การสร้างไข่ (oogenesis)

อุทัยรัตน์ (2538) กล่าวว่าภายในรังไข่ของปลามีเซลล์สืบพันธุ์เบื้องต้น (primordial germ cell) ซึ่งจะเจริญเป็นโอโอโกเนีย (oogonia) และต่อไปเจริญเป็นไข่ กระบวนการสร้างไข่แบ่งออกได้เป็น 3 ระยะคือ การเพิ่มจำนวนของโอโอโกเนีย การสะสมโยล์ค (yolk) และการเจริญขั้นสุดท้ายของไข่ (รูปที่ 13)

1. การเพิ่มจำนวนของโอโอโกเนีย (oogonial proliferation) โอโอโกเนียซึ่งเจริญมาจากเซลล์สืบพันธุ์เบื้องต้น มีการแบ่งเซลล์แบบไมโตซีส (mitosis) เพื่อเพิ่มจำนวนของเซลล์โอโอโกเนียและเซลล์ดังกล่าวจะกลายเป็นไพรมารีโอโอไซท์ (primary oocyte) เมื่อนิวเคลียสมีการแบ่งเซลล์ถึงระยะดิพโพลทีน (diplotene) ของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซีสระยะที่ 1

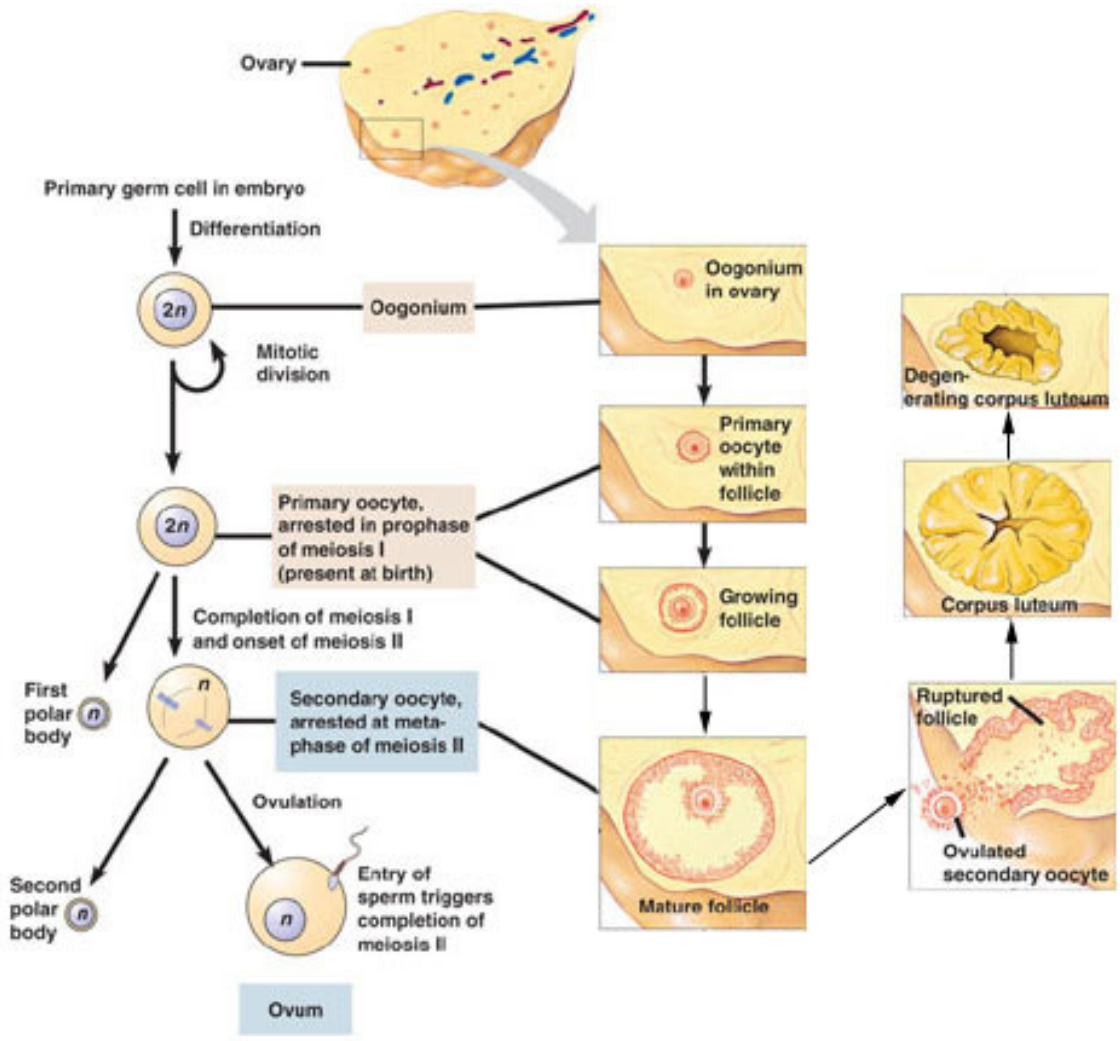
2. การสร้างและสะสมโยล์ค (vitellogenesis) โอโอไซท์ในระยะต่อไปนี้มีการเพิ่มขนาดโดยการสะสมโยล์คภายในเซลล์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระยะคือ

