ปลาไร้ก้างฝอย : ฝันที่เป็นจริง
(Intermuscular Bone–free Fish: A Dream Comes True)

อุทัยรัตน์ ณ นคร[๑]

[๑]ภาคีสมาชิก สาขาวิชาการประมง ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา, ffisurn@ku.ac.th
[๒]คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทนำ

ปลาเป็นแหล่งอาหารโปรตีนคุณภาพดี ย่อยง่าย นอกจากนี้ ปลาส่วนใหญ่ยังมีราคาไม่แพง อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคจำนวนหนึ่งไม่ชอบรับประทานปลา ส่วนหนึ่งเป็นเพราะเข็ดขยาดต่อการที่ก้างปลาติดคอ นอกจากปลาจะมีก้างหรือกระดูกที่เกิดจากโครงสร้างหลัก ได้แก่ กะโหลก กระดูกสันหลัง กระดูกซี่โครง และกระดูกส่วนพยุงครีบแล้ว ปลากระดูกแข็งจำนวนมากยังมีก้างฝอย (intermuscular bones) แทรกอยู่ในกล้ามเนื้อ โดยฝังอยู่ในแผ่นพังผืด ซึ่งคั่นระหว่างมัดกล้ามเนื้อ ตลอดลำตัวปลา ปลายด้านโคนของก้างฝอยยึดกับโครงกระดูกแกนลำตัว และอาจแตกแขนงคล้ายอักษร Y หรือเป็นเส้นตรง ก้างฝอยเป็นอุปสรรคแก่การแปรรูปและการส่งเสริมความนิยมการบริโภคปลา

กลุ่มปลาที่พบก้างฝอยและจำนวนก้างฝอย

ก้างฝอยพบในกลุ่มปลาตะเพียน ปลาคาร์ป (วงศ์ Cyprinidae) กลุ่มปลาเฮร์ริง-แอนโชวี ปลาไหล กลุ่มปลาเททระ–ปลาปิรันยา จำนวนก้างฝอยแตกต่างกันไปตามชนิดปลา แม้แต่ในปลาชนิดเดียวกันก็ยังอาจพบความแปรผันระหว่างตัวหรือระหว่างประชากรได้ เช่น ปลาไน (*Cyprinus carpio*) พบก้างฝอย ๙๓–๑๐๑ ชิ้น ปลาคาร์ปครูเซียน (crucian carp, *Carassius carassius*) พบ ๗๘–๘๓ ชิ้น ปลาอู่ฉาง (blunt snout bream, *Megalobrama amblycephala*) พบ ๑๐๘–๑๒๙ ชิ้น ความแปรผันภายในชนิดนี้เกิดจากพันธุกรรมและปัจจัยสภาพแวดล้อมในช่วงที่กำลังพัฒนา เช่น อาหาร อุณหภูมิ

กำเนิดก้างฝอยและยีนหลักที่ควบคุมการเกิด

ด้วยความสำคัญของปลากลุ่มนี้ นักวิทยาศาสตร์จึงสนใจศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับก้างฝอย และพบว่าก้างฝอยที่เกิดขึ้นภายหลังการพัฒนากระดูกโครงสร้างนั้นเกิดจากเนื้อเยื่อพังผืด/เอ็นระหว่างปล้องกล้ามเนื้อ (myosepta) ที่ค่อย ๆ เปลี่ยนสภาพกลายเป็นกระดูกเส้นเล็ก ๆ แทรกอยู่ในกล้ามเนื้อ งานวิจัยชี้ว่ายีนสำคัญที่ควบคุมกระบวนการนี้คือ *runx2b* ซึ่งเป็นยีนควบคุมหลัก ส่วนยีน *bmp6* เป็นยีนสัญญาณต้นน้ำที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการนี้ (Gan et al., 2023)

ปลาไร้ก้างฝอย

ปลาที่มีก้างฝอยนั้นหลายชนิดเป็นปลาที่นิยมบริโภคและเลี้ยงกันมากในหลายประเทศ เช่น ปลาลิ่น (silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix*) ปลาเฉา (grass carp, *Ctenopharyngodon idella*) ที่สาธารณรัฐประชาชนจีนมีผลผลิตใน พ.ศ. ๒๕๖๖ ของปลา ๒ ชนิดนี้สูงถึง ๓.๘ และ ๕.๙ ล้านตัน ตามลำดับ (FAO, 2026) ส่วนที่สาธารณรัฐอินเดียมีผลผลิตปลาโรฮู่ (*Labeo rohita*) และปลาแคตลา (*Catla catla*) สูงถึง ๑.๙ และ ๔.๒ ล้านตัน ตามลำดับ ด้วยเหตุนี้ นักวิทยาศาสตร์หลายกลุ่มจึงพยายามปรับปรุงพันธุ์ปลาไร้ก้างฝอยเพื่อส่งเสริมให้มีผู้นิยมบริโภคมากขึ้น เทคโนโลยีที่ใช้คือการแก้ไขยีน (gene-editing technology) ซึ่งอธิบายง่าย ๆ ว่าเป็นการใช้ “กรรไกรพันธุกรรม” ไปตัดดีเอ็นเอของยีนที่เราต้องการเปลี่ยนแปลง (หรือให้หยุดทำงาน) ระบบที่นิยมใช้คือ CRISPR/Cas9 โดยที่ Cas9 คือเอนไซม์ตัดดีเอ็นเอ ส่วนตำแหน่งดีเอ็นเอที่ตัดนั้นกำหนดด้วยอาร์เอ็นเอนำทาง (guide RNA) ที่ต้องออกแบบให้สามารถจับกับลำดับนิวคลีโอไทด์ในบริเวณที่ต้องการตัด

