป็นปลาน้ำจืด ของเหลวในตัวปลามีความเข้มข้นของเกลือประมาณ 0.9% ส่วนน้ำในบ่อเกือบเป็น 0% น้ำจึงไหลเข้าตัวปลาตลอดเวลาตามหลักออสโมซิส และไตของปลาต้องขับน้ำส่วนเกินออกทิ้งตลอดเวลาเช่นกัน งานส่วนนี้กินพลังงาน เมื่อเราเติมเกลือลงบ่อ ความต่างระหว่างในตัวปลากับน้ำรอบตัวลดลง ปลาจึงใช้พลังงานส่วนนี้น้อยลง

ประโยชน์นี้ชัดที่สุดกับปลาที่กำลังบาดเจ็บ ผิดลอก เกล็ดหลุด หรือเพิ่งชนส่งมา เพราะแผลเปิดคือจุดที่ปลาเสียการควบคุมสมดุลน้ำมากที่สุด ที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ ราว 0.1-0.15% ก็เห็นผลแล้ว ไม่จำเป็นต้องแรง

2. ป้องกันพิษไนไตรท์ – ข้อนี้สำคัญที่สุด

ไนไตรท์ (NO_2) เข้าสู่กระแสเลือดปลาผ่านเหงือก โดยใช้ช่องทางเดียวกับที่ปลาใช้ดูดคลอไรด์ (Cl^-) เข้าตัว เมื่อเข้าไปแล้ว มันจับกับฮีโมโกลบินกลายเป็นเมทฮีโมโกลบิน ซึ่งขนส่งออกซิเจนไม่ได้ ปลาจึงขาดออกซิเจน **ทั้งที่น้ำมีออกซิเจนปกติ** เลือดและเหงือกจะออกสีน้ำตาล

คลอไรด์จากเกลือแกลงเข้าไปแย่งช่องทางนั้น เมื่อในน้ำมีคลอไรด์มากพอ ไนไตรท์จะเข้าตัวปลาได้น้อยลงมาก นี่เป็นเหตุผลเดียวที่แข็งแรงที่สุดในการใส่เกลือ และเป็นเหตุผลที่บ่อที่กำลัง รันระบบกรองใหม่ ควรมีเกลืออยู่ในน้ำ ราว 0.1-0.2% ตลอดช่วงนั้น

3. จัดการปรสิตร่างนอกบางชนิด

ที่ 0.3-0.5% ต่อเนื่องหลายวัน เกือบทุกปรสิตร่างนอกที่ผิวหนังบางชนิดได้ และมักใช้ในบ่อพักปลาใหม่ก่อนปล่อยลงบ่อหลัก แต่ต้องพูดให้ตรงว่า เกือบ ไม่ใช่ ยาครอบจักรวาล ปรสิตร่างนอกชนิดที่พบบ่อยในบ่อไทยทนเกลือระดับนี้ได้สบาย และปรสิตร่างนอกในไม่ได้รับผลอะไรเลย การใส่เกลือ 0.3% ค้างไว้ตลอดปี “เพื่อไว้” ไม่ได้ป้องกันอะไร แต่คัดเลือกให้เหลือแต่ตัวที่ทนเกลือ

สิ่งที่เกลือทำได้ – และมักถูกเข้าใจผิด

ความเชื่อ	ความจริง
เกลือช่วยลดแอมโมเนีย	ไม่ช่วย แอมโมเนียลดได้ด้วยกรองชีวภาพและการเปลี่ยนน้ำเท่านั้น เกลือไม่ได้ทำให้แอมโมเนียมีพิษน้อยลงเหมือนที่ทำกับไนไตรท์
เกลือช่วยคุมค่า pH	ไม่มีผล NaCl เป็นเกลือของกรดแก่กับเบสแก่ ไม่มีฤทธิ์บัฟเฟอร์ ตัวที่กันค่า pH แกว่งคือ ค่า KH ไม่ใช่เกลือ
เกลือเพิ่มออกซิเจน	ตรงกันข้าม น้ำที่มีเกลือละลายอยู่มักออกซิเจนได้น้อยลง เล็กน้อย ในบ่อไทยที่ 30 °C ค่าอิ่มตัวอยู่ราว 7.5 mg/L อยู่แล้ว ที่ 0.3% ผลกระทบไม่มาก แต่ไม่ใช่ข้อดี
เกลือแทนการเปลี่ยนน้ำได้	ไม่ได้ เกลือไม่ได้เอาไนเตรท ฟอสเฟต หรือของเสียละลายน้ำออกไปไหน
เกลือเพิ่มความกระด้าง	ไม่เกี่ยวกัน ความกระด้างทั้งหมด (GH) คือแคลเซียมและแมกนีเซียม ส่วน KH คือคาร์บอเนต เกลือแกงไม่ให้ทั้งสองอย่าง

แยก KH กับ GH ให้ขาดทุกครั้ง ภาษาไทยเรียกทั้งคู่ว่า “ความกระด้าง” จึงสับสนง่ายมาก KH (ค่าความกระด้างคาร์บอเนต หรือที่ฟาร์มกุ้งฟาร์มปลาเรียกว่า ค่าความเป็นด่าง / อัลคาลินิตี) คือตัวที่กันไม่ให้ pH แกว่ง ส่วน GH (ความกระด้างทั้งหมด — แคลเซียมและแมกนีเซียม) ไม่ได้กันอะไรเลย คนละค่า คนละหน้าที่ และเกลือแกงไม่ได้เพิ่มค่าไหนทั้งนั้น

หัวใจของหน้านี้: เกลือไม่ระเหย

น้ำระเหยออกจากบ่อ เกลือไม่ได้ตามออกไปด้วย มันค้างอยู่ในน้ำที่เหลือ ความเข้มข้นจึงสูงขึ้นเองโดยที่ผู้เลี้ยงไม่ได้เติมอะไรเลย

ในเมืองไทยข้อนี้ไม่ใช่รายละเอียดปลีกย่อย ช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม บ่อตั้งหรือบ่อที่มีหลังคาคลุมวิ่งอยู่ที่ 30-34 °C การระเหยหนักมาก บ่อที่ลดระดับลงวันละไม่กี่มิลลิเมตรก็สะสมเป็นหลายเปอร์เซ็นต์ของปริมาตรภายในหนึ่งสัปดาห์

ตัวอย่างที่เกิดขึ้นจริง

บ่อ 20 คิว ผู้เลี้ยงใส่เกลือ 60 กิโลกรัม ได้ 0.3% พอดี

- สองสัปดาห์ผ่านไปในวันร้อน น้ำระเหยไป 10% เหลือ 18 คิว เกลือยังเป็น 60 กิโลกรัมเท่าเดิม ความเข้มข้นขึ้นเป็น 0.33%
- ผู้เลี้ยงเห็นน้ำลด จึงเติมน้ำใหม่ 2 คิว กลับมาที่ 20 คิว ความเข้มข้นกลับลงมา 0.3% ตามเดิม — จนถึงตรงนี้ยังปกติ
- อีกสองสัปดาห์ ปลายมีอากาศนิดหน่อย ผู้เลี้ยงคิดว่า “เกลือคงจางแล้ว” จึงใส่เพิ่มอีก 60 กิโลกรัม ตอนนี้อยู่ที่ 0.6%

