บทที่ 1
บทนำ

1. บทนำต้นเรื่อง

หอยเป๋าฮื้อ (Abalone) หรือบางครั้งเรียกว่า หอยเป๋าฮื้อหูลา หอยโข่งทะเล หรือหอยร้อยรู จัดเป็นหอยฝาเดียว สามารถสำรวจพบในอ่าวไทยและทะเลอันดามันจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ *Haliotis asinina, H. ovina, H. varia, H. thailandis* และ *H. patamacanthini* (อนุวัฒน์และฮิลลิแบร์ก, 2529; มะลิ, 2545) โดย *H. asinina* เป็นชนิดที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีขนาดความยาวเปลือก 10.0-12.0 เซนติเมตร มีน้ำหนักตัวรวมเปลือก 150-180 กรัม และมีสัดส่วนน้ำหนักเนื้อต่อน้ำหนักตัวสูงที่สุดถึง 85% (มะลิ, 2545; Singhagraiwan and Doi, 1993) ซึ่งเป็นที่นิยมบริโภคของชาวจีน ญี่ปุ่น ไต้หวัน ฮ่องกง และหลายประเทศในแถบยุโรปและอเมริกา ราคาหอยสดกิโลกรัมละ 1,000-1,300 บาท การเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อพันธุ์พื้นเมืองของไทย ชนิด *H. asinina* จนถึงขนาดตัวเต็มวัยและเป็นขนาดที่ตลาดต้องการ ประเทศไทยประสบความสำเร็จครั้งแรกในปี พ.ศ. 2532 โดยศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก จังหวัดระยอง (ธานินทร, 2532ก; 2532ข; Singhagraiwan and Doi, 1993) ต่อมาศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ มีการพัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงและอนุบาลที่สามารถควบคุมการปล่อยไข่และน้ำเชื้อได้ตลอดทั้งปี อีกทั้งสามารถผลิตลูกหอยได้ปริมาณมาก (ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์, 2541; นิพนธ์, 2543)

การเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อให้ประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ การเลือกสถานที่ พันธุ์หอยที่ดี ขนาดหอยและอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสม อาหารที่ใช้เลี้ยง การให้อากาศที่มีปริมาณออกซิเจนอย่างเพียงพอ ต้องควบคุมคุณภาพน้ำให้ดีอยู่ตลอดเวลาและใช้น้ำทะเลที่ใสสะอาดโดยให้ไหลเวียนถ่ายเทน้ำตามความเหมาะสม (ธานินทร, 2534; ธานินทร, 2535; เพ็ญแขและคณะ, 2538; ธเนศและสกนธ์, 2542; นิพนธ์, 2543; สุพิศและคณะ, 2545; Chen, 1984; Fallu, 1991; Singhagraiwan and Doi, 1992; Britz *et al*., 1997; Poomtong *et al.,* 1998; Capinpin *et al*., 1999; Harris *et al*., 1999) โดยเฉพาะตะกอนและสารอินทรีย์หากสะสมอยู่ในน้ำปริมาณมาก ทำให้เกิดภาวะน้ำเสียเป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรคระบาดสร้างปัญหาที่เป็นอันตรายกระทบต่อหอยโดยตรง การปรับปรุงคุณภาพน้ำและการควบคุมโรคในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ผ่านมาพบว่ามีการใช้สารเคมีและยาปฏิชีวนะเป็นหลัก ทำให้สารเคมีบางชนิดเกิดการตกค้างและปะปนอยู่ทั้งในตัวสัตว์น้ำและในแหล่งน้ำตามธรรมชาติที่สามารถเป็นสื่อเหนี่ยวนำให้เชื้อโรคบางชนิดเกิดการต้านทานต่อสารเคมีหรือดื้อยาสูงขึ้นจนบางครั้งไม่สามารถควบคุมการเกิดโรคได้ การใช้ยาปฏิชีวนะบางชนิดหากมีการตกค้างและสะสมอยู่ในตัวหอยอาจจะ

เป็นปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งที่กระทบต่อคุณภาพของสินค้าเพื่อการส่งออก นอกจากนี้ในระบบการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำจำนวนมากและใช้ระยะเวลาการเลี้ยงนาน ทำให้มีต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้นและหากใช้น้ำที่ไม่ผ่านการบำบัดที่ดีทำให้เสี่ยงต่อการเกิดโรค

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อระบบปิดหมุนเวียนน้ำ โดยใช้ระดับความหนาแน่นในเชิงพาณิชย์ที่ให้ผลตอบแทนสูงสุด (ธานินทร, 2535) โดยศึกษาระดับความถี่การเปลี่ยนถ่ายน้ำที่เหมาะสมและศึกษาการใช้ระบบน้ำหมุนเวียนที่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำด้วยวิธีการกรองน้ำ การใช้โอโซน และการกรองน้ำร่วมกับการใช้โอโซน ซึ่งจัดเป็นกระบวนการบำบัดน้ำทางชีวภาพ เคมี และกายภาพ ควบคู่กันทั้ง 3 กระบวนการ ผลจากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหาการแพร่ระบาดของโรค ลดปริมาณตะกอน สารอินทรีย์ สารพิษ แก๊สพิษต่างๆ และช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำด้านอื่นๆให้ดียิ่งขึ้น อาจจะเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมี ลดปริมาณการปล่อยน้ำทิ้งหรือปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ สามารถลดต้นทุนการผลิตและนำไปสู่การพัฒนาอุตสาห-กรรมการเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อเชิงพาณิชย์ของประเทศในอนาคต

2. การตรวจเอกสาร

2.1 อนุกรมวิธานของหอยเป๋าฮื้อ (Abalone)

Hylleberg และ Kilburn (2003) จัดอนุกรมวิธานของหอยเป๋าฮื้อชนิด *H. asinina* อยู่ใน Phylum Mollusca

Class Gastropoda

Subclass Prosobranchia

Order Vetigastropoda

Family Haliotidae

Genus *Haliotis*

หอยเป๋าฮื้อทั้งหมดทั่วโลกมีเพียงสกุล (genus) เดียว คือ *Haliotis* (Linne, 1758) พบทั้งหมดประมาณ 100 ชนิด (species) แต่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมีประมาณ 20 ชนิด ใน 20 ชนิดนี้จัดเป็นหอยเป๋าฮื้อเมืองหนาวเกือบทั้งหมดและมีขนาดใหญ่ความยาวเปลือก 15.0-30.0 เซนติเมตร ส่วนหอยเป๋าฮื้อเมืองร้อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมีเพียง 2 ชนิดเท่านั้น ซึ่งจัดเป็นหอยขนาดเล็ก (small abalone) มีความยาวเปลือกอยู่ระหว่าง 8.0-12.0 เซนติเมตร ได้แก่ *H. diversicolor* พบตามชายฝั่งของประเทศญี่ปุ่นและไต้หวัน เป็นชนิดที่เพาะเลี้ยงในประเทศจีนและไต้หวัน และหอยเป๋าฮื้อหูลา (ass's ear หรือ donkey's ear abalone) ได้แก่