2.1. เอ็นโดยีนัส ไวเทลโลเจเนซีส (endogenous vitellogenesis) มีการสร้างสารที่เรียกว่าโยล์คเวสสิเคิล (yolk vesicel) ขึ้นภายในโอโอไซท์ ซึ่งไม่ใช้โยล์คที่แท้จริง มีลักษณะเป็นโพลีแซคคาไรค์ (polysaccharide) โดยจะเริ่มปรากฏใกล้ ๆ ขอบเซลล์ก่อน แล้วจึงค่อย ๆ แผ่ไปทั่วไซโตพลาสซัมของโอโอไซท์ โยล์คเวสสิเคิลค่อย ๆ เพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อย ๆ และในที่สุดเมื่อโอโอไซท์เจริญเต็มที่โยล์คเหล่านี้จะไปรวมอยู่บริเวณขอบของโอโอไซท์ เรียกว่า คอร์ติคอลแอลวีโอไล (cortical alveoli) ซึ่งมีบทบาทในการป้องกันไม่ให้ไข่ถูกผสมโดยเชื้อตัวผู้มากกว่า 1 ตัว (polyspermy)

2.2. เอ็กโซยีนัส ไวเทลโลเจเนซิส (exogenous vitellogenesis) ในระยะนี้ฮอร์โมนเพศถูกปล่อยสู่กระแสเลือดเพื่อไปกระตุ้นให้ตับสร้างไวเทลโลเจนิน (vitellogenin) แล้วปล่อยเข้าสู่กระแสเลือด จากนั้นโอโอไซท์จะรับสารดังกล่าวแล้วเปลี่ยนให้เป็นโยล์คโปรตีน เรียกว่าโยล์คแกรลนูล (yolk granule) เข้าไปสะสมในโอโอไซท์ต่อไป การรับไวเทลโลเจนินเข้าสู่โอโอไซท์ถูกควบคุมด้วยฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน ในปลาบางชนิดเมื่อโอโอไซท์เจริญเต็มที่โยล์คแกรลนูลจะรวมตัวกันทำให้ไข่มีลักษณะใสขึ้นกว่าเดิม เมื่อโอโอไซท์สิ้นสุดการสะสมโยล์คแล้วจะอยู่ในระยะพักแล้วรอการกระตุ้นจากฮอร์โมนเพื่อให้เกิดการเจริญขั้นสุดท้าย

3. การเจริญขั้นสุดท้ายของไข่ (oocyte final maturation) เมื่อโอโอไซท์สิ้นสุดการสะสมโยล์คจะมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสขั้นที่ 1 ต่อไป ในระยะนี้โอโอไซท์จะมีนิวเคลียสหรือเรียกว่าเยอร์มินัล เวสสิเคิล (germinal vesicle) อยู่กึ่งกลางเซลล์ ในระยะนี้ช่องไมโครไพล์ (micropyle) เกิดขึ้นทางแอนิมัลโพล (animal pole) ระหว่างการเจริญขั้นสุดท้ายของโอโอไซท์