- ไม่มีใครวัด ไม่มีใครรู้ ปลาเริ่มไม่กินอาหาร พืชในบ่อกรองพืชตายหมด และถ้ามีการใช้ยาซ้ำในระดับความเค็มนี้ ความเสี่ยงจะเพิ่มขึ้นอีกชั้นหนึ่ง

นี่คือลำดับเหตุการณ์ที่พบบ่อยที่สุด และป้องกันได้ด้วยการวัดค่าเดียว

ฤดูฝนต้นไปคนละทาง

ช่วงพฤษภาคมถึงตุลาคม ฝนตกหนักคืนเดียวเติมน้ำเข้าบ่อได้หลายเปอร์เซ็นต์ของปริมาตร บวกกับน้ำฝนและน้ำไหลลงบ่อจากพื้นรอบ ๆ ความเข้มข้นเกลือที่ดังใจไว้ที่ 0.3% อาจเหลือ 0.2% ภายในบายเดียว ถ้ากำลังใช้เกลือคุมไนโตรที่อยู่ในช่วงรันระบบ นั้นแปลว่าเกราะป้องกันบางลงพอดีกับที่ฝนพัดพาสารอินทรีย์ลงบ่อและกดออกซิเจน

สรุปคือ ความเข้มข้นเกลือในบ่อไทยไม่นิ่ง มันเลื่อนขึ้นในหน้าร้อนและเลื่อนลงในหน้าฝน โดยไม่ต้องมีใครทำอะไรทั้งสิ้น หลักการที่ผู้เลี้ยงไทยพูดกันอยู่แล้วว่า **ค่านี้สำคัญกว่าค่าเป๊ะ** ใช้ได้กับความเค็มเหมือนกับที่ใช้ได้กับ pH และวิธีทำให้นิ่งมีทางเดียวคือรู้ว่าตอนนี้อยู่ที่เท่าไร

ตารางความเข้มข้นและปริมาณต่อคิว

ความเข้มข้น	ปริมาณเกลือ	ประมาณ MG/L	ใช้เมื่อไร
0.10%	1 กก. ต่อคิว	1,000 mg/L	ประคองปลาบาดเจ็บ ปลาใหม่ ลดการออกซิโมซิส ใช้ยาวได้โดยไม่กระทบระบบกรองมาก
0.15-0.20%	1.5-2 กก. ต่อคิว	1,500-2,000 mg/L	ป้องกันพืชในไตร่ระหว่างรันระบบกรอง ระดับที่คุ้มค่าที่สุดสำหรับบ่อใหม่
0.30%	3 กก. ต่อคิว	3,000 mg/L	ระดับรักษาปรสิตภายนอกทั่วไป ควรเป็นการรักษาเป็นรอบ ไม่ใช่ค่าประจำของบ่อ
0.50%	5 กก. ต่อคิว	5,000 mg/L	เฉพาะบ่อพักปลาที่ควบคุมได้และเฝ้าดูตลอด พืชน้ำตาย ระบบกรองชีวภาพทำงานช้าลงชัดเจน

ตัวเลขเหล่านี้เป็นแนวปฏิบัติที่ใช้กันทั่วไปในวงการปลาแคร์ฟ ไม่ใช่ใบสั่งยา บ่อแต่ละบ่อ ความหนาแน่นปลา และน้ำต้นทางต่างกัน ให้ยึดค่าที่วัดได้จากบ่อของตัวเองเป็นหลักเสมอ

วิธีใส่ที่ถูก คำนวณจากปริมาตรจริงของบ่อ (รวมบ่อกรองด้วย ไม่ใช่แค่บ่อโซว) แล้วละลายเกลือในถังน้ำก่อน ค่อย ๆ เทกระจายตามจุดที่น้ำไหลแรง ห้ามเทเกลือเม็ดลงพื้นบ่อโดยตรง เพราะปลาที่ว่ายผ่านชั้นน้ำเค็มจัดที่ก้นบ่อจะโดนน้ำเค็มเข้มข้นสูงมากที่เหงือกโดยตรง และให้ทยอยใส่ให้ครบภายใน 12-24 ชั่วโมง ไม่ใช่ทีเดียวจบ

ใช้เกลือชนิดไหน

- **ใช้ได้** เกลือทะเลเม็ด หรือเกลือสินเธาว์ที่ไม่เสริมไอโอดีนและไม่ผสมสารกันจับตัว ยิ่งเป็นเกลือที่ขายสำหรับฟาร์มสัตว์น้ำยิ่งดีเพราะปริมาณตรงและราคาต่อกระสอบสมเหตุผล
- **เลี่ยง** เกลือแกลงเสริมไอโอดีน เกลือปรุทพิทย์ เกลือที่ผสมสารกันเค้ก (anti-caking) และเกลือสำหรับเครื่องกรองน้ำอ่อนที่มีสารเติมแต่ง
- **อย่าใช้** เกลือละลายน้ำแข็งหรือเกลืออุตสาหกรรมที่ไม่ระบุส่วนประกอบ

เกลือไปดีกับอะไรบ้าง

ใช้ร่วมกับ	ผลที่ต้องรู้
ไนโตรเจน	ผลดี คลอไรต์แย่งของทางกับไนโตรเจนที่เหวี่ยง นี่คือการใส่เกลือที่มีหลักฐานหนักแน่นที่สุด
ฟอสฟอรัส / มาลาไคท์กรีน	ต้องระวังมาก ทั้งคู่ดูดออกซิเจนในน้ำ และฉลากยาส่วนใหญ่อ้างถึงกับน้ำที่ไม่มีเกลือ เมื่อรวมกับน้ำ 30-32 °C ที่ออกซิเจนอิ่มตัวต่ำอยู่แล้ว ความเสี่ยงซ้อนกันสามชั้น ถ้าจะใช้ ต้องเปิดอากาศเต็มที่และเฝ้าดูตลอด
ต่างหับทิม (KMnO4)	สารอินทรีย์ในน้ำทำให้ปริมาณที่ต้องใช้เดาไม่ได้อยู่แล้ว การมีเกลือค้างในบ่อทำให้ประสิทธิภาพของปลายากขึ้นไปอีก ควรจัดการที่ละเอียด
ยาปฏิชีวนะในอาหาร	ไม่ติดกันโดยตรง แต่ถ้าปลาไม่กินเพราะเครียดจากความเค็มที่สูงเกินไป ยาก็ไม่เข้าตัวปลา
พืชน้ำและบ่อกรองพืช	ผักตบชวา พุทธรักษา ผักบุ้ง และบัว ทนเกลือได้ไม่ดี ที่ 0.3% ขึ้นไปมักเริ่มตาย และพืชที่ตายเน่าอยู่ในระบบคือภาระออกซิเจนก้อนใหญ่
ระบบกรองชีวภาพ	จุลินทรีย์ในกรองทนได้ที่ 0.1-0.3% แต่จะช้าลง การกระโดดจาก 0% ไป 0.5% ในครั้งเดียวรบกวนระบบชัดเจน ยิ่งช่วงกำลังเซ็ตระบบยิ่งต้องค่อยเป็นค่อยไป