H. asinina เป็นชนิดที่ส่งเสริมให้มีการเพาะเลี้ยงในประเทศไทย (ประเสริฐ, 2540; มะลิ, 2545) เนื่องจากมีปริมาณเนื้อมาก เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ตัวเต็มวัยมีขนาดอยู่ระหว่าง 8.0-10.0 เซนติเมตร มีสัดส่วนเนื้อต่อเปลือกสูงกว่าพันธุ์อื่นๆในต่างประเทศ (ตารางที่ 1) (สิริและคณะ, 2529; อนุวัฒน์และฮิลลิแบร์ก, 2529; ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์, 2541; สิทธิศักดิ์, 2543; Singhagraiwan and Doi, 1993) ผลการสำรวจชนิดหอยเป๋าฮื้อในแหล่งน้ำของไทยในปี พ.ศ. 2528 พบจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ *Haliotis asinina, H. ovina* และ *H. varia* (อนุวัฒน์และฮิลลิแบร์ก, 2529) ต่อมาในปี พ.ศ. 2544 พบหอยเป๋าฮื้อชนิดใหม่ (new species) อีก 2 ชนิด ได้แก่ *H. thailandis* และ *H. patamacanthini* รวมเป็น 5 ชนิด (มะลิ, 2545)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบสัดส่วนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวทั้งหมดกับน้ำหนักเปลือก น้ำหนักอวัยวะภายใน น้ำหนักเนื้อที่เหลือ และสัดส่วนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเปลือกต่อน้ำหนักตัวทั้งหมดของหอยเป๋าฮื้อ *H. asinina* และหอยเป๋าฮื้อพันธุ์อื่นๆในต่างประเทศ

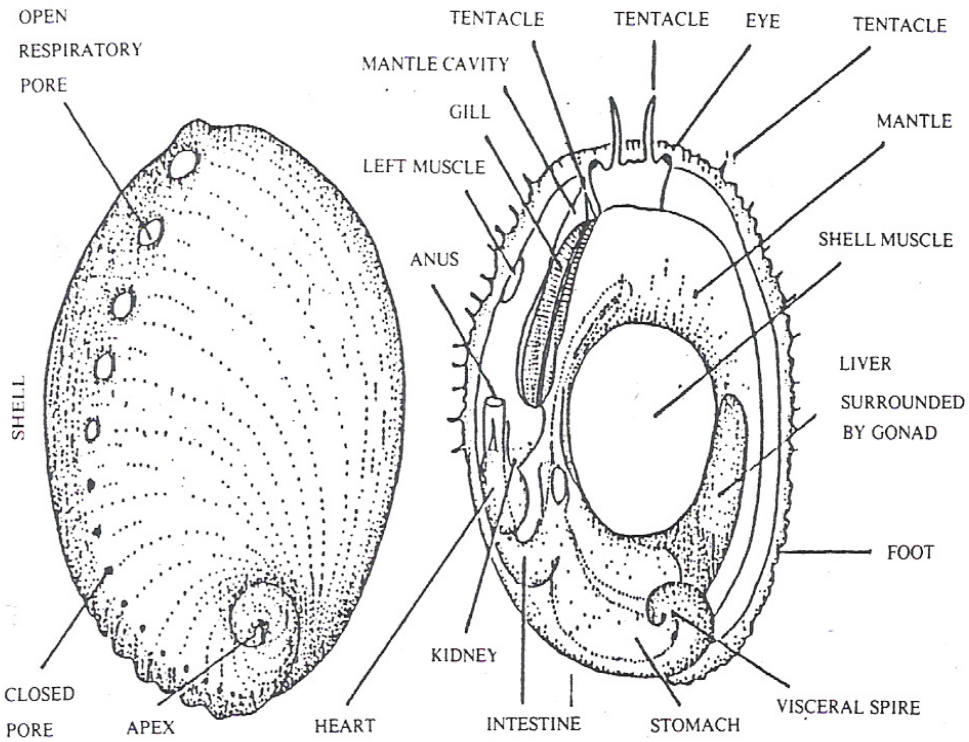
ชนิด	น้ำหนักเปลือก (%)	น้ำหนักอวัยวะภายใน (%)	น้ำหนักเนื้อที่เหลือ (%)	สัดส่วนน้ำหนักเปลือกต่อน้ำหนักตัวทั้งหมด (%)
H. asinina	8	8	84	8 : 92
H. discus	29	23	48	29 : 71
H. fulgens	38	22	40	38 : 62
H. ebragzia	47	18	35	47 : 53

ที่มา : สิทธิศักดิ์, 2543

2.2 ชีววิทยาทั่วไปของหอยเป๋าฮื้อ

2.2.1 อวัยวะต่าง ๆของหอยเป๋าฮื้อชนิด *H. asinina* (รูปที่ 1)

อนุวัฒน์และฮิลลิแบร์ก (2529) รายงานลักษณะสัณฐานของเปลือกและอวัยวะต่างๆ ของหอยเป๋าฮื้อชนิด *H. asinina* พบว่ามีเปลือกบางและแบนเป็นรูปยาวรีคล้ายจานรีหรือใบหูคน (ear shape) เปลือกมีสีเขียวมะกอกหรือมีสีเขียวปนน้ำตาลโดยมีสีครีมแต้มเป็นจุดๆหรือเป็นแถบอยู่ทั่วไป เปลือกชั้นในส่วนใหญ่เป็นสีชมพู ตามบริเวณขอบเปลือกมีช่องเล็กๆ ที่เรียกว่ารูหายใจ (respiratory pores) เรียงเป็นแถวยาวไปจนถึงขอบปาก รูหายใจรูแรกเริ่มเกิดขึ้นเมื่อ



รูปที่ 1 แสดงอวัยวะต่างๆของหอยเป๋าฮื้อชนิด *H. asinina*
ที่มา : อนุวัฒน์และฮิลลิแบร์ก (2529)

หอยมีขนาดความยาว 2 มิลลิเมตร หรือมีอายุประมาณ 1 เดือน ต่อจากนั้นรูใหม่จะเกิดขึ้นถัดจากรูแรกและมีการสร้างเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตลอดระยะเวลาที่หอยโตขึ้น ส่วนรูเก่าจะถูกปิดจากด้านในและมีลักษณะเช่นนี้ไปเรื่อยๆตลอดระยะเวลาที่หอยโตขึ้น รูที่ถูกปิดยังคงเห็นเรียงเป็นแถวไปตามแนวขอบเปลือกและคงเหลือจำนวนไว้ตามแต่ละชนิดของหอย โดยรูหายใจนี้นอกจากใช้ในการหายใจยังใช้สำหรับขับถ่ายของเสียและใช้ในการปล่อยน้ำเชื้อและไข่ของหอยด้วย เมื่อพลิกดูใต้เปลือกหอยพบกล้ามเนื้อเท้า (foot muscle) ซึ่งมีขนาดใหญ่ทำหน้าที่คืบคลานและมีแรงยึดเกาะกับพื้นผิววัสดุแน่นมาก บริเวณด้านหลังของเท้า (dorsal part) มีอีพิโปเดียม (epipodium) หุ้มอยู่และเรียงรายไปด้วยอวัยวะรับสัมผัส (sensory organs) เมื่อแกะเอาเนื้อหอยออกหมดแล้วส่วนของกล้ามเนื้อเท้าที่ยึดติดกับเปลือกซึ่งเรียกว่า shell muscle จะทำให้เกิดเป็นรอยขนาดใหญ่ที่บริเวณเปลือกชั้นใน