เยอร์มินัล เวสซิเคิล จะค่อย ๆ เคลื่อนที่ไปทางแอนิมัลโพลและเมื่อเคลื่อนที่มาถึงขอบของโอโอไซท์ ผนังนิวเคลียสจะสลายไป เรียกว่าระยะเยอร์มินัลเวสซิเคิล เบรคดาวน์ (germinal vesicle breakdown) เป็นการเจริญขั้นสุดท้ายของโอโอไซท์ ขณะนี้โอโอไซท์จึงเป็นไข่สมบูรณ์แล้ว หากสภาพฮอร์โมนเหมาะสม ทำให้ไข่หลุดออกจากฟอลลิเคิลเรียกว่าการตกไข่ (ovulation)



รูปที่ 13 การสร้างไข่ (oogenesis)

ที่มา : Department of Biology University of Miami. (2006)

การตกไข่ (ovulation)

ภายหลังการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสขั้นที่ 1 สิ้นสุดลงแล้ว ไข่จะเริ่มมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสในขั้นที่ 2 จนถึงระยะ metaphase II ไข่จึงหยุดการแบ่งเซลล์ เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมการตกไข่จึงเกิดขึ้น โดยเริ่มจากฟอลลิเคิลแยกตัวออกจากโอโอไซท์ และฟอลลิเคิลเกิดการบีบตัว ทำให้โอโอไซท์หลุดออกจากฟอลลิเคิล ไข่ภายหลังการตกไข่คงอยู่ในรังไข่หรือในช่องท้องในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ หากปลาวางไข่ภายในระยะเวลาที่เหมาะสม ไข่จะเจริญเป็นคัพภะได้ภายหลังการปฏิสนธิกับเชื้อตัวผู้ แต่ถ้าไข่หลุดออกจากฟอลลิเคิลแล้วตกค้างอยู่ภายในตัวปลานานเกินไปจะทำให้ไข่เสีย (over-ripe) ได้

การตรวจสอบระยะของไข่ภายในรังไข่ (ovarian biopsy)

การสุ่มตัวอย่างไข่มาตรวจเป็นประโยชน์ต่อการเพาะพันธุ์ปลาอย่างยิ่ง เพราะทำให้สามารถกำหนดปริมาณฮอร์โมนในการฉีดกระตุ้นปลาได้อย่างเหมาะสม วิธีการสุ่มโดยการใช้หลอดพลาสติกขนาดเล็กสอดผ่านช่องเพศเข้าไปในรังไข่ แล้วดูดตัวอย่างไข่มาตรวจสอบลักษณะดังนี้

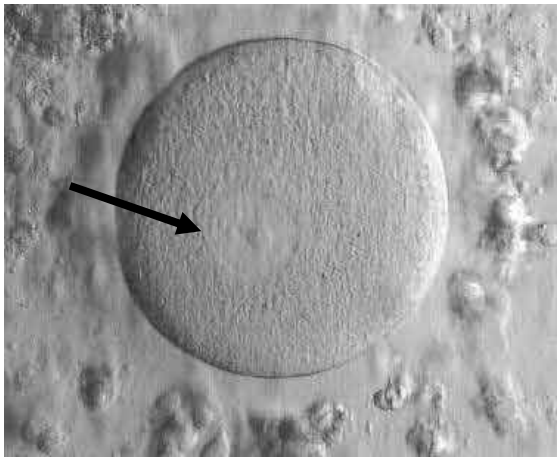
1. สีของไข่ เป็นลักษณะที่แยกความแตกต่างได้ยาก แต่มีความสะดวกนิยมใช้ในการผลิตเพื่อการค้า สำหรับไข่ปลาหมอไทยไข่ที่พร้อมผสมพันธุ์มีสีเหลืองอ่อน ผิวของไข่มีลักษณะมันวาว (สมพงษ์, 2531)