วัดอย่างไร

ความเค็มในบ่อวัดทางอ้อมจาก **ค่าความนำไฟฟ้า (conductivity)** เพราะไอออนที่ละลายอยู่ในน้ำนำไฟฟ้าได้ ยิ่งเกลือมากค่าความนำไฟฟ้ายิ่งสูง จากนั้นจึงคำนวณกลับเป็นความเค็มและ TDS

ข้อจำกัดที่ต้องเข้าใจ และในเมืองไทยสำคัญกว่าที่อื่น คือค่าความนำไฟฟ้าไม่ได้แยกแยะว่าไอออนนั้นมาจากอะไร บ่อจำนวนมากในไทยใช้ **น้ำบาดาล** ซึ่งมีแร่ธาตุละลายอยู่สูงตั้งแต่ต้นทาง บางแหล่งมีเหล็กหรือแมงกานีส บางแหล่งกร่อยอยู่แล้ว น้ำแบบนั้นให้ค่าความนำไฟฟ้าสูงโดยที่ยังไม่ได้ใส่เกลือเลยแม้แต่กิโลเดียว

วิธีจัดการคือ **วัดน้ำต้นทางของตัวเองก่อน** แล้วถือนั่นเป็นเส้นฐาน ส่วนที่เพิ่มขึ้นจากเส้นฐานคือเกลือที่เราใส่เข้าไป อย่าอ่านตัวเลขความเค็มดิบ ๆ แล้วสรุปว่าเป็นเกลือทั้งหมด

เอาเกลือออกอย่างไร

ทางเดียวคือ **เปลี่ยนน้ำ** ไม่มีสารเคมี ไม่มีวิธีดูดกรอง ไม่มีจุลินทรีย์ตัวไหนที่กำจัดเกลือได้ และการเติมน้ำชดเชยการระเหยไม่นับเป็นการเอาเกลือออก เพราะมันแค่คืนความเข้มข้นเดิม

คณิตศาสตร์ตรงไปตรงมา แต่ช้ากว่าที่คนส่วนใหญ่คิด เพราะการเปลี่ยนน้ำแต่ละครั้งเอาเกลือออกเป็น **สัดส่วน** ของที่เหลืออยู่ ไม่ใช่ปริมาณคงที่ เปลี่ยนน้ำ 20% จะลดความเข้มข้นเกลือลง 20% เช่นจาก 0.30% เหลือ 0.24% รอบถัดไปลดอีก 20% ของ 0.24% ไม่ใช่ของ 0.30% ดังนั้นถ้าต้องการลดจาก 0.5% ลงมาที่ 0.1% ต้องเปลี่ยนน้ำ 20% รวบรวมรอบ รวมเป็นน้ำสะสมประมาณ 160% ของปริมาตรบ่อ นี่เป็นอีกเหตุผลว่าทำไมการใส่เกลือแบบกะเอาจึงแพงกว่าที่คิด

จังหวะตรวจที่แนะนำสำหรับบ่อในเมืองไทย

- ตรวจความเค็ม/ค่าความนำไฟฟ้า **สัปดาห์ละครั้ง** ตลอดปี บ่อที่ให้อาหารหนักควรถี่กว่านั้น
- ตรวจเพิ่ม **หลังฝนตกหนักทุกครั้ง** เพราะทั้งความเค็มและ **ค่า KH** ถูกเจือจางพร้อมกัน
- ตรวจเพิ่มใน **ช่วงมีนาคมถึงพฤษภาคม** ที่การระเหยแรงที่สุด
- ตรวจก่อนใส่เกลือ **ทุกครั้ง** ไม่มีข้อยกเว้น

อาการที่บ่งบอกว่าเกลือสูงเกินไป ปลาไม่กินอาหาร นอนก้นบ่อ ครีบหุบ ผลิตเมือกมากผิดปกติจนน้ำเป็นฟอง พืชน้ำแห้งเหี่ยวหรือเหลืองพร้อมกัน และค่าไนไตรท์กับแอมโมเนียขยับขึ้นเพราะระบบกรองถูกกด ถ้าเจออาการเหล่านี้ อย่าเดา ให้วัดก่อน แล้วค่อย ๆ เปลี่ยนน้ำลงมา อย่ารีบเปลี่ยนน้ำก่อนใหญ่ในทีเดียว เพราะการเหวี่ยงกลับก็เป็นความเครียดอีกแบบ

เกลือกับภาพรวมของบ่อ

เกลือแก้ปัญหาดูได้แคบมาก และปัญหาที่ทำให้ปลาคาร์ฟตายในบ่อไทยส่วนใหญ่ไม่ใช่ปัญหาที่เกลือแก้ได้ ได้แก่ ออกซิเจนละลายน้ำ ที่ต่ำที่สุดช่วงตี 4 ถึง 6 โมงครึ่ง ภาวะ pH ตกฮวบ (pH crash) หลังฝนชะบัพเฟอร์ไปหมด และ แอมโมเนียกับไนไตรท์ จากระบบกรองที่ยังไม่พร้อม เกลือช่วยเรื่องที่สามารถได้บางส่วนเท่านั้น

ถ้าจะจำอย่างเดียวยกจากหน้านี้ ให้จำว่า เกลือเป็นค่าที่ต้องรู้ ไม่ใช่ของที่เติมตามอารมณ์

คำถามที่พบบ่อย

ใส่เกลือค้างไว้ในบ่อตลอดปีดีไหม

ไม่แนะนำในระดับรักษา (0.3% ขึ้นไป) เพราะปรสิตที่ทนเกลือจะถูกคัดเลือกให้เหลืออยู่ พืชในบ่อกรองพืชตาย และเมื่อถึงเวลาที่ต้องใช้เกลือรักษาจริง ๆ ก็ไม่เหลือของให้เพิ่มความเข้มข้นแล้ว ระดับต่ำราว 0.1% ในบ่อที่มีปลาบอบช้ำหรือกำลังร่นระบบเป็นอีกเรื่อง แต่ต้องรู้ค่าที่แท้จริงตลอดเวลา เพราะในหน้าร้อนน้ำระเหยจะดันความเข้มข้นขึ้นเองโดยไม่ต้องเติมอะไร