บริเวณส่วนหัวของหอยเป๋าฮื้อมีตา (eye) จำนวน 1 คู่ มีหนวด (tentacle) จำนวน 1 คู่ ซึ่งติดอยู่กับส่วนเนื้อ (mantle) และมีปาก (mouth) ซึ่งทำหน้าที่บดอาหารให้เป็นชิ้นเล็กลง โดยใช้ซี่ฟัน (radula teeth) แล้วส่งอาหารผ่านไปยังหลอดอาหาร (esophagus) ไปยังถุงเก็บอาหาร (crop) ไปยังกระเพาะอาหาร (stomach) และลำไส้ (intestine) ส่วนเศษอาหารที่ไม่ต้องการจะขับออกทางทวาร (anus) ตามลำดับ สำหรับอวัยวะภายในอื่นๆของหอยเป๋าฮื้อพบว่าหัวใจ (heart) ตั้งอยู่ใกล้กับลำไส้เล็ก เหงือก (Gill) ของหอยเป๋าฮื้อมีทั้งหมดจำนวน 1 คู่ ตั้งอยู่ทางด้านซ้ายของกล้ามเนื้อยึดเปลือกในลักษณะขนานกัน โดยเหงือกทำหน้าที่ในการหายใจที่กระทำโดยการปล่อยให้กระแสน้ำไหลมาจากส่วนหัวทางด้านขวาของลำตัวผ่านเข้ามาภายในตัวและไหลเข้าไปยังช่องผนังลำตัว (mantle cavity) ที่อยู่ทางด้านซ้ายภายในตัวแล้วจึงส่งผ่านไปยังเหงือก ต่อจากนั้นน้ำจะถูกส่งผ่านออกไปจากตัวหอยทางรูหายใจที่อยู่ด้านบนตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่ามีอวัยวะช่วยย่อยอาหาร เช่น ต่อมน้ำลาย (salivary gland) ซึ่งมีลักษณะสีส้มตั้งอยู่ด้านบนของช่องปาก และตับ (liver) ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปกรวยคล้ายเขาวัวตั้งอยู่ใกล้กับกระเพาะอาหารและถูกหุ้มโดยอวัยวะสืบพันธุ์ (gonad) เป็นต้น

2.2.2 ระบบประสาทและระบบสืบพันธุ์ของหอยเป๋าฮื้อชนิด *H. asinina*

ประเสริฐ (2540) รายงานว่าระบบประสาทและระบบสืบพันธุ์ของหอยเป๋าฮื้อชนิด *H. asinina* เป็นแบบดั้งเดิม (primitive type) มีปมประสาทที่สำคัญสำหรับการควบคุมการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ คือ cerebral, pleuropedal และ visceral การพัฒนาของปมประสาทดังกล่าวมี 2 ช่วง คือ ช่วง juvenile ซึ่งหอยมีอายุระหว่าง 1-5 เดือน และช่วง premature หอยมีอายุระหว่าง 6-11 เดือน อย่างไรก็ตามพบว่าปมประสาทและระบบประสาทจะพัฒนาสมบูรณ์เมื่อหอยมีอายุ 12 เดือนขึ้นไป

หอยเป๋าฮื้อเป็นสัตว์ที่มีเพศแยกออกจากกัน (dioecious) วงจรการสืบพันธุ์ของในรอบปีแบ่งออกเป็น 5 ช่วง คือ proliferative, premature, mature, spawning และ spent โดยเพศเมียมี spawning 2 ช่วงในรอบปี คือ ประมาณเดือนมีนาคมถึงเมษายน และสิงหาคมถึงตุลาคม ส่วนหอยเพศผู้มีช่วงการ spawning ยาวกว่าเพศเมียและบางตัวสามารถ spawn ได้เกือบตลอดปี อวัยวะเพศของหอยเป๋าฮื้อสามารถมองเห็นได้โดยการหงายท้องขึ้นและเมื่อเปิดกล้ามเนื้อเท้าด้านขวาตอนล่างของเปลือกออกจะเห็นอวัยวะเพศยื่นออกมาลักษณะคล้ายเขาวัว มีพื้นที่ครอบคลุมส่วนของตับอ่อน (hepatopancreas) สีผิวของถุงเก็บเซลล์สืบพันธุ์ในเพศผู้จะเห็นเป็นสีขาวหรือสีครีมอย่างชัดเจน ส่วนรังไข่ของเพศเมียเป็นสีเขียวเข้มซึ่งมองเห็นไม่ชัดเจนนักเพราะ

สีจะคล้ายคลึงกับสีของต่อมน้ำย่อย การจำแนกระยะความสมบูรณ์เพศด้วยตาเปล่าโดยดูพื้นที่ของอวัยวะสืบพันธุ์ที่แผ่ขยายครอบคลุมตับอ่อน แบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ

ระยะที่ 0 มองไม่เห็นอวัยวะสืบพันธุ์

ระยะที่ 1 เริ่มมองเห็นอวัยวะสืบพันธุ์เกิดขึ้นเล็กน้อย

ระยะที่ 2 เห็นอวัยวะสืบพันธุ์ครอบคลุม hepatopancreas ประมาณ 25%

ระยะที่ 3 เห็นอวัยวะสืบพันธุ์ครอบคลุม hepatopancreas ประมาณ 50%

หอยเป๋าฮื้อพร้อมที่จะวางไข่และปล่อยน้ำเชื้อในบ่อเลี้ยงได้ตั้งแต่ระยะที่ 2 เป็นต้นไป แต่พบว่าความสมบูรณ์เพศมีมากที่สุดคือระยะที่ 3

2.2.3 **พัฒนาการและการเจริญเติบโตของลูกหอยเป๋าฮื้อชนิด** *H. asinina*

ธานินทร (2532ข) แบ่งพัฒนาการของลูกหอยเป๋าฮื้อชนิด *H. asinina* ตั้งแต่ไข่ไปจนถึงระยะ young shell มี 6 ขั้นตอน ดังนี้ (รูปที่ 2)

1. ระยะคัพภะเป็นระยะที่ไข่ได้รับการผสม (fertilized eggs) ไข่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 190 ไมครอน มี nucleus ขนาด 150 ไมครอน ไข่จะได้รับการผสมโดยน้ำเชื้อภายในเวลา 10-30 วินาที และจะวิวัฒนาการไปตามลำดับตั้งแต่ระยะ blastula ระยะ gastrula และระยะ trochophore จนถึงฟักออกเป็นตัวจากไข่ สำหรับระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 5 ชั่วโมง