2. ดูลักษณะภายในของไข่ โดยนำไข่ที่สุ่มได้มาตรึงไว้ในน้ำยาเดวิดสัน ฟิกเซทิพ (Davidson' s fixative; 95% เอธิลแอลกอฮอล์, ฟอร์มาลิน, กรดน้ำส้มเข้มข้น, น้ำกลั่น อัตราส่วน 3 : 2 : 1 : 3) จากนั้นนำตัวอย่างมาตรวจดูด้วยกล้องสเตอริโอ (stereo microscope) ทำให้สังเกตตำแหน่งและลักษณะของนิวเคลียสหรือเยอร์มินัล เวสสิเคล ซึ่งจะบอกระยะของไข่ได้ Jalabert และ Fostier (1984) อ้างโดย อุทัยรัตน์ (2538) ใช้วิธีดังกล่าวแบ่งระยะไข่ปลาเรนโบ เทราท์ ออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ระยะสิ้นสุดกระบวนการสร้างโยล์ค (end of vitellogenesis) ในระยะนี้มองไม่เห็นส่วนของเยอร์มินัล เวสสิเคล แต่พอจะมองเห็นว่าไซโตพลาสซัมได้มารวมกลุ่มหนาอยู่ด้านหนึ่งของไข่

ระยะที่ 2 เยอร์มินัล เวสสิเคล เคลื่อนไปบริเวณรอบนอก (subperipheral germinal vesicle) ทำให้มองเห็นเป็นจุดใส ๆ อยู่กึ่งกลางระหว่างจุดศูนย์กลางของไข่กับเปลือกไข่

ระยะที่ 3 เยอร์มินัล เวสสิเคิล อยู่ในตำแหน่งชิดกับเปลือกไข่ (peripheral germinal vesicle) มองเห็นเป็นจุดกลมใสชัดเจนกว่าระยะที่ 2 และอยู่ติดกับเปลือกไข่ โอโอไซท์ที่อยู่ในระยะต่าง ๆ จะตอบสนองต่อฮอร์โมนได้ดีขึ้นตามลำดับ โดยทั่วไปพบว่าไข่ที่อยู่ในระยะที่เยอร์มินัล เวสสิเคิลเคลื่อนที่ไปอยู่ชิดกับเปลือกไข่ (รูปที่ 14) เป็นระยะที่เหมาะสมที่จะกระตุ้นการตกไข่ด้วยฮอร์โมน



รูปที่ 14 เยอร์มินัล เวสสิเคิล (germinal vesicle)
ที่มา : Advanced Fertility Center of Chicago. (2006)

3. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไข่ โดยสุ่มไข่ปลาและตรึงในน้ำยาเช่นเดียวกับวิธีการที่ 2 แล้วส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของไข่โดยใช้ออคูลาร์ ไมโครมิเตอร์ (ocular micrometer) ตัวอย่างเช่น Kuo และคณะ (1974) อ้างโดย อุทัยรัตน์ (2538) รายงานว่าแม่ปลากระบอกที่จะฉีดฮอร์โมนให้ได้ผล ไข่ควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 600-650 μ โดยอัตราฮอร์โมนที่ใช้จะต่ำลงเมื่อปลามีไข่ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ขึ้น และไข่ปลาที่มีขนาดใหญ่กว่าปกติมากเป็นไข่ที่เริ่มเสื่อม (over-ripe)

การปฏิสนธิ (fertilization)

ปลาส่วนใหญ่มีการปฏิสนธิภายนอกตัวปลา โดยปลาเพศเมียวางไข่ออกมาในน้ำแล้วปลาเพศผู้ฉีดน้ำเชื้อเข้าผสม ขณะที่ไข่รับน้ำเข้าทางไมโครไพล์เชื้อตัวผู้จะเข้าสู่เซลล์ไข่ ไมโครไพล์จะปิดในระยะเวลาสั้น เมื่อเชื้อตัวผู้แทรกฝังตัวเข้าสู่เซลล์ไข่ ผนังเซลล์ที่เรียกว่าวิเท็ลลินเม็มเบรนจะเปลี่ยนแปลงเพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อตัวผู้อื่น ๆ เข้าสู่เซลล์ไข่ได้ เมื่อเชื้อตัวผู้เข้าสู่เซลล์ไข่