บ่อระเหยเยอะมากในหน้าร้อน ควรเติมเกลือตามน้ำที่เติมไหม

ไม่ต้อง และไม่ควร น้ำที่ระเหยไปคือน้ำบริสุทธิ์ เกลือไม่ได้ระเหยตามไปด้วย ดังนั้นเมื่อเติมน้ำใหม่กลับเข้าไปให้ไ้ระดับเดิม ความเข้มข้นเกลือก็กลับมาเท่าเดิมพอดี ถ้าเติมเกลือตามน้ำที่เติมด้วย ความเข้มข้นจะไ้ขึ้นทุกครั้งที่เติมน้ำ และภายในหนึ่งฤดูร้อนอาจสูงกว่าที่ตั้งใจไว้เท่าตัว ให้ใส่เกลือเพิ่มเฉพาะเมื่อวัดแล้วพบว่าต่ำกว่าเป้าจริง ๆ เท่านั้น

ฝนตกหนักทั้งคืน ความเค็มในบ่อจะเปลี่ยนไหม

เปลี่ยน น้ำฝนเป็นน้ำอ่อนที่แทบไม่มีแร่ธาตุ ฝนหนักหนึ่งคืนบวกน้ำที่ไหลลงบ่อจากพื้นรอบ ๆ เจือจางทั้งความเค็มและค่า KH ไปพร้อมกัน บ่อที่ตั้งไว้ 0.3% อาจเหลือ 0.2% ภายในบ่ายเดียว ถ้ากำลังใช้เกลือคุมพิษไนไตรท์อยู่ ควรวัดซ้ำหลังฝนหยุดเสมอ และตรวจค่า KH ควบคู่ไปด้วยเพราะมันถูกเจือจางด้วยกลไกเดียวกัน

ใส่เกลือแล้วค่า pH จะนิ่งขึ้นไหม

ไม่ เกลือแกล้งไม่มีฤทธิ์บัฟเฟอร์เลย ตัวที่ทำให้ pH นิ่งคือค่า KH (ค่าความกระด้างคาร์บอเนต หรืออัลคาลินิตี) ในช่วง 6-10 dKH (ประมาณ 110-180 mg/L CaCO₃) หลักที่ผู้เลี้ยงไทยพูดกันว่าค่านี้สำคัญกว่าค่าเป้นั้นถูกต้อง และ KH คือกลไกที่ทำให้นิ่งได้จริง ส่วนเกลือไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้

ใช้เครื่องวัด TDS ราคาถูกวัดความเค็มบ่อได้ไหม

ได้ในระดับหนึ่ง แต่ต้องเข้าใจว่ามันวัดค่าความนำไฟฟ้าของไอออนทั้งหมด ไม่ได้แยกว่าเป็นเกลือแกงหรือแร่ธาตุอื่น บ่อที่ใช้ น้ำบาดาลมักมีค่าพื้นฐานสูงอยู่แล้วจากแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก หรือความกร่อยของแหล่งน้ำ วิธีที่ใช้ได้จริงคือวัดน้ำต้นทางไว้เป็นเส้นฐานก่อน แล้วดูเฉพาะส่วนที่เพิ่มขึ้นจากเส้นฐานนั้น

ระหว่างรันระบบกรองบ่อใหม่ ควรใส่เกลือเท่าไร

ราว 0.15-0.3% เป็นระดับที่ผู้เลี้ยงส่วนใหญ่ใช้ เพราะคลอไรด์จะแย่งช่องทางกับไนไตรท์ที่เหงือกปลา ทำให้ช่วงไนไตรท์พีคปลอดภัยขึ้นมาก ข้อควรระวังคือความเค็มระดับนี้ทำให้จุลินทรีย์ในกรองทำงานช้าลงเล็กน้อย ระบบจึงใช้เวลานานขึ้นบ้าง และต้องวัดค่า KH ควบคู่ไปด้วยเพราะกระบวนการย่อยแอมโมเนียกิน KH หนักมากในช่วงนี้



น้ำเขียวและสาหร่ายในบ่อปลาคาร์ฟ: สีไม่ใช่ปัญหา การแกว่งต่างหากที่ฆ่าปลา

ผู้เลี้ยงส่วนใหญ่มองน้ำเขียวเป็นปัญหาเรื่องความสวยงาม มองปลาไม่เห็น จึงหาวิธีทำให้น้ำใส แต่ในทางเทคนิค น้ำเขียวไม่ใช่โรค มันคือ **อาการ** ที่บอกว่ามีสารอาหารเหลือเฟือ แสงเต็มที่ และน้ำอุ่น — ซึ่งในเมืองไทยมีครบทั้งสามอย่างตลอดสิบสองเดือน และอันตรายที่แท้จริงของมันไม่ได้อยู่ที่สี แต่อยู่ที่แอมพลิจูดของการแกว่งของออกซิเจนกับ pH ในรอบวัน

สรุปสั้น

- สาหร่ายบลูมคืออาการของสารอาหารส่วนเกิน (ไนเตรท ฟอสเฟต จากอาหารและของเสีย) บวกแสงและความอุ่น ไม่ใช่สาเหตุในตัวมันเอง
- กลางวันสาหร่ายสังเคราะห์แสง ดึง CO2 ออกจากน้ำ ออกซิเจนพุ่ง pH พุ่ง กลางคืนสาหร่ายหายใจปล่อย CO2 ออกซิเจนดิ่ง pH ดิ่ง **ช่วง 04:00-06:30 คือจุดวิกฤตประจำวัน ทุกเดือน**
- ค่าความขุ่นอย่างเดียว **แยกไม่ออก** ว่าน้ำขุ่นเพราะสาหร่ายแขวนลอยหรือเพราะตะกอนดินที่ฝนชะลงบ่อ ทั้งสองอย่างกระเจิงแสงเหมือนกัน
- ช่องวัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (ทางเลือกเสริม) อ่านค่าเรืองแสงของรงควัตถุไฟโคไชยานิน ซึ่งจำเพาะกับไซยาโนแบคทีเรีย รายงานเป็น **แนวนอน ไม่ใช่จำนวนเซลล์ และ ไม่ได้วัดสารพิษ**
- ตะใคร่เส้นเป็นคนละปัญหากับน้ำเขียว วิธีแก้คนละทาง และมักแข่งกันเองด้วยซ้ำ

ทำไมบ่อไทยจึงเขียวได้ตลอดปี

คู่มือปลาการ์ฟจากยุโรปหรือญี่ปุ่นจะพูดถึง “สาหร่ายบลูมช่วงต้นฤดูใบไม้ผลิ” เพราะที่นั่นแสงกลับมาก่อนที่ระบบกรองจะฟื้นจากฤดูหนาว บ้านเรานั้นไม่มีปรากฏการณ์นี้เลย เพราะไม่มีฤดูหนาวให้ระบบหยุด แสงแดดมีวันละราว 12 ชั่วโมงเกือบเท่ากันทั้งปี น้ำอยู่ในช่วง 26-34 °C ตลอด และปลาก็กินอาหารตลอด

