



ค่านำบ่อปลาจารย์: ตารางอ้างอิงพร้อมช่วงที่ใช้ งานได้ และความเร็วในการเปลี่ยนของแต่ละค่า

h2koi.com · 2026-08-04

คู่มืออ้างอิง · ตารางค่าน้ำ

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

สรุปสั้น

- **ค่านี้อาจสำคัญกว่าค่าเป๊ะ** — หลักข้อนี้ที่วงการไทยพูดกันมานานถูกต้องทั้งหมด และ KH คือกลไกที่ทำให้ “นิ่ง” เกิดขึ้นได้จริงในทางเคมี
- **KH คือค่าน้ำ pH คือค่าตาม** — pH ถูกออกแบบโดยธรรมชาติให้ไม่ขยับจนกว่าเกราะจะหมด ถ้ารอให้ pH เดือน แปลว่าสายไปแล้ว
- ช่วงใช้งานของ KH สำหรับปลาจารย์คือ **6-10 dKH (ประมาณ 105-180 มก./ล. CaCO_3)** ต่ำกว่า 5 dKH เริ่มไม่เสถียร ต่ำกว่า 3 dKH คือขั้นวิกฤต
- การยก KH ขึ้น 1 dKH ใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตราว **30 กรัมต่อคิว** ไม่ใช่ 1 กรัมต่อ 100 ลิตรอย่างที่มีคนบอกต่อกันมา สูตรนั้นให้ผลแค่รวหนึ่งวันสาม
- 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 และเพดานออกซิเจนที่น้ำอุ่น 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 แต่เจ็จอาจได้ในบาง 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 เพดานลดลงเมื่อน้ำร้อนขึ้น ขณะที่ความต้องการเพิ่ม	นาทีถึงชั่วโมง เป็นค่าที่เคลื่อนไหวที่สุดในตาราง
แอมโมเนียรวม (TAN)	เป้าหมายคือ 0 ตรวจไม่พบ	ผลรวมของ NH_3 กับ NH_4^+ ตัวเลขนี้เดี่ยว ๆ บอกความเป็นพิษไม่ได้	ชั่วโมง พุงได้เร็วเมื่อกรองสะอาด 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 พุงได้ในช่วงรันระบบหรือหลังกรองเสียหาย
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 ใช้จับการล่มเหลวของกรองเชิงกลและการเริ่มบลูมของสาหร่าย	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 สัตว์ส่วนแอมโมเนียที่เป็นพิษสูงขึ้น และเพดานออกซิเจนที่น้ำอุ่นได้ต่ำลง ทุกอย่างไปทางเดียวกันหมด และไปในทางที่แย่งพร้อมกัน

ความจริงของบ่อไทยที่ต้องยอมรับ

- บ่อต้นและบ่อมีหลังคาช่วงมีนาคมถึงพฤษภาคมวิ่ง 30-34 °C ได้ตามปกติ ไม่ใช่เหตุการณ์พิเศษ
- บ่อยิ่งลึก อุณหภูมิยิ่งนิ่ง ความลึกจึงเป็นการลงทุนด้านความเสถียร ไม่ใช่แค่เรื่องความสวยงาม
- งานตามฤดูกาลของเราคือการกันแดดและกันความร้อน — สแลน หลังคา ร่มเงา — ไม่ใช่การกันน้ำแข็งหรือติดฮีตเตอร์ ระวังโรงเรือนที่กลายเป็นเตาอบตอนบ่าย
- ภาคเหนือช่วงพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์มีคืนฟ้าโปร่งแห้ง ผลต่างกลางวัน-กลางคืนกว้างที่สุดของปี ความเสี่ยงคืออัตรา การเปลี่ยนแปลง ไม่ใช่การจ่ำศีล ปลายังกินอยู่
- **ปลานำเข้าจากฤดูหนาวญี่ปุ่นที่ลงบ่อ 30 °C** คือการเปลี่ยนอุณหภูมิที่ใหญ่จริง และต้องปรับอย่างช้า ๆ ดูรายละเอียดที่หน้าอุณหภูมิ

4. pH – ค่าที่ตามหลังเสมอ

pH คือค่าที่ผู้เลี้ยงไทยรู้จักมากที่สุด และเป็นค่าที่คอนเทนต์ภาษาไทยพูดถึงเกือบจะเป็นค่าเดียว แต่มันคือค่าที่หาลอกได้มากที่สุด ในตารางนี้ 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 ลงได้ภายในป้ายเดียว พร้อมกับพาอินทรีย์วัตถุจากรอบบ่อไหลลงมา นี่คือลำดับเหตุการณ์ที่พบบ่อยที่สุดในบ้านเรา คือฝนเจือจางบัฟเฟอร์ KH ตกต่ำกว่าเส้น 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 ค่าต่ำสุดก่อนฟ้าสาบต้องไม่ต่ำกว่า 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 ให้ข้อมูลที่พอตัดสินใจ ดูรายละเอียดที่หน้าแอมโมเนียกับไนไตรท์

สิ่งที่ตารางนี้บอกอีกอย่างคือผลข้างเคียงของการยก pH ถ้าบ่อมีแอมโมเนียอยู่แล้วและผู้เลี้ยงรีบเติมสารยก pH ขึ้นเร็ว ๆ จะเท่ากับเพิ่มความเป็นพิษของแอมโมเนียที่มีอยู่ทันที นี่คือเหตุผลว่าทำไมการปรับค่าจึงต้องช้าเสมอ

9. ไนไตรท์ และ ไนเตรท

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

ไนเตรท คือปลายทางของกระบวนการ พิษต่ำกว่ามาก แต่เป็นตัวชี้วัดที่ดีสองอย่าง คือบอกว่าการเปลี่ยนน้ำเพียงพอหรือไม่ และเป็นปัญหาค้นหาสาเหตุ ในบ่อไทยที่แดดแรงตลอดปี ไนเตรทสูงบวกแดดแรงคือสูตรของบลูมสาหร่าย และบลูมที่ล่มลงพร้อมกันในวันฟ้าปิดคือเหตุการณ์ที่ดึงออกซิเจนลงได้ทั้งบ่อ

10. ORP ค่าการนำไฟฟ้า และความขุ่น

สามค่านี้ไม่ค่อยมีในคู่มือระดับผู้เริ่มต้น แต่มีประโยชน์มากเมื่ออ่านเป็นแนวโน้ม ไม่ใช่ตัวเลขสมบูรณ์

- **ORP** สะท้อนภาวะอินทรีย์รวมของบ่อ 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 และไม่เป็นปัญหา แต่ถ้การแกว่งกว้างเกินราว 0.4-0.5 หน่วยในรอบวัน นั่นคือสัญญาณว่าบัฟเฟอร์กำลังหมด ไม่ใช่สัญญาณว่า pH มีปัญหาโดยตัวมันเอง

ระบบวัดต่อเนื่องรายงานค่า GH ด้วยไหม

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