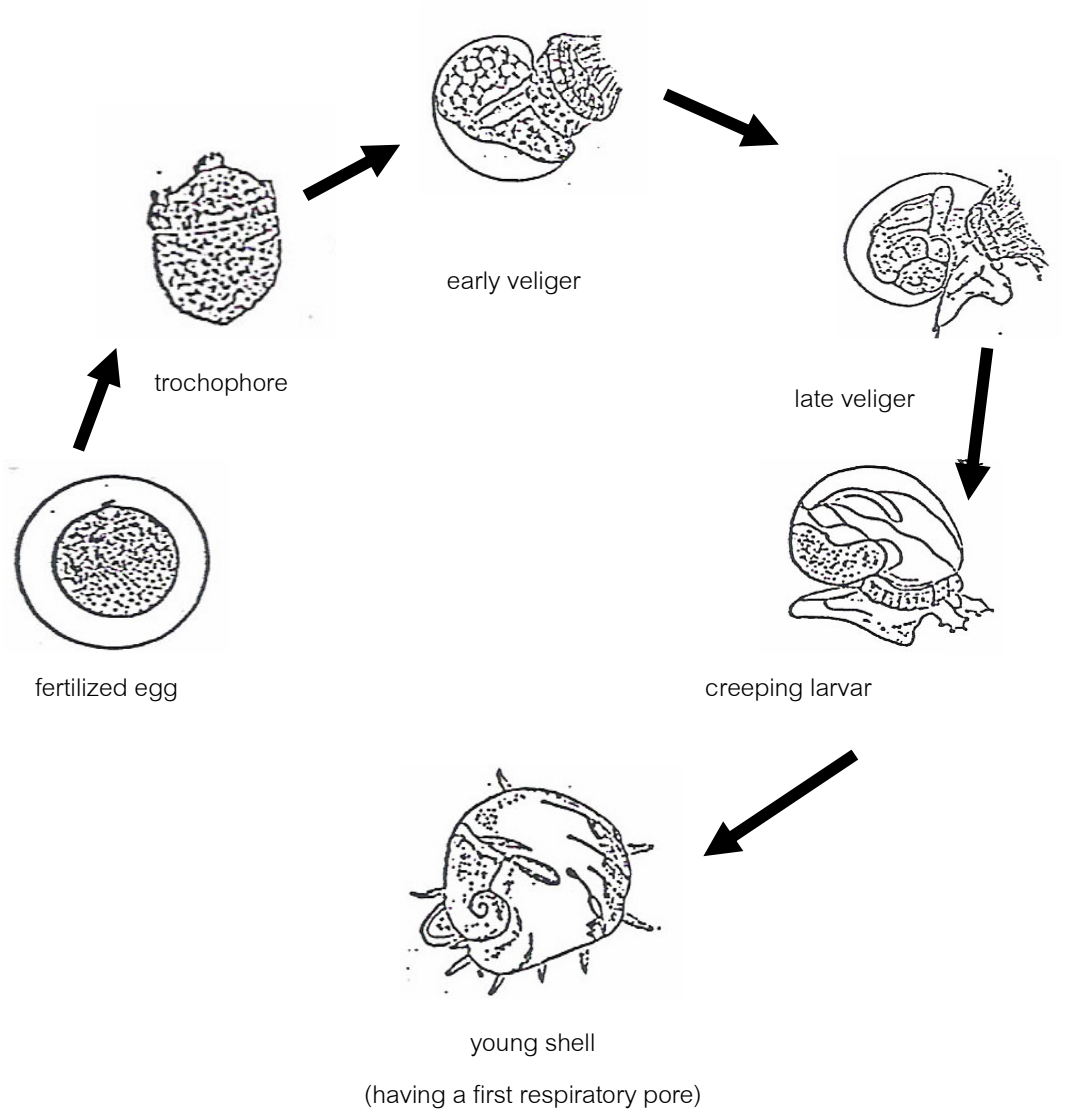
2. ระยะวัยอ่อน (trochophore larvae) ที่ตัวอ่อนว่ายน้ำล่องลอยอยู่กลางน้ำและผิวน้ำ ลูกหอยในระยะนี้มีขนาด 180x140 ไมครอน มีอวัยวะส่วนต่างๆเกิดขึ้นที่บ่งชี้ว่าจะเริ่มค้นหาวัสดุยึดเกาะเพื่อดำรงชีวิตโดยสังเกตเห็น otolith ได้อย่างชัดเจน โดยมี cilia บนส่วนของ propodium ครบโดยรอบ เกิด tubule อันที่ 4 บนส่วนของ cephalic tentacle และเกิดกล้ามเนื้อ retractor muscle เต็มในส่วนช่องว่างของเปลือก การพัฒนาการเจริญเติบโตจากระยะวัยอ่อนไปเป็นระยะ early veliger larvae ใช้เวลาประมาณ 8-9 ชั่วโมง

3. ระยะก่อนการลงเกาะวัสดุ (early veliger larvae) เป็นระยะที่พัฒนาต่อมาจากระยะ trochophore larvae มีขนาด 220x180 ไมครอน มีอายุรวมหลังจากไข่ได้รับการผสมประมาณ 25-26 ชั่วโมง ระยะ early veliger larvae จะมีการพัฒนาไปเป็นระยะ late veliger larvae ใช้เวลาประมาณ 22 ชั่วโมง

4. ระยะหลังการลงเกาะวัสดุ (late veliger larvae) พัฒนาต่อมาจากระยะ early veliger larvae มีขนาด 240x180 ไมครอน ลูกหอยในระยะนี้จะมีการพัฒนาไปเป็นระยะ early creeping larvae ใช้เวลาประมาณ 26 ชั่วโมง

5. ระยะตัวอ่อนที่คืบคลาน (creeping larvae) มีขนาด 240x180 ไมครอน ในระยะนี้ตัวอ่อนเริ่มคืบคลานไปมาบนพื้นภาชนะที่ใช้เลี้ยงและสลับกับการว่ายน้ำซึ่งใช้ระยะเวลาการคืบคลานเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนกลายเป็นตัวอ่อนที่คืบคลานอย่างเต็มตัวเมื่อหอยมีอายุ 1-3 วัน

6. ระยะหอยมีการสร้างเปลือกและเริ่มมีรูหายใจรูแรก (young shell) ลูกหอยมีขนาดความยาวเปลือก 2.0x1.6 มิลลิเมตร มีอายุรวมตั้งแต่ไข่ได้รับการผสมมาจนถึงระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 28 วัน



รูปที่ 2 พัฒนาการและการเจริญเติบโตของลูกหอยเป๋าฮื้อชนิด *H. asinina*
ที่มา : ธานินทร, 2532ข

ส่วนประเสริฐ (2540) รายงานพัฒนาการการเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อแบ่งเป็นระยะต่างๆ ดังนี้

1. ระยะคัพภะ (fertilized eggs) ระยะนี้เริ่มตั้งแต่เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียมีการปฏิสนธิกัน

2. ระยะวัยอ่อน มีทั้งหมด 3 ระยะ คือ ระยะที่ตัวอ่อนล่องลอยอยู่กลางน้ำหรือผิวน้ำ (trochophore larvae) ระยะที่ตัวอ่อนลงเกาะวัสดุ (veliger larvae) และระยะตัวอ่อนที่คืบคลาน (creeping larvae)

3. ระยะวัยรุ่น (juvenile) เป็นระยะที่หอยมีการสร้างเปลือก (young shell) และเริ่มมีรูหายใจรูแรกเมื่อหอยมีอายุรวมทั้งหมด 28 วัน ไปจนถึงหอยมีอายุ 5 เดือน ลูกหอยระยะนี้มีรูปร่างเหมือนพ่อแม่พันธุ์ทุกประการแต่ยังไม่มีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์

4. ระยะวัยเจริญพันธุ์ (mature phase) หอยเพศผู้มีการพัฒนาอวัยวะสืบพันธุ์โดยเฉพาะอัณฑะเร็วกว่าเพศเมีย โดยอัณฑะมีเซลล์สืบพันธุ์ครบทุกชนิดและเริ่มเข้าสู่ระยะ mature phase เมื่อหอยมีอายุได้ 7 เดือน ส่วนหอยเพศเมียเริ่มมีการพัฒนาของรังไข่อย่างชัดเจนเมื่อมีอายุได้ 6 เดือน แต่รังไข่มีการพัฒนาเต็มที่และเข้าสู่ mature phase อย่างสมบูรณ์เมื่อหอยมีอายุได้ 11 เดือนขึ้นไป

2.2.4 แหล่งที่อยู่อาศัย

หอยเป๋าฮื้อมีเหงือกเป็นแบบแอสปิโดแบรนค์ (aspidobranch) ลักษณะเหงือกแบบแอสปิโดแบรนค์มีการอุดตันของเศษตะกอนเกิดขึ้นได้ง่าย ทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติของหอยพวกนี้ถูกจำกัดทางนิเวศวิทยาให้อยู่ในบริเวณน้ำทะเลที่ใสสะอาดเหนือพื้นแข็งและไม่สามารถอยู่ในบริเวณพื้นทรายหรือชายฝั่งทะเลที่เป็นโคลนหรือบริเวณที่ปกคลุมด้วยตะกอนได้ เช่น บริเวณแนวโขดหินหรือแนวซากปะการัง ที่มีความเค็มของน้ำค่อนข้างคงที่ 32-34 ppt โดยพบมากที่ความลึกระหว่าง 2-8 เมตร จากการสำรวจในน่านน้ำไทยฝั่งตะวันออกพบที่จังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง และจังหวัดตราด ส่วนในทะเลฝั่งอันดามันพบที่จังหวัดภูเก็ต (อนุวัฒน์และฮิลลิแบร์ก, 2529)