ผลคือ **แรงกดดันให้เกิดบลูมไม่เคยปิดสวิตช์** สิ่งที่เปลี่ยนไปตามฤดูไม่ใช่ว่าจะมีสาหร่ายหรือไม่ แต่คือ

- **หน้าร้อน (มีนาคม-พฤษภาคม)** แดดจัดที่สุด น้ำร้อนที่สุด บลูมหนาแน่นที่สุด และค่าอัมมัวของออกซิเจนต่ำที่สุดพอดีที่ 30 °C อยู่ราว 7.5 mg/L และที่ 35 °C เหลือราว 7.0 mg/L ขณะที่ความต้องการออกซิเจนของปลาและของแบคทีเรียสูงที่สุด
- **หน้าฝน (พฤษภาคม-ตุลาคม)** เมฆปิดหลายวันติด สาหร่ายสังเคราะห์แสงไม่ได้ บลูมล่มและเน่าลงกันบ่อ ออกซิเจนหายไปพร้อมกัน นี่คือช่วงที่อันตรายที่สุดของปี ไม่ใช่หน้าร้อน
- **หน้าหนาว/แล้ง (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)** ในภาคกลางแดดยังแรง บลูมยังอยู่ ทางภาคเหนือคืบที่ฟ้าใสและแห้งทำให้ส่วนต่างกลางวัน-กลางคืนกว้างที่สุดในรอบปี ซึ่งไปกันคนละทางกับที่คนคิดว่า “หน้าหนาวปลอดภัย”

อันตรายจริง: กราฟที่แกว่งขึ้นลงทุก 24 ชั่วโมง

เมื่อสาหร่ายทุกเซลล์ทำสองอย่าง กลางวันมันสังเคราะห์แสง ดึงคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากน้ำและปล่อยออกซิเจน กลางคืนมันหยุดสังเคราะห์แสงแต่ยังหายใจอยู่ คือใช้ออกซิเจนและปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ เหมือนกับปลา แบคทีเรีย และทุกสิ่งมีชีวิตในบ่อ

ในบ่อที่บวมหนา ผลรวมของหลายพันล้านเซลล์ทำให้เกิดภาพประมาณนี้

เวลา	ออกซิเจนละลายน้ำ	PH	เกิดอะไรขึ้น
15:00-17:00	สูงมาก อาจเกิน 12 mg/L (เกินอิ่มตัว)	สูงสุด อาจถึง 9.0-9.5	สังเคราะห์แสงเต็มที่ CO2 ถูกดึงออกจนหมด
21:00	เริ่มลด	เริ่มลด	สังเคราะห์แสงหยุด เหลือแต่การหายใจ
02:00	ต่ำ	ต่ำ	CO2 สะสมมาหลายชั่วโมง
04:00-06:30	ต่ำสุดของวัน อาจเหลือ 2-3 mg/L	ต่ำสุดของวัน	จุดวิกฤต ปลาลอยหัวสูบอากาศตรงนี้
09:00	ฟื้นขึ้นเร็ว	ฟื้นขึ้นเร็ว	ผู้เลี้ยงตื่นมาเห็นน้ำ “ปกติ” และไม่รู้ว่าจะอะไรขึ้นตอนดึก

ตรงนี้เป็นเหตุผลว่าทำไมการวัดค่าน้ำตอนสาย ๆ หรือตอนบ่ายจึงเป็นการวัดที่ให้ข้อมูลน้อยที่สุดในรอบวัน ในสภาพอากาศแบบบ้านเรานี้ไม่ใช่รายละเอียดเล็ก ๆ แต่เป็นสาเหตุหลักที่ผู้เลี้ยง “ประหลาดใจ” เมื่อปลาตายเฉียบพลันทั้งที่วัดค่าแล้วทุกอย่างดูดี

pH ที่สูงกลางวันมีราคาของมัน

สัดส่วนระหว่างแอมโมเนียมที่ไม่มีพิษ (NH4) กับแอมโมเนียอิสระที่มีพิษ (NH3) ถูกกำหนดด้วย pH และอุณหภูมิ ยิ่ง pH สูงและน้ำยิ่งร้อน สัดส่วนของ NH3 ยิ่งมาก บ่อที่บวมหนาจึงดัน pH ขึ้นไปถึง 9 ในช่วงบ่ายของน้ำที่ 32 °C พอดี ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่ทำให้แอมโมเนียรวมเพียงเล็กน้อยกลายเป็นพิษได้จริง อ่านรายละเอียดในหน้า [แอมโมเนียและไนไตรท์](#)

และ KH คือสิ่งเดียวที่ควบคุมความแรงของการแกว่งนี้

ค่า KH (ค่าความกระด้างคาร์บอเนต หรือค่าความเป็นด่าง / อัลคาลินิตี) คือบัฟเฟอร์ของบ่อ คือตัวรับแรงกระแทกของค่า pH ในบ่อที่ KH อยู่ในช่วง 6-10 dKH (ประมาณ 110-180 mg/L CaCO3) การแกว่งประจำวันจากบวมจะอยู่แค่เศษส่วนของหนึ่งหน่วย pH ในบ่อที่ KH ตกลงมาเหลือ 2-3 dKH บวมชุดเดียวกันจะเหวี่ยง pH ได้เป็นหน่วยเต็ม ๆ ขึ้นลงทุกวัน

ข้อควรระวังที่ไม่ค่อยมีใครพูด เมื่อ CO2 ในน้ำถูกใช้จนหมดในช่วงบ่ายที่บวมหนา สาหร่ายบางกลุ่มจะหันไปดึงคาร์บอนจากไบคาร์บอเนตในน้ำโดยตรง ซึ่งก็คือค่า KH ของเรานั้นเอง บ่อที่เขียวจัดจึงกิน KH ทั้งจากทางกระบวนการย่อยแอมโมเนียในกรอง และจากสาหร่ายเอง แล้วพอบัฟเฟอร์บางลง การแกว่งก็ยิ่งแรงขึ้น เป็นวงจรที่เร่งตัวเอง

และเนื่องจาก pH เป็นตัวชี้วัดตามหลัง โดยธรรมชาติของมัน คือมันจะไม่ยับจนกว่าเกราะจะหมดไปแล้ว ส่วน KH เป็นตัวชี้วัดนำหน้า ผู้เลี้ยงที่เฝ้าดูแต่ pH จะได้สัญญาณเข้าไปเสมอ