จะกระตุ้นให้ไข่แบ่งเซลล์แบบไมโอซีสในระยะที่ 2 ซึ่งได้โปรนิวคลีไอ (pronuclei) ของเพศเมียกับโพลาร์บอดี (polar body) โดยโพลาร์บอดีถูกกำจัดไป ต่อมาโปรนิวคลีไอของเพศเมียเข้ารวมตัวกับโพรนิวคลีไอของเชื้อตัวผู้เกิดเป็นไซโกต (zygote) และพัฒนาต่อไปเป็นลูกปลา

ตารางที่ 1 ผลการทดลองเบื้องต้นเพื่อหาระยะเวลาหลังผสมไข่ปลาหมอไทยกับน้ำเชื้อปลาตะเพียนขาวที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตก่อนนำไข่ไปช็อคที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียสนาน 5 นาที (เป็นระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการเหนี่ยวนำไจโนเจเนซีสของไข่ปลาดุกอุย)

ระยะเวลาหลังผสม (นาที) ไข่ x น้ำเชื้อ	อัตราการฟักรวม (%) (24 ช.ม. หลังผสม)	อัตราการรอด (%) (48 ช.ม. หลังจากฟัก)
หมอไทยxตะเพียน (UV) (ชุดควบคุม 1)	0	0
หมอไทยxหมอไทย (ชุดควบคุม 2)	60	52
1	1	0
1.5	0.3	0
2	0	0
2.5	0	0
3	1.3	1.3
3.5	0	0
4	2.6	2
4.5	9.6	9.6
5	1.3	1
5.5	1.6	1.3
6	1	1

จากผลการทดลองสรุปว่าควรดำเนินการทดลองเพื่อหาระยะเวลาหลังผสมไข่ปลาหมอไทยกับน้ำเชื้อปลาตะเพียนขาวที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต ที่เหมาะสมคือระยะเวลาหลังผสมนานตั้งแต่ 3 นาทีเป็นต้นไป

ตารางที่ 2 ผลการทดลองเบื้องต้นเพื่อหาระดับอุณหภูมิและระยะเวลาการช็อคที่เหมาะสม

ระดับอุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลาการช็อคนาน (นาที)	อัตราการฟักรวม (%) (24 ช.ม. หลังผสม)	อัตราการรอด (%) (48 ช.ม. หลังจากฟัก)
5	1	4.6	3
	3	3	2
	5	0	0
	7	1.3	1
7	3	1	0
	5	2	0.6
	7	6.3	3.6
	9	10	8
13	3	5.3	4
	5	16.3	1.6
	7	12.6	5.3
	9	10.3	5.6
15	3	13	4
	5	8	3
	7	9.6	6.6
	9	12.6	7

จากการทดลองพบว่าเมื่อระยะเวลาการช็อคไข่ปลาหมอไทยที่ระดับอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นานขึ้นทำให้อัตราการรอดของลูกปลาหมอไทยลดลง เนื่องจากไข่เสียระหว่างการช็อค สังเกตได้จากไข่มีสีขาวขุ่น ระดับอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส น่าจะเริ่มเป็นอันตรายกับไข่ปลาหมอไทย แต่เนื่องจากการช็อคไข่ปลาหมอไทยที่ระดับอุณหภูมิดังกล่าวมีลูกปลาหมอไทยเหลือรอดที่ 48 ชั่วโมงหลังการฟัก จึงเริ่มการทดลองที่ 2.1 ที่ระดับอุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 3 อัตราการฟักรวม (แฮพลอยด์และดิพลอยด์) และอัตราการรอดหลังการฟัก 48 ชั่วโมง ของลูกปลาหมอไทยดิพลอยด์ไจโนเจเนซีส คิดเป็นร้อยละของไข่ปลาหมอไทยที่ผสมกับน้ำเชื้อปลาตะเพียนขาวที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต แล้วนำไปช็อคที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียสนาน 5 นาที โดยเริ่มช็อคหลังการผสมไข่กับน้ำเชื้อนาน 3–8 นาที เว้นช่วงละ30 วินาที (ค่าเฉลี่ย ± S.D.)