2.2.5 การให้อาหาร

หอยเป๋าฮื้อเป็นสัตว์กินพืช (herbivore) ตัวอ่อนของหอยเป๋าฮื้อทุกชนิดจะไม่กินอาหารในขณะดำรงชีวิตอยู่ในระยะ trochophore larvae และในระยะ veliger larvae แต่จะใช้อาหารที่สะสมอยู่ในถุงไข่แดง (yolk sac) เป็นแหล่งพลังงาน เมื่อลูกหอยพัฒนาไปจนถึงระยะลงเกาะและระยะคืบคลานจะกินพวกไดอะตอมจำพวก *Nitzschia* sp. และ *Navicula* sp. เมื่อ

หอยโตขึ้นมีความยาว 1 เซนติเมตรขึ้นไปจะสามารถกินสาหร่ายทะเลขนาดใหญ่ (macroalgae) ซึ่งค่อนข้างชอบสาหร่ายจำเพาะชนิดและชอบหากินในเวลากลางคืน มีลักษณะการกินอาหารเป็นแบบแทะเล็ม (grazing) สุพิศและคณะ (2545) รายงานว่าสาหร่ายที่นิยมนำมาเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อได้แก่ สาหร่ายผมนาง (*Gracilaria* sp.) สาหร่ายหนาม (*Acanthophora* sp.) และสาหร่ายวุ้น (*Laurencia* sp.) โดยสาหร่ายหนามให้ผลการเจริญเติบโตดีกว่าสาหร่ายผมนาง สาหร่ายหนามจัดอยู่ใน Division Rhodophyta เป็นสาหร่ายที่มีองค์ประกอบของกรดอะมิโนชนิดที่ใกล้เคียงกับชนิดที่พบในหอยเป๋าฮื้อและสามารถพบในปริมาณมากกว่าสาหร่ายผมนาง ทั้งนี้ชนิดของกรดอะมิโนในสาหร่ายหนามที่พบมีปริมาณน้อยกว่าในเนื้อหอยเป๋าฮื้อมีเพียง 5 ชนิด ได้แก่ glutamic acid, glycine, alanine, methionine และ arginine ซึ่งในจำนวนนี้เป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นเพียง 2 ชนิด คือ methionine กับ arginine ในขณะที่สาหร่ายผมนางมีกรดอะมิโนปริมาณน้อยกว่าในเนื้อหอยเป๋าฮื้ออยู่ถึง 12 ชนิด และในจำนวนนี้มีกรดอะมิโนจำเป็นอยู่ 7 ชนิด ได้แก่ threonine, methionine, luecine, lysine, histidine, arginine และ tryptophan นอกจากนี้ยังพบว่าสาหร่ายหนามมีองค์ประกอบของกรดไขมันใกล้เคียงกับหอยเป๋าฮื้อมากกว่าสาหร่ายผมนาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งพบว่ามีกรดไขมันกลุ่ม n-3 (โอเมก้า-3) เป็นองค์ประกอบในน้ำมันของสาหร่ายหนามอยู่ 3.35% เป็นกรดไขมัน n-3 HUFA อยู่ 2.44% และพบกรดไขมันกลุ่ม n-6 (โอเมก้า-6) 3.35% ในขณะที่ในสาหร่ายผมนางไม่พบกรดไขมันกลุ่ม n-3 เป็นองค์ประกอบ จากการคำนวณอัตราส่วนของ n-3 : n-6 ที่พบในหอยเป๋าฮื้อมีค่าเท่ากับ 0.74 และในสาหร่ายหนามมีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งมีค่าสูงกว่าที่พบในหอยเป๋าฮื้อ ในขณะที่ในสาหร่ายผมนางมีค่าเท่ากับศูนย์

2.3 การเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อชนิด *H. asinina*

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ (2541) ได้พัฒนาระบบการเพาะพันธุ์และอนุบาลลูกหอยเป๋าฮื้อชนิด *H. asinina* ที่สามารถควบคุมการปล่อยไข่และน้ำเชื้อได้ตลอดทั้งปี ทั้งยังสามารถผลิตลูกหอยได้จำนวนมาก พบว่าในช่วงระยะเวลาภายใน 1 เดือน หอยเพศเมีย 50 ตัว สามารถออกไข่ได้ตั้งแต่ 12-14 ล้านฟอง สามารถฟักออกเป็นตัวถึงระยะ trochophore larvae ประมาณ 60-70% สามารถพัฒนาต่อไปจนถึงระยะ veliger larvae ประมาณ 30% และรอดมาเป็นลูกหอยที่มีขนาด 1.0-2.0 มิลลิเมตร ประมาณ 0.83% หรือจากไข่ 12-14 ล้านฟองจะได้ลูกหอยเท่ากับ 50,000 ตัว ภายในระยะเวลา 3 เดือน สำหรับวิธีการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อมีลักษณะและขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

2.3.1 การเพาะและขยายพันธุ์

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ (2541) ได้นำเสนอวิธีการเพาะและขยายพันธุ์หอยเป๋าฮื้อ ชนิด *H. asinina* ดังนี้

- การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์

นำพ่อแม่พันธุ์หอยเป๋าฮื้อที่รวบรวมได้จากธรรมชาติไปเลี้ยงไว้ในบ่อคอนกรีตขนาด 10-15 ลูกบาศก์เมตร ให้อากาศและเปิดน้ำให้ไหลผ่าน รวมทั้งมีกังหันพัดให้น้ำไหลวนตลอดเวลา ให้สาหร่ายวุ้นหรือสาหร่ายผมนาง (*Gracilaria* sp.) เป็นอาหารในเวลาตอนเย็นปริมาณ 0.08-0.10% ของน้ำหนักตัว/วัน และกำจัดสิ่งขับถ่ายหรือเศษอาหารออกทุกวันในตอนบ่าย ในการเพาะพันธุ์แต่ละครั้งทำการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์เพื่อนำไปขุนในห้องควบคุม (conditioning) โดยคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่มีความสมบูรณ์เพศหรือกำลังจะสมบูรณ์เพศ ในเพศผู้เมื่อดูที่อวัยวะเพศ (gonad) ซึ่งอยู่บริเวณใต้เปลือกด้านขวามีลักษณะอูมเป่งและมีสีครีม ส่วนในเพศเมียมีลักษณะอูมเป่งแต่มีสีเขียวเข้ม ลักษณะภายนอกของหอยที่ดี เปลือกไม่ผุกร่อนหรือมีรอยแยก ไม่มีบาดแผลตามบริเวณลำตัวและสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็วเมื่อถูกแสงสว่าง ขนาดพ่อแม่พันธุ์ที่นำไปขุนมีความยาวเปลือกอยู่ระหว่าง 7.0-10.0 เซนติเมตร หรือมีน้ำหนักระหว่าง 80-150 กรัม/ตัว การปล่อยหอยในห้องควบคุมจัดให้มีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:4

- การขุนพ่อแม่พันธุ์

การขุนพ่อแม่พันธุ์จะจัดให้หอยอยู่ในสถานที่ที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อม ดังนี้

1. จัดให้มีช่วงมืดและสว่างภายในห้องอย่างละ 12 ชั่วโมง โดยให้อยู่ในทางตรงกันข้ามกันกับช่วงมืดและสว่างจริง การให้แสงสว่างของแสงไฟบริเวณเหนือถังพ่อแม่พันธุ์ไม่ควรต่ำกว่า 500 ลักซ์

2. ถังไฟเบอร์กลาสสี่เหลี่ยมปริมาตร 500 ลิตร ใส่หอยเพศผู้และเพศเมียแยกกัน โดยใส่ถังละประมาณ 40-60 ตัว