สถานการณ์ที่อันตรายที่สุดในบ่อไทย: บวมลุ่มพร้อมไฟดับ

ลำดับเหตุการณ์นี้เกิดขึ้นจริงทุกฤดูฝน

1. บ่อเขียวจัดมาหลายสัปดาห์ ผู้เลี้ยงเคยชิน ปลากินดี ให้อาหารตามปกติ
2. พายุเข้า ฟ้าปิดสองสามวัน แสงลดลงมาก สาหร่ายจำนวนมากสาหร่ายจางจนมองไม่เห็น
3. สาหร่ายที่ตายกลายเป็นสารอินทรีย์ที่แบคทีเรียย่อย ซึ่งการย่อยนั้น ใช้ออกซิเจน ในปริมาณมหาศาล
4. ฝนชะน้ำจากพื้นรอบบ่อลงมาพร้อมสารอินทรีย์เพิ่มอีก และเจือจางค่า KH ลงพร้อมกัน
5. ไฟดับจากพายุ บั้มลมหยุด พัดลมผิวน้ำหยุด
6. ดีสี ออกซิเจนอยู่ที่จุดต่ำสุดของวัน โดยไม่มีการเติมอากาศใด ๆ เลย

ผู้เลี้ยงลงมอดูตอนเช้าและพบปลาที่แพงที่สุดในบ่อลอยอยู่ ทั้งที่เมื่อวานยังกินอาหารดี

ระบบเติมอากาศที่ทำงานต่อได้เมื่อไฟดับ ไม่ใช่ของฟุ่มเฟือยในเมืองไทย แต่เป็นอุปกรณ์พื้นฐาน บั้มลมสำรองที่ต่อกับแบตเตอรี่หรืออินเวอร์เตอร์ที่สลับทำงานอัตโนมัติ ราคาถูกกว่าปลาหนึ่งตัวในบ่อส่วนใหญ่ และควรมีขนาดพอเลี้ยงบ่อได้อย่างน้อยจนถึงเช้า ถ้าเลือกได้อย่างเดียวสำหรับบ่อในเมืองไทย เลือกข้อนี้

ทำไมค่าความขุ่นอย่างเดียวจึงตอบไม่ได้

เครื่องวัดความขุ่นทำงานโดยยิงแสงเข้าไปในน้ำแล้ววัดว่ามีแสงกระเจิงกลับมาเท่าไร อนุภาคแขวนลอยทุกชนิดกระเจิงแสงได้ ไม่ว่าจะเป็น

- เซลล์สาหร่ายแขวนลอย (น้ำเขียว)
- ตะกอนดินเหนียวที่ฝนชะลงบ่อ — พบบ่อยมากในบ่อไทยที่ขอบบ่ออยู่ระดับเดียวกับพื้นดิน
- เศษอาหารป่นและของเสียปลาที่ยังไม่ตกตะกอน
- ฟองอากาศละเอียดจากปั๊มลมหรือน้ำตก
- ตะกอนแขวนลอยจากวัสดุกรองที่เพิ่งล้าง

ค่าความขุ่น 30 NTU จากบวมลุ่มสาหร่าย กับ 30 NTU จากตะกอนดินหลังพายุ อ่านได้เท่ากันเป๊ะ แต่ความหมายทางชีวภาพต่างกันสิ้นเชิง อย่างแรกจะสร้างการแกว่งของออกซิเจนและ pH ทุกคืน อย่างที่สองไม่สร้างเลยแต่จะไปอุดเหงือกและกดค่า ORP แทน

ดังนั้น ความขุ่นเป็นสัญญาณว่า “มีบางอย่างเปลี่ยนไป” ไม่ใช่คำตอบว่าเปลี่ยนไปเป็นอะไร ตัวที่ตอบได้คือรูปแบบการแกว่งของออกซิเจนและ pH ในรอบ 24 ชั่วโมงที่วัดพร้อมกัน — บ่อที่ขุ่นจากสาหร่ายจะมีคลื่นชัดเจน บ่อที่ขุ่นจากตะกอนจะเรียบ

วิธีแยกด้วยตาเปล่าที่ใช้ได้จริง

- **ดักใส่แก้วใสตั้งทิ้งไว้ข้ามคืน** ตะกอนดินจะตกลงกันแก้วเป็นชั้นชัดเจน น้ำด้านบนใส ส่วนสาหร่ายจะยังแขวนลอยและน้ำยังเขียวทั้งแก้ว

- **ดูสี** เขียวมรกตหรือเขียวขุ่นคือสาหร่ายเซลล์เดียว น้ำตาลอ่อนหรือสีชาคือตะกอนดิน เขียวอมฟ้าหรือมีคราบสีเขียวกม่น้ำเงินลอยเป็นแพที่ผิว มีกลิ่นเหม็นอับคล้ายดิน คือไซยาโนแบคทีเรีย ซึ่งควรใส่ใจเป็นพิเศษ
- **ดูเวลา** ถ้าน้ำขุ่นขึ้นทันทีหลังฝนตกหนักและค่อย ๆ ใสเองใน 2-3 วัน คือตะกอน ถ้าค่อย ๆ เขียวขึ้นตลอดสองสัปดาห์ในช่วงแดดจัด คือสาหร่าย

ห้องวัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (ทางเลือกเสริม)

ไซยาโนแบคทีเรียมีรงควัตถุชื่อไฟโคไซยานินซึ่งสาหร่ายสีเขียวทั่วไปไม่มี รงควัตถุนี้เรืองแสงที่ความยาวคลื่นเฉพาะตัว จึงตรวจจับแยกออกจากสาหร่ายกลุ่มอื่นได้ H2Koi มีห้องวัดนี้เป็น **ทางเลือกเสริม** ที่ต้องระบุตอนสั่ง

ขอบเขตที่ต้องเข้าใจให้ตรงกัน มันรายงาน **แนวโน้ม ไม่ใช่จำนวนเซลล์** และมัน **ไม่ได้วัดสารพิษ** ประโยชน์ของมันคือบอกได้ว่าองค์ประกอบของบลูมกำลังเปลี่ยนไปทางไซยาโนแบคทีเรีย ซึ่งเป็นข้อมูลที่ค่าความขุ่นให้ไม่ได้เลย

ตารางเทียบ: น้ำขุ่นสีแบบ

	น้ำเขียว (สาหร่ายเซลล์เดียว)	ตะกอนดิน	ไซยาโนแบคทีเรีย	ตะไคร่เส้น
ลักษณะ	เขียวขุ่นทั้งบ่อ มองไม่เห็นปลาที่ความลึก 30 ซม.	น้ำตาล/สีชา หรือขาวขุ่น	เขียวอมฟ้า มีแพลอยผิวน้ำ กลิ่นอับ	เส้นใยยาวเกาะขอบบ่อ ท่อ และหิน น้ำใส
ทำให้ออกซิเจนแกว่ง	ใช่ รุนแรง	ไม่ แตกต้อออกซิเจนโดยรวมจากภะระยย่อยสลาย	ใช่ รุนแรงที่สุด	เล็กน้อย เพราะมวลรวมน้อยกว่า
ค่าความขุ่นสูง	ใช่	ใช่	ใช่	ไม่
UV จัดการได้	ได้ผลดีมาก	ไม่ได้	ได้บางส่วน	ไม่ได้เลย
สาเหตุหลัก	ไนเตรท/ฟอสเฟตส่วนเกิน + แสง	ฝนชะดินลงบ่อ ล้างกรองแรง	สารอาหารสูงมาก น้ำนิ่ง อุณหภูมิ	น้ำใส แสงถึงผิววัสดุ + สารอาหาร