ระยะเวลาหลังผสมก่อนเริ่มช็อค (นาที) ไข่ x น้ำเชื้อ	อัตราการฟักรวม (%) [2]*	อัตราการรอด (%) *
ปลาหมอxปลาตะเพียนขาว (UV) (ชุดควบคุม 1) [1]	2.11±1.89 [a]	0.00±0.00 [a]
ปลาหมอxปลาหมอ (ชุดควบคุม 2) [1]	40.33±12.11 [d]	36.22±12.61 [d]
3.00	1.11±1.39 [a]	0.67±1.15 [a]
3.50	0.22±0.19 [a]	0.22±0.19 [a]
4.00	8.33±8.02 [a b]	7.00±6.17 [a b]
4.50	13.67±7.96 [b c]	12.33±7.88 [b c]
5.00	16.78±3.67 [b c]	15.78±4.54 [b c]
5.50	20.22±2.34 [c]	19.22±0.69 [c]
6.00	17.00±5.49 [b c]	11.67±2.60 [b c]
6.50	16.11±6.75 [b c]	9.44±2.27 [a b]
7.00	11.78±4.01 [b c]	2.89±2.29 [a]
7.50	18.78±6.38 [b c]	5.33±3.48 [a]
8.00	12.22±1.35 [b c]	0.55±0.19 [a]

หมายเหตุ 1. ชุดควบคุม 1 และชุดควบคุม 2 พักไข่ที่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อแล้วโดยไม่ผ่านการช็อค

2. อัตราการฟักรวม คือ การนำจำนวนลูกปลาหมอไทยที่ฟักออกเป็นตัวทั้งหมด (24 ช.ม.หลังผสม) ซึ่งมีทั้งที่เป็นแฮพลอยด์และดิพลอยด์ มาคำนวณหาอัตราการฟัก (รวม)

* ในแนวตั้ง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับตัวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 4 อัตราการฟักรวม (แฮพลอยด์และดิพลอยด์) และอัตราการรอดหลังการฟัก 48 ชั่วโมงของลูกปลาหมอไทยดิพลอยด์ไจโนเจเนซีส คิดเป็นร้อยละของไข่ปลาหมอไทยที่ผสมกับน้ำเชื้อปลาตะเพียนขาวที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต แล้วนำไปช็อคที่อุณหภูมิ 3 และ 5 องศาเซลเซียสนาน 1 ถึง 6 นาที เว้นช่วงละ 1 นาที โดยเริ่มช็อคหลังการผสมไข่กับน้ำเชื้อนาน 5.5 นาที (ค่าเฉลี่ย ± S.D.)

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ไข่ x น้ำเชื้อ	ช็อคนาน (นาที)	อัตราการฟักรวม (%) [2]*	อัตราการรอด (%) *
หมอxตะเพียน (UV) (ชุดควบคุม 1) [1]	_	11.89±1.02 [c]	0.00±0.00 [a]
หมอxหมอ (ชุดควบคุม 2) [1]	_	35.11±2.14 [d]	29.78±4.72 [c]
3	1	4.78±0.51 [a]	0.00±0.00 [a]
3	2	11.22±7.75 [b c]	0.22±0.19 [a b]
3	3	5.44±1.35 [a]	0.11±0.19 [a b]
3	4	9.00±4.00 [b c]	2.11±2.36 [a b]
3	5	4.55±1.50 [a]	1.00±0.33 [a b]
3	6	5.78±1.07 [a b]	3.22±1.57 [b]
5	1	4.89±1.02 [a]	0.11±0.19 [a b]
5	2	10.89±5.21 [b c]	0.11±0.19 [a b]
5	3	3.33±1.33 [a]	0.44±0.51 [a b]
5	4	9.00±1.45 [b c]	2.22±0.38 [a b]
5	5	0.55±0.51 [a]	0.11±0.19 [a b]
5	6	3.33±1.73 [a]	1.78±1.57 [a b]

หมายเหตุ 1. ชุดควบคุม 1 และชุดควบคุม 2 พักไข่ที่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อแล้วโดยไม่ผ่านการช็อค