ในการศึกษาโดย Gan et al. (2023) ในปลาคาร์ปกิเบล (gibel carp, *Cyprinus gibelio*) ซึ่งเป็นปลาที่มีวิวัฒนาการโดยการเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซม และมียีน *runx2b* ถึง ๒ ตำแหน่ง ได้แก่ *Cgrunx2A* และ *Cgrunx2B* ผู้วิจัยออกแบบอาร์เอ็นเอนำทาง ๒ แบบ และยับยั้งการแสดงออกของยีน (gene knockout) ทั้ง ๒ ตำแหน่งในไข่ปลาก่อนการปฏิสนธิ จากนั้นจึงนำไปเหนี่ยวนำให้ไข่พัฒนาเป็นคัพภะ โดยกระตุ้นด้วยน้ำเชื้อปลาชนิดอื่น ซึ่งในที่นี้ใช้น้ำเชื้อปลาไน ลูกปลาจะได้รับพันธุกรรมจากแม่เพียงฝ่ายเดียว จึงเป็นเพศเมียทั้งหมดและมีความผันแปรของลักษณะต่าง ๆ ต่ำ เมื่อปลาเหล่านี้ (แทนด้วย F0) เติบโตถึงขนาดตัวเต็มวัย ผู้วิจัยจึงนำไปฉายรังสีเอกซ์เพื่อนับจำนวนก้างฝอย ซึ่งพบว่าจำนวนก้างลดลง และผันแปรอยู่ระหว่าง ๓–๓๗ ก้าง (ปลาคาร์ปกิเบลปกติมีก้างฝอยประมาณ ๘๐ อัน) เมื่อนำไข่ปลา F0 ไปผ่านการแก้ไขยีนและเหนี่ยวนำให้พัฒนาเป็นตัวจนได้ลูกปลา F1 ก็พบว่าปลาร้อยละ ๘๑ (จำนวน ๒๐๕ ตัว) ไม่มีก้างฝอย อีกร้อยละ ๑๙ มีก้างฝอยเพียงเล็กน้อย ปลาเหล่านี้เจริญเติบโตและเจริญพันธุ์ได้ตามปกติ ปลาไร้ก้างว่ายน้ำได้เหมือนปลาทั่วไป นอกจากจะยับยั้งการแสดงออกของยีน *runx2b* แล้ว ยังมีรายงานความสำเร็จในการสร้างปลาคาร์ปครูเซียนที่ไม่มีก้างฝอยโดยการยับยั้งการแสดงออกของยีน *bmp6a* และ *bmp6b* อีกด้วย (Kuang et al., 2023)

อนึ่งปลาคาร์ปกิเบลไร้ก้างนี้มีผู้ผลิตแล้วในฟาร์มในสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยทีมวิจัยของสถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์จีน (Chinese Academy of Sciences, CAS) ที่นำโดย Dr. Gui Jianfang แต่ยังไม่ได้วางตลาด คาดกันว่าจะต้องผ่านกระบวนการอีกหลายขั้นตอน เช่น กฎระเบียบเกี่ยวกับการดัดแปลงพันธุกรรม ความปลอดภัยด้านอาหาร การยอมรับของผู้บริโภค อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่าปลาที่ผ่านการแก้ไขยีนเพื่อปรับปรุงการเจริญเติบโตนั้นได้รับอนุญาตให้วางตลาดจำหน่ายได้ในประเทศญี่ปุ่น และได้รับการตอบรับจากผู้บริโภคเป็นอย่างดี จึงคาดว่าปลาไร้ก้างฝอยนี้น่าจะวางตลาดในสาธารณรัฐประชาชนจีนได้เดียวเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

FAO. (2025). FishStatJ - Software for Fishery and Aquaculture Statistical Time Series. https://www.fao.org/fishery/en/statistics/software/fishstatj

Gan, R.-H., Li, Z., Wang, Z.-W., Li, X.-Y., Wang, Y., Zhang, X.-J., Tong, J.-F., Wu, Y., Xia, L.-Y., Gao, Z.-X., Zhou, L. & Gui, J.-F. (2023). Creation of intermuscular bone-free mutants in amphitriploid gibel carp by editing two duplicated *runx2b* homeologs. *Aquaculture*. 567, 739300.

Kuang, Y., Zheng, X., Cao, D., Sun, Z., Tong, G., Xu, H., Yan, T., Tang, S., Chen, Z., Zhang, T., Zhang, T., Dong, L., Yang, X., Zhou, H., Guo, W. & Sun, X. (2023). Generate a new crucian carp (*Carassius auratus*) strain without intermuscular bones by knocking out *bmp6*. *Aquaculture*. 569, 739407.