3. ใส่สาหร่ายผมนางสด 0.08-0.10% ของน้ำหนักตัวหอยทั้งหมด/วัน หรือให้อาหารแผ่นสำเร็จรูปในปริมาณ 0.006-0.010% ของน้ำหนักตัวหอยทั้งหมด/วัน

4. ในระหว่างเลี้ยงให้น้ำทะเลที่ผ่านการกรองสะอาดไหลผ่านตลอดในอัตรา 1 ลิตร/นาที/น้ำหนักหอย 1 กิโลกรัม และทำความสะอาดถังโดยเก็บเศษอาหารและของเสียพร้อมกับถ่ายน้ำเก่าทิ้งออก 100% จึงเติมน้ำใหม่เข้ามาทดแทนทุกวัน

- การเตรียมการเพาะพันธุ์

โดยปกติหอยที่ได้รับการขุนแล้วเป็นเวลา 4-7 วัน จะเริ่มปล่อยไข่และน้ำเชื้อในระหว่างเวลา 11.30-13.30 น. การปล่อยไข่ของเพศเมียต่อครั้งอยู่ระหว่าง 100,000-1,500,000 ฟอง/ตัว ส่วนปริมาณการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของหอยเป๋าฮื้อเพศผู้สายพันธุ์ *H. asinina* ยังไม่มีรายงาน แต่จากการขุนพ่อพันธุ์หอยในแต่ละครั้งประมาณ 40-60 ตัว พบว่าพ่อพันธุ์หอยประมาณ 6-10 ตัว มีการปล่อยน้ำเชื้อออกมา การเตรียมการเพาะพันธุ์หลังจากทำการขุนพ่อแม่พันธุ์ภายในห้องควบคุมเป็นเวลา 3 วัน มีขั้นตอน ดังนี้

1. ถ่ายน้ำออกเก็บเศษอาหารที่เหลือออกให้หมดและทำความสะอาดถังในเวลา 11.00 น.

2. เติมน้ำทะเลสะอาดที่ผ่านการกรองและฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตลงในถังเพาะพันธุ์เพียงครึ่งถังและปิดน้ำไหลผ่านให้เฉพาะอากาศเบาๆเท่านั้น

3. ปิดห้องควบคุมให้มืดและรอจนถึงเวลา 12.30 น. หรือ 13.00 น. จึงเริ่มขั้นตอนต่อไปได้

- การเพาะพันธุ์และการรวบรวมไข่

พ่อแม่พันธุ์หอยเป๋าฮื้อซึ่งอยู่แยกกันคนละถังจะเริ่มปล่อยไข่และน้ำเชื้อระหว่างเวลาเที่ยงวัน เมื่อพบว่าหอยปล่อยไข่ออกมาจะสังเกตเห็นเป็นเม็ดสีเขียวขนาดเล็กที่พื้นถังหรือข้างถัง ส่วนถังเพศผู้น้ำในถังจะเป็นสีขาวขุ่น ขั้นตอนการเพาะพันธุ์และการรวบรวมไข่ดำเนินการ ดังนี้

1. สุ่มดูลักษณะของไข่ ไข่ที่ดีจะกลมมีวุ้นหุ้มรอบนิวเคลียส มีขนาดประมาณ 180-190 ไมครอน

2. สุ่มน้ำเชื้อมาตรวจนับและดูลักษณะ น้ำเชื้อที่ดีจะเคลื่อนที่รวดเร็ว การคำนวณปริมาณน้ำเชื้อที่ใช้ผสมกับไข่ควรให้มีความหนาแน่นของน้ำเชื้อไม่เกิน 500,000 เซลล์/มิลลิลิตร ของปริมาตรน้ำในถังไข่

3. ผสมน้ำเชื้อกับไข่เข้าด้วยกันและทิ้งไว้ 15 นาทีเพื่อให้ไข่ผสมกับน้ำเชื้อ

4. ใช้ระบบกาลักน้ำ (siphon) โดยใช้สายยางที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร รวบรวมไข่ ซึ่งมีผ้ากรองขนาดช่องตา 40-60 ไมครอนกรุอยู่ ไข่ที่เสียและน้ำเชื้อที่ไม่ได้รับการผสมจะหลุดรอดไป

5. สุ่มนับจำนวนไข่ที่ได้ เพื่อนำไปคำนวณความหนาแน่นในการอนุบาลในถังต่อไป

2.3.2 การอนุบาลลูกหอยวัยอ่อน

ลูกหอยวัยอ่อนที่อยู่ในระยะ trochophore larvae และในระยะ veliger larvae จะอาศัยอาหารที่สะสมอยู่ในถุงไข่แดง (yolk sac) ในระยะนี้จึงต้องการเฉพาะการเปลี่ยนถ่ายน้ำและเตรียมอาหารจำพวกไดอะตอมเกาะติดให้เพียงพอเท่านั้น ขั้นตอนการอนุบาลลูกหอยวัยอ่อนดำเนินการ ดังนี้

1. นำไข่หอยที่ได้รับการผสมใส่ลงในถังอนุบาลทรงกรวยปริมาตร 250 ลิตร ให้มีความหนาแน่นของไข่ 2 ฟอง/มิลลิลิตร หรือ 1,250,000 ฟอง/ถัง

2. ให้อากาศจากก้นกรวยเพื่อป้องกันไม่ให้ไข่มารวมกันที่ก้นถัง และเปิดน้ำทะเลผ่านการกรองละเอียดโดยใช้ถุงกรองน้ำซึ่งมีขนาดช่องตาประมาณ 1 ไมครอนให้ไหลผ่านตลอดเวลาในอัตรา 1 ลิตร/นาที

3. ในวันที่สองลูกหอยจะเข้าสู่ระยะว่ายน้ำ จึงถ่ายน้ำก้นถังทิ้งเพื่อให้หอยที่ตายและไม่แข็งแรงหลุดรอดออกไป และเปิดน้ำทะเลที่ผ่านการกรองโดยใช้ถุงกรองน้ำซึ่งมีขนาดช่องตาประมาณ 1 ไมครอน ให้ไหลผ่านในอัตรา 1 ลิตร/นาทีต่อไป

4. ให้อาหารเป็นไดอะตอมเกาะติดชนิด *Nitzschia* sp. บนแผ่นอะคริลิคขนาดพื้นที่ 3,600 ตารางเซนติเมตร ซึ่งประกอบเป็นชุดที่เตรียมไว้แล้วก่อนหน้านี้ 3-5 วัน

5. ในวันที่สามลูกหอยเข้าสู่ระยะลงเกาะ ทำการย้ายลูกหอยไปอนุบาลในถังซึ่งเตรียมแผ่นอาหารไดอะตอมจำนวน 20-30 แผ่น โดยคำนวณให้มีอัตราความหนาแน่นของลูกหอยบนแผ่นล่ออาหาร 1 ตัว/ตารางเซนติเมตร

6. ขณะปล่อยลูกหอยลงเกาะจะให้อากาศเบาๆและหยุดเปิดน้ำที่ไหลผ่านเป็นเวลา 1-2 วัน และจะเปิดน้ำที่ผ่านการกรองละเอียดโดยใช้ถุงกรองน้ำซึ่งมีขนาดช่องตาประมาณ 1 ไมครอนให้ไหลผ่านในอัตรา 1-2 ลิตร/นาที เมื่อเห็นลูกหอยลงเกาะหมดแล้วเปลี่ยนแผ่นล่ออาหารเมื่ออาหารหมดหรือหยดสารอาหารเสริมเพื่อให้ไดอะตอมเกิดขึ้นในถังอนุบาล