ตะไคร่เส้นเป็นคนละเรื่องกัน

ตะไคร่เส้นหรือสาหร่ายเส้นใยเกาะอยู่กับที่ ไม่ได้แขวนลอย มันจึงไม่ทำให้น้ำขุ่นและไม่ปรากฏในค่าความขุ่นเลย มวลรวมของมันมักน้อยกว่าน้ำเขียวหนา ๆ มาก การแกว่งของออกซิเจนที่มันสร้างจึงเบากว่าชัดเจน

ที่สำคัญคือมันมัก **แข่งกับน้ำเขียว** บ่อที่ติดตั้ง UV แล้วน้ำใสขึ้น มักพบตะไคร่เส้นขึ้นหนากว่าเดิม เพราะแสงส่องถึงผิววัสดุได้แล้ว และสารอาหารที่เคยถูกสาหร่ายแขวนลอยแย่งไปตอนนี้เหลือให้มันใช้

วิธีจัดการที่ทำได้ในบ่อไทย

- ดึงออกด้วยมือหรือแปรงเป็นรอบ ๆ ใช้ไม้หมุนพันเหมือนพันเส้นบะหมี่ ได้ผลดีและปลอดภัยที่สุด
- ลดสารอาหารต้นทาง คือลดปริมาณอาหาร ล้างตะกอนจากห้องกรองแรกให้สม่ำเสมอ และเปลี่ยนน้ำตามรอบ
- ลดแสงที่ตกถึงผิวบ่อด้วยสแลนหรือหลังคา ซึ่งจัดการทั้งตะไคร่เส้นและน้ำเขียวไปพร้อมกัน

อย่าใช้สารกำจัดสาหร่ายในบ่อที่มีตะไคร่น้ำ การฆ่ามวลสาหร่ายจำนวนมากพร้อมกันในน้ำ 32 °C คือการสร้างภาระออกซิเจนก้อนใหญ่ในช่วงข้ามคืน กลไกเดียวกับบลูมล์ตอนฟ้าปิด ถ้าจำเป็นต้องใช้จริง ๆ ให้ทำที่ละส่วนของบ่อ ห่างกันหลายวัน และเปิดเติมอากาศเต็มที่ตลอด

จัดการต้นเหตุอย่างไร

ลำดับที่ควรทำ

1. **ลดสารอาหารเข้า** อาหารปลาคือแหล่งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสหลักของบ่อ บ่อที่เขียวจัดเกือบทุกบ่อให้อาหารเกินความสามารถของระบบกรองและรอบการเปลี่ยนน้ำ
2. **เอาของเสียออกก่อนที่มันจะละลาย** ล้างตะกอนห้องแรก ดูดกันบ่อ และล้างแผ่นกรองหยาบให้ถี่ขึ้น ของเสียที่ถูกเอากออกตั้งแต่ยังเป็นของแข็งคือสารอาหารที่สาหร่ายไม่มีวันได้ใช้
3. **เปลี่ยนน้ำสม่ำเสมอ** เป็นวิธีเดียวที่ลดไนเตรทได้จริงในบ่อทั่วไป
4. **ลดแสง** สแกนกรองแสง 50-70% หรือหลังคาโปร่งแสงคือคำตอบของบ้านเรา งานวิศวกรรมตามฤดูกาลของบ่อไทยคือการกันแดดกันความร้อนออกจากน้ำ ไม่ใช่การกันน้ำแข็งเข้าอย่างในคู่มือต่างประเทศ และมันช่วยเรื่องอุณหภูมิกับออกซิเจนไปพร้อมกัน
5. **UV clarifier** จัดการสาหร่ายแขวนลอยได้ดีมาก แต่ต้องเข้าใจว่ามันเป็นการจัดการอาการ ไม่ใช่ต้นเหตุ ขนาดต้องเหมาะกับปริมาตรและอัตราการไหล และหลอดเสื่อมลงเรื่อย ๆ แม้อย่างติดอยู่
6. **บ่อกรองพืช** ผักตบชวา พุทธรักษา ผักบุ้ง หรือบัว ดึงไนเตรทและฟอสเฟตออกจากระบบได้จริง เหมาะกับภูมิอากาศบ้านเรามาก แต่ต้องเก็บพืชส่วนเกินออกทิ้งจริง ๆ ไม่ใช่ปล่อยให้ตายเน่าอยู่ในระบบ ข้อควรระวังคือพืชเหล่านี้ไม่ทนเกลือ ถ้ากำลังใช้ เกลือ ที่ 0.3% ขึ้นไป จะเสียบ่อกรองพืชไป

สิ่งที่ห้ามทำ ห้ามคลุมบ่อทึบเพื่อ “ให้สาหร่ายตายหมด” เพราะการตายพร้อมกันของมวลชีวภาพทั้งบ่อคือเหตุการณ์ออกซิเจนล่ม ห้ามเปลี่ยนน้ำก้อนใหญ่ทีเดียวในบ่อที่เขียวจัด เพราะน้ำใหม่จะเปลี่ยนทั้งอุณหภูมิ ค่า KH และค่า pH พร้อมกัน และห้ามล้างวัสดุกรองทุกห้องพร้อมกันเพื่อ “เริ่มใหม่” เพราะจะได้ปัญหาแอมโมเนียช้อนเข้ามาอีกชั้น ดูหน้าเช็คระบบกรอง

สิ่งที่ควรวัด และวัดเมื่อไร

สำหรับบ่อที่มีบลูม ค่าที่มีความหมายไม่ใช่ค่า ณ จุดใดจุดหนึ่ง แต่คือ **ส่วนต่างระหว่างค่าสูงสุดกับต่ำสุดในรอบวัน**

ค่า	ช่วงทำงานที่ยอมรับได้	สัญญาณอันตราย
ออกซิเจนละลายน้ำ ณ ก่อนรุ่งสาง	ไม่ต่ำกว่า 5-6 mg/L	ต่ำกว่า 4 mg/L คือเข้าเขตอันตรายในน้ำ 30 °C
ส่วนต่าง pH ในรอบวัน	ไม่เกินราว 0.3-0.5 หน่วย	เกิน 1.0 หน่วย แปลว่าบัฟเฟอร์ไม่พอ
KH	6-10 dKH (110-180 mg/L CaCO ₃)	ต่ำกว่า 5 dKH เริ่มไม่นิ่ง ต่ำกว่า 3 dKH คือวิกฤต
ไนเตรท	ยิ่งต่ำยิ่งดี ควบคุมด้วยการเปลี่ยนน้ำ	สูงต่อเนื่อง = เชื้อเพลิงของบลูมไม่มีวันหมด