2. อัตราการฟักรวม คือ การนำจำนวนลูกปลาหมอไทยที่ฟักออกเป็นตัวทั้งหมด (24 ช.ม.หลังผสม) ซึ่งมีทั้งที่เป็นแฮพลอยด์และดิพลอยด์ มาคำนวณหาอัตราการฟัก (รวม)

* ในแนวตั้ง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับตัวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 5 อัตราการฟักรวม (แฮพลอยด์และดิพลอยด์) และอัตราการรอดหลังการฟัก 48 ชั่วโมงของลูกปลาหมอไทยดิพลอยด์ไจโนเจเนซีส คิดเป็นร้อยละของไข่ปลาหมอไทยที่ผสมกับน้ำเชื้อปลาตะเพียนขาวที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต แล้วนำไปช็อคที่อุณหภูมิ 7 และ 9 องศาเซลเซียสนาน 3 ถึง 8 นาที เว้นช่วงละ 1 นาที โดยเริ่มช็อคหลังการผสมไข่กับน้ำเชื้อนาน 5.5 นาที (ค่าเฉลี่ย ± S.D.)

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ไข่ x น้ำเชื้อ	ช็อคนาน (นาที)	อัตราการฟักรวม (%) [2] *	อัตราการรอด (%) *
หมอxตะเพียน (UV) (ชุดควบคุม 1) [1]	_	3.22±1.95 [a]	0.00±0.00 [a]
หมอxหมอ (ชุดควบคุม 2) [1]	_	51.11±1.02 [c]	47.55±1.89 [c]
7	3	6.78±1.83 [a b]	0.33±0.58 [a]
7	4	9.33±2.03 [a b]	2.44±2.04 [a b]
7	5	6.55±2.83 [a b]	1.89±1.02 [a b]
7	6	12.78±5.12 [b]	3.67±0.33 [a b]
7	7	6.88±1.68 [a b]	1.78±1.64 [a b]
7	8	9.55±1.39 [a b]	5.67±0.88 [b]
9	3	8.33±2.52 [a b]	0.44±0.19 [a]
9	4	9.78±2.41 [b]	2.89±1.26 [a b]
9	5	3.67±2.40 [a]	0.78±0.69 [a]
9	6	8.89±8.18 [a b]	2.23±2.33 [a b]
9	7	2.67±1.20 [a]	0.89±0.84 [a]
9	8	6.22±0.38 [a b]	2.55±.0.69 [a b]

หมายเหตุ 1. ชุดควบคุม 1 และชุดควบคุม 2 พักไข่ที่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อแล้วโดยไม่ผ่านการช็อค

2. อัตราการฟักรวม คือ การนำจำนวนลูกปลาหมอไทยที่ฟักออกเป็นตัวทั้งหมด (24 ช.ม.หลังผสม) ซึ่งมีทั้งที่เป็นแฮพลอยด์และดิพลอยด์ มาคำนวณหาอัตราการฟัก (รวม)

* ในแนวตั้ง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับตัวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 6 อัตราการฟักรวม (แฮพลอยด์และดิพลอยด์) และอัตราการรอดหลังการฟัก 48 ชั่วโมงของลูกปลาหมอไทยดิพลอยด์ไจโนเจเนซีส คิดเป็นร้อยละของไข่ปลาหมอไทยที่ผสมกับน้ำเชื้อปลาตะเพียนขาวที่ผ่านการฉายรังสี แล้วนำไปช็อคที่อุณหภูมิ 11 และ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 ถึง 10 นาที เว้นช่วงละ 1 นาที โดยเริ่มช็อคหลังการผสมไข่กับน้ำเชื้อนาน 5.5 นาที (ค่าเฉลี่ย ± S.D.)