7. หมั่นดูดตะกอนและทำความสะอาดแผ่นอาหารและย้ายลูกหอยไปเลี้ยงกลางแจ้งเมื่อขนาดความยาวเปลือก 2.0 มิลลิเมตร ขึ้นไป

2.3.3 การอนุบาลลูกหอยวัยรุ่น

การอนุบาลลูกหอยในระยะแรกที่มีอายุ 1-2 เดือน โดยหอยมีขนาดความยาวเปลือก 2.0 มิลลิเมตร ลูกหอยในระยะนี้ยังคงกินไดอะตอมเกาะติดเป็นอาหารแต่เมื่อลูกหอยมีขนาดความยาวเปลือก 3.0 มิลลิเมตร สามารถให้สาหร่ายผมนางหรือสาหร่ายหนามสับละเอียดเป็นอาหารเสริมได้แล้ว เมื่ออนุบาลต่อไปอีกประมาณ 1 เดือน ลูกหอยจะโตขึ้นมีขนาดประมาณ 5.0

มิลลิเมตร สามารถนำไปเลี้ยงต่อโดยให้สาหร่ายผมนางหรือสาหร่ายหนามเพียงอย่างเดียวได้แล้ว และเมื่ออนุบาลต่อไปอีก 1.5-2.0 เดือน ลูกหอยมีขนาดความยาวเปลือกประมาณ 10.0 มิลลิเมตร (Jarayabhand and Paphavasit, 1996; Poomtong *et al.,* 1998) การอนุบาลลูกหอยระยะวัยรุ่นมีหลักการ ดังนี้

1. ย้ายลูกหอยพร้อมแผ่นล่ออาหารมาอนุบาลในถังไฟเบอร์กลาสกลางแจ้ง โดยเริ่มให้สาหร่ายผมนางสับเมื่อลูกหอยมีขนาด 3.0 มิลลิเมตรขึ้นไป

2. เปิดน้ำทะเลที่ผ่านการกรองทรายให้ไหลผ่านในอัตรา 1-2 ลิตร/นาที

3. เปลี่ยนแผ่นอาหารไดอะตอมซึ่งให้เป็นอาหารเสริมเมื่อลูกหอยกินหมดแล้ว

2.3.4 การเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ

การเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อให้ได้ขนาดตลาดใช้ระยะเวลา 1.0-1.5 ปี (ธานินทร, 2532ก) รูปแบบที่สามารถนำไปใช้ในการเลี้ยงให้ได้ผลดี คือ การเลี้ยงในบ่อคอนกรีต การเลี้ยงแบบแขวนใต้แพหรือราวเชือก และการเลี้ยงโดยปล่อยลูกหอยลงในแหล่งธรรมชาติ เป็นต้น การเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อในบ่อคอนกรีตมีรูปแบบการเลี้ยง 2 ลักษณะ คือ การเลี้ยงหอยบริเวณพื้นก้นบ่อโดยตรง และการเลี้ยงแบบแขวนตะกร้าหรือชะลอมในบ่อคอนกรีต (นิพนธ์, 2543)

1. การเลี้ยงหอยในบ่อคอนกรีตบริเวณพื้นบ่อจะต้องจัดให้มีที่หลบซ่อนของหอย ซึ่งอาจใช้แผ่นกระเบื้องลอนที่ใช้มุงหลังคาหรือก้อนหิน หลังคาบ่อเลี้ยงควรพรางแสงด้วยอวนที่สามารถพรางแสงได้ 60% ทั้งนี้เป็นการป้องกันการสังเคราะห์แสงไม่ให้สาหร่ายสีเขียวขยายพันธุ์มากเกินไป กรณีหน้าฝนควรใช้กระเบื้องใสปิดปากบ่อเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำฝนไหลลงในบ่อ ซึ่งทำให้ความเค็มของน้ำเปลี่ยนแปลงและลดลงต่ำจนเป็นอันตรายต่อหอย ในระหว่างเลี้ยงควรให้น้ำไหลผ่านตลอดเวลาในอัตรา 5-10 ลิตร/นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่นของหอย และภายในบ่อควรให้อากาศตลอดเวลา น้ำที่ผ่านการใช้แล้วสามารถปล่อยไหลกลับลงสู่ทะเลหรือสามารถนำไปบำบัดแล้วนำกลับมาใช้หมุนเวียนในการเลี้ยงต่อไปได้

2. การเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อแบบแขวนตะกร้าหรือชะลอมในบ่อคอนกรีต คือ การเลี้ยงหอยโดยการห้อยแขวนด้วยตะกร้าหรือชะลอมในบ่อคอนกรีตที่ใช้ตะกร้าพลาสติกที่มีขนาดตา 0.5 มิลลิเมตร เย็บด้วยเนื้ออวนสีฟ้าให้มีลักษณะเป็นชะลอมมีรูปิดและเปิดได้เส้นผ่าศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร สูง 56 เซนติเมตร ภายในตะกร้ามีแผ่นพีวีซี ขนาด 30x30 เซนติเมตร งอเป็นมุมฉากสำหรับเป็นที่เกาะและหลบซ่อนตัวของหอย วิธีการเลี้ยง คือ นำลูกหอยเป๋าฮื้อที่มีความยาวเปลือกเฉลี่ยประมาณ 1.0 เซนติเมตร ใส่ลูกหอยลงในชะลอมๆละ 50 ตัว พร้อมกับแผ่นหลบซ่อน (shelter) 1 แผ่น ชะลอมที่มีลูกหอยอยู่ภายในถูกแขวนไว้ในบ่อคอนกรีตที่มีความลึกของน้ำ

ประมาณ 1.20 เมตร โดยแขวนให้ลึกจากผิวน้ำ ประมาณ 30 เซนติเมตร จัดให้มีระบบน้ำไหลเวียนและมีการให้อากาศอย่างเพียงพอ ให้สาหร่ายผมนางสดเป็นอาหารอัตรา 10-20% ของน้ำหนักตัว หรือให้อาหารสำเร็จรูปอัตรา 1-3% ของน้ำหนักตัว และคอยปรับปริมาณอาหารให้เหมาะสมกับการกินอาหารของหอยเป๋าฮื้อ การให้อาหารให้วันละครั้งในช่วงเย็นเพราะปกติหอยเป๋าฮื้อมักจะออกหากินเวลากลางคืน หลังจากนั้นควรตรวจสอบคุณภาพน้ำ อัตราการเจริญเติบโตและคัดขนาดเป็นระยะต่อไป