หมายเหตุ 1 mg/L = 1 ppm ค่าที่ระบุเป็นช่วงทำงานที่ใช้กันทั่วไป ไม่ใช่ค่ามาตรฐานตายตัว

ข้อสรุปที่ผู้เลี้ยงไทยพูดกันมานานว่า **ค่านิ่งสำคัญกว่าค่าเป๊ะ** ตรงเป่าอย่างยิ่งกับเรื่องนี้ บ่อที่ pH นิ่งอยู่ที่ 8.2 ตลอดวัน ปลอดภัยกว่าบ่อที่ pH ริ่งจาก 7.2 ตอนตีสี่ขึ้นไป 9.2 ตอนบ่ายสาม ทั้งที่ค่าเฉลี่ยของบ่อหลังอาจดู “สวย” กว่า และกลไกที่ทำให้หนึ่งได้คือ KH ที่พอเพียง

คำถามที่พบบ่อย

น้ำเขียวอันตรายกับปลาคาร์พไหม ผมได้ยินว่าน้ำเขียวดีกับปลา

ตัวสีเขียวเองไม่ได้เป็นพิษ และในบ่ออนุบาลลูกปลาน้ำเขียวมีประโยชน์จริงในแง่อาหารธรรมชาติและกรองแสง แต่สิ่งที่อันตรายคือการแกว่งที่มันสร้าง กลางวันออกซิเจนและ pH พุ่ง กลางคืนดิ่ง จุดต่ำสุดอยู่ราวตี 4 ถึง 6 โมงครึ่ง ถ้าบ่อมีค่า KH อยู่ในช่วง 6-10 dKH และมีการเติมอากาศแรงตลอดคืน บ่อที่เขียวก็อยู่ได้ปลอดภัย แต่ถ้า KH ต่ำหรือเติมอากาศไม่พอ บลุ่มชุดเดียวกันนี้แหละที่ฆ่าปลา

ฝนตกหนักแล้วน้ำที่เคยเขียวกลายเป็นน้ำตาลขุ่น ต้องทำอะไร

ส่วนใหญ่คือตะกอนดินที่ฝนชะจากพื้นรอบบ่อลงมา ซึ่งจะตกตะกอนเองใน 2-3 วัน ทดสอบง่าย ๆ ด้วยการตักน้ำใส่แก้วตั้งทิ้งไว้ข้ามคืน ถัดกตะกอนแยกชั้นชัดคือดิน สิ่งที่ต้องระวังกว่าคือฝนชุดเดียวกันนั้นเจือจางค่า KH ลงด้วย และถ้าฟ้าปิดต่ออีกหลายวันจนสาหร่ายที่เคยหนาตายพร้อมกัน ออกซิเจนจะร่วงหนัก ควรวัด KH หลังฝนทุกครั้งและเปิดเติมอากาศเต็มทีในคืนถัดไป

ติดตั้ง UV แล้วน้ำใสขึ้นจริง แต่ตะไคร่เส้นขึ้นหนากว่าเดิม เพราะอะไร

เป็นเรื่องปกติและคาดเดาได้ UV ฆ่าสาหร่ายเซลล์เดี่ยวที่ลอยผ่านหลอดเท่านั้น เมื่อน้ำใส แสงจึงส่องถึงผิวหิน ท่อ และผนังบ่อได้เต็มที่ และสารอาหารที่เคยถูกสาหร่ายแขวนลอยแย่งไปก็ตกเป็นของตะไคร่เส้นทั้งหมด ทางแก้ที่แท้จริงคือลดสารอาหารต้นทาง คือลดอาหาร ล้างตะกอนห้องกรองแรกให้ถี่ขึ้น เปลี่ยนน้ำตามรอบ และลดแสงด้วยสแลนหรือหลังคา

เครื่องวัดความขุ่นบอกได้ใหม่ว่าบ่อกำลังจะเกิดปัญหาจากสาหร่าย

บอกได้แค่ว่ามีอนุภาคแขวนลอยเพิ่มขึ้น แต่แยกไม่ออกกว่าเป็นสาหร่าย ตะกอนดิน เศษอาหาร หรือฟองอากาศ เพราะทั้งหมดกระเจิงแสงเหมือนกัน ตัวที่บอกได้จริงคือรูปแบบการแกว่งของออกซิเจนและ pH ในรอบ 24 ชั่วโมง บ่อที่ขุ่นจากสาหร่ายจะมีคลื่นขึ้นลงชัดเจนทุกวัน ส่วนบ่อที่ขุ่นจากตะกอนจะเรียบ ถ้าต้องการแยกไยยาโนแบคทีเรียออกมาโดยเฉพาะ ต้องใช้ช่องวัดไฟโคไยยานินซึ่งเป็นทางเลือกเสริม และมันรายงานแนวโน้ม ไม่ใช่จำนวนเซลล์ และไม่ได้วัดสารพิษ

ควรวัดออกซิเจนตอนไหนถึงจะได้ค่าที่มีความหมาย

ช่วง 04:00 ถึง 06:30 คือจุดต่ำสุดของวัน และเป็นค่าที่มีความหมายที่สุด ส่วนการวัดตอนสายหรือบ่ายคือช่วงที่ให้ข้อมูลน้อยที่สุด เพราะสาหร่ายกำลังผลิตออกซิเจนอยู่ในสภาพอากาศแบบไทยที่น้ำ 30 °C มีค่าอิ่มตัวเพียงราว 7.5 mg/L อยู่แล้ว การเห็นเฉพาะค่าบ่ายจึงทำให้เข้าใจผิดได้ง่ายมาก และเป็นเหตุผลหลักที่ผู้เลี้ยงประหลาดใจกับปลาที่ตายตอนเช้า

หน้าฝนไฟดับบ่อย ควรเตรียมอะไรไว้

บ้มีลมสำรวจที่ทำงานต่อได้เมื่อไฟดับ ไม่ว่าจะเป็นแบบต่อแบตเตอรี่โดยตรงหรือผ่านอินเวอร์เตอร์ที่สลับอัตโนมัติ ควรถือเป็นอุปกรณ์พื้นฐานของบ่อในเมืองไทย ไม่ใช่ของเสริม เหตุผลคือพายุมักทำให้ไฟดับในคืนเดียวกับที่ฟ้าปิดมาหลายวันจนสาหร่ายเริ่มตาย ซึ่งเป็นคืนที่การออกซิเจนสูงที่สุดพอดี และจุดวิกฤตจะมาถึงตอนตีสี่ที่ไม่มีใครอยู่ตรงนั้น