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ไข่ x น้ำเชื้อ	ช็อคนาน (นาที)	อัตราการฟักรวม (%) [2]*	อัตราการรอด (%) *
หมอxตะเพียน (UV) (ชุดควบคุม 1) [1]	_	7.33±3.67 [a]	0.22±0.19 [a]
หมอxหมอ (ชุดควบคุม 2) [1]	_	43.89±7.82 [b]	42.33±8.45 [c]
11	5	9.67±2.96 [a]	6.00±2.33 [a b]
11	6	12.33±2.73 [a]	7.67±2.89 [b]
11	7	11.11±2.17 [a]	7.00±3.05 [a b]
11	8	11.33±7.50 [a]	8.44±5.17 [b]
11	9	10.33±1.73 [a]	8.00±2.00 [b]
11	10	12.22±5.42 [a]	9.55±5.59 [b]
13	5	16.22±3.17 [a]	4.67±1.15 [a b]
13	6	11.78±8.95 [a]	4.55±3.20 [a b]
13	7	13.89±2.41 [a]	7.33±1.85 [a b]
13	8	10.00±0.88 [a]	6.78±1.17 [a b]
13	9	13.00±2.85 [a]	7.67±2.08 [b]
13	10	9.89±0.96 [a]	3.89±1.26 [a b]

หมายเหตุ 1. ชุดควบคุม 1 และชุดควบคุม 2 พักไข่ที่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อแล้วโดยไม่ผ่านการช็อค

2. อัตราการฟักรวม คือ การนำจำนวนลูกปลาหมอไทยที่ฟักออกเป็นตัวทั้งหมด (24 ช.ม.หลังผสม) ซึ่งมีทั้งที่เป็นแฮพลอยด์และดิพลอยด์ มาคำนวณหาอัตราการฟัก (รวม)

* ในแนวตั้ง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับตัวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 7 อัตราการฟักรวม (แฮพลอยด์และดิพลอยด์) และอัตราการรอดหลังการฟัก 48 ชั่วโมง ของลูกปลาหมอไทยดิพลอยด์ไจโนเจเนซีส คิดเป็นร้อยละของไข่ปลาหมอไทยที่ผสมกับน้ำเชื้อปลาตะเพียนขาวที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต แล้วนำไปช็อคที่อุณหภูมิ 7 และ11 องศาเซลเซียสนาน 10 ถึง 17 นาที เว้นช่วงละ 1 นาที โดยเริ่มช็อคหลังการผสมไข่กับน้ำเชื้อนาน 5.5 นาที (ค่าเฉลี่ย ± S.D.)

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ไข่ x น้ำเชื้อ	ช็อคนาน (นาที)	อัตราการฟักรวม (%) [2]*	อัตราการรอด (%) *
หมอxตะเพียน (UV) (ชุดควบคุม 1) [1]	_	3.22±1.95 [a]	0.00±0.00 [a]
หมอxหมอ (ชุดควบคุม 2) [1]	_	51.11±1.02 [d]	47.55±1.89 [d]
7	10	7.22±2.54 [b]	4.78±0.51 [b]
7	11	9.44±0.51 [b c]	6.33±0.58 [b]
7	12	3.22±1.68 [a]	1.44±1.64 [a]
7	13	4.22±0.84 [a b]	3.00±0.67 [a]
7	14	9.44±0.51 [b c]	5.89±1.17 [b]
7	15	13.22±6.29 [c]	10.44±5.19 [c]
7	16	9.33±0.33 [b c]	6.44±0.51 [b]
7	17	7.89±1.35 [b]	4.00±1.15 [b]
11	10	8.33±2.89 [b c]	2.44±1.39 [a]
11	11	7.78±1.02 [b]	1.78±0.19 [a]
11	12	4.00±0.88 [a]	0.78±0.51 [a]
11	13	7.67±4.70 [b]	1.55±1.50 [a]
11	14	4.33±2.33 [a b]	0.89±0.77 [a]
11	15	8.67±5.03 [b c]	2.78±1.07 [a]
11	16	6.44±2.67 [a b]	1.89±1.17 [a]
11	17	1.55±0.77 [a]	0.55±0.51 [a]

หมายเหตุ 1. ชุดควบคุม 1 และชุดควบคุม 2 พักไข่ที่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อแล้วโดยไม่ผ่านการช็อค

2. อัตราการฟักรวม คือ การนำจำนวนลูกปลาหมอไทยที่ฟักออกเป็นตัวทั้งหมด (24 ช.ม.หลังผสม) ซึ่งมีทั้งที่เป็นแฮพลอยด์และดิพลอยด์ มาคำนวณหาอัตราการฟัก (รวม)

* ในแนวตั้ง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับตัวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)