ธานินทร (2535) รายงานว่าการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของหอยเป๋าฮื้อมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นที่ปล่อยเลี้ยง โดยความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อระยะวัยรุ่นเชิงพาณิชย์ที่ให้ผลตอบแทนดีที่สุดชนิด *H. asinina* ที่มีความยาวเปลือกประมาณ 23.0-25.0 มิลลิเมตร คือ 1,462 ตัว/ตารางเมตร และความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อระยะวัยรุ่นชนิด *H. diversicolor* ที่มีความยาวเปลือกเฉลี่ย 10.0 มิลลิเมตร คือ 1,600 ตัว/ตารางเมตร (Chen, 1984) นอกจากนี้การเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อยังมีความสัมพันธ์กับชนิดอาหารและปริมาณการให้อาหาร (Bautista-Teruel and Millamena, 1999; Capinpin *et al.,* 1999) สุพิศและคณะ (2545) รายงานว่าสาหร่ายหนาม (*Acanthophora spicifera*) มีคุณค่าทางโภชนาการเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อชนิด *H. asinina* ดีกว่าสาหร่ายผมนาง (*Gracilaria fisheri*) และพบว่าหอยที่กินสาหร่ายหนามทุกวันๆ ละครั้งในเวลาตอนเย็น อัตรา 1.0–2.0% ของน้ำหนักตัวหอย ซึ่งใช้ระยะเวลาเลี้ยงทั้งหมด 8 เดือน ทำให้หอยมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 1,069.30% มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเท่ากับ 2.37 ส่วนหอยที่เลี้ยงโดยให้กินสาหร่ายผมนางมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เท่ากับ 9.98 การเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อให้ประสบผลสำเร็จนั้นนอกจากจะขึ้นอยู่กับการคัดเลือกสถานที่ พันธุ์หอยที่ดี ความหนาแน่นที่ปล่อยเลี้ยง และการให้อาหารที่เหมาะสมแล้วนั้น จำเป็นต้องมีการจัดการคุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม เพราะดรรชนีคุณภาพน้ำทุกตัวมีความสำคัญที่สามารถส่งผลกระทบต่อหอยได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมในขณะนั้น เนื่องจากคุณภาพน้ำมีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตที่จะเกิดขึ้นและเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และการให้ผลผลิตน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Chen, 1984; Boyd, 1990; Fallu, 1991) ดังนั้นในระหว่างการเลี้ยงควรมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำเป็นประจำโดยปล่อยให้น้ำไหลผ่านตลอดในอัตรา 200-500 ลิตร/ชั่วโมง หรือ 5-10 ลิตร/นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและอัตราความหนาแน่นของลูกหอยที่ปล่อยลงเลี้ยง (Jarayabhand and Paphavasit, 1996) เพื่อกำจัดตะกอนของเสีย เศษอาหารที่เหลือ ช่วยรักษาคุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงหอย และสามารถช่วยป้องกันการเกิดโรคได้อีกทางหนึ่งด้วย

2.4 ความสำคัญของคุณภาพน้ำต่อการเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ

ธเนศและสกนธ์ (2542) กล่าวว่า การเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อในบ่อคอนกรีตเป็นวิธีการเลี้ยงในบ่อซีเมนต์หรือในภาชนะรูปแบบต่างๆ ควรมีที่ตั้งอยู่ในบริเวณสถานที่ที่มีทางติดต่อกับทะเลได้สะดวก ขนาดของบ่อเลี้ยงไม่จำกัดแต่ควรมีความลึกของระดับน้ำไม่เกิน 1.5 เมตร น้ำที่สูบจากทะเลเข้าบ่อเลี้ยงหอยควรผ่านเครื่องกรองทรายก่อนทุกครั้ง เพื่อป้องกันมิให้ศัตรูหอย เช่น ลูกปู ลูกปลาเข้ามาในบ่อเลี้ยง และช่วยลดปริมาณตะกอนที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเพื่อทำให้น้ำทะเลใสสะอาด เนื่องจากหอยเป๋าฮื้อต้องการน้ำที่สะอาดมากและไม่ชอบน้ำขุ่น เพราะของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำจะเข้าไปอุดตันที่เหงือก ขัดขวางระบบการหายใจเป็นสาเหตุทำให้หอยขาดออกซิเจนได้ (ยุพินท์และนิพนธ์, 2545; Cuthbertson, 1973 อ้างโดย อนุวัฒน์และฮิลลิแบร์ก, 2529) นิเวศน์ (2537) รายงานว่าแหล่งน้ำบริเวณชายฝั่ง เช่น แม่น้ำ ลำคลอง ทะเลสาบ และบริเวณอ่าว มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ค่อนข้างสูง เนื่องจากมีปริมาณมลสารจำนวนมากถูกปล่อยลงสู่แหล่งธรรมชาติโดยไม่ได้ผ่านการบำบัดที่เหมาะสม และก่อให้เกิดปัญหาต่อแหล่งรองรับน้ำทิ้งนั้น ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูงทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลง และเกิดปัญหาการขาดออกซิเจนของแหล่งน้ำในช่วงที่น้ำไม่มีการไหลเวียน หากในน้ำมีปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอจะเกิดสภาพไร้อากาศ ของเสียที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะดังกล่าวนี้จะได้แอมโมเนีย มีเทน และไฮโดรเจนซัลไฟด์ หรือมีแก๊สพิษอื่นๆ ในปริมาณสูง (ศุภมาศ, 2539; สุวรรณา, 2539) คุณภาพน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้งและมีทิศทางในลักษณะที่เลวลงมีผลกระทบต่อสัตว์น้ำโดยตรง ทำให้หอยเกิดอาการเครียดส่งผลกระทบในทางลบต่อการดำรงชีวิตของหอย เกิดอาการอ่อนแอ สามารถติดเชื้อโรคได้ง่าย กินอาหารลดลง อัตราการเจริญเติบโตช้าลง และมีอัตราการรอดตายต่ำลง (พรเลิศและคณะ, 2537; พุทธและคณิต, 2537; Harris *et al*., 1998) นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและคุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรมจัดเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดโรค โดยเฉพาะโรคที่เกิดจากเชื้อโปรโตซัว กลุ่ม Dermo, *Haplosporidium* sp. และ *Hexamita* sp. สามารถก่อให้เกิดการตายของหอยจำนวนมาก มักมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมและระบบภูมิคุ้มกันในตัวหอย (นันทริกา, 2541)

2.5 ปัจจัยด้านคุณภาพน้ำที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของหอยเป๋าฮื้อ ที่สำคัญได้แก่

1. ความเค็ม โดยทั่วไปความเค็มที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 24.1-36.3 ppt ถ้าต่ำกว่า 15 ppt หอยจะตายภายใน 24 ชั่วโมง (Singhagraiwan and Doi, 1992) จากการทดลอง

เลี้ยงหอยเป๋าฮื้อชนิด *H. asinina* พบว่าหอยมีการเจริญเติบโตดีที่ระดับความเค็ม 32.5 ppt (Singhagraiwan *et al.,* 1992)

2. อุณหภูมิ ที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับชนิดของหอยเป๋าฮื้อ พบว่า หอยเป๋าฮื้อชนิดที่เลี้ยงในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว ได้แก่ *H. discus, H. giganta, H. rufescens, H. iris, H. ruber* และ *H. roei* ต้องการอุณหภูมิระหว่าง 21-27 °C อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับ *H. diversicolor* คือ 24-30 °C ส่วน *H. midae* มีอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และกินอาหารดีที่อุณหภูมิ 12-20 °C (Britz *et al*., 1997) สำหรับ *H. asinina* อุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 27-31 °C (Poomtong *et al.,* 1998) อุณหภูมิที่ต่ำในฤดูหนาวจะทำให้หอยเจริญเติบโตช้า และหากต่ำกว่า 24 °C หอยจะกินอาหารน้อยลง (Fallu, 1991)

3. ความเป็นกรดเป็นด่าง มีความสัมพันธ์กับปริมาณไอออนของไฮโดรเจนและความเป็นด่างของน้ำมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ การอนุบาลหอยเป๋าฮื้อหากความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้ง หอยต้องปรับความสมดุลความเป็นกรดเป็นด่างในร่างกายให้เหมาะสมอยู่ตลอดเวลา อาจทำให้หอยมีอาการเครียดและอ่อนแอได้ นอกจากนี้ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ที่พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงขึ้นทำให้สัดส่วนของแอมโมเนียที่อยู่ในรูปอิสระเพิ่มขึ้นและเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำสูงขึ้น (Boyd, 1990)

4. ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ โดยปกติหอยเป๋าฮื้อมีชีวิตอยู่ได้ในบริเวณที่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่า 4.0 มิลลิกรัม/ลิตร (Chen, 1984) และค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่พบในแหล่งอาศัยตามธรรมชาติของหอยเป๋าฮื้อชนิด *H. asinina* อยู่ระหว่าง 4.2-7.5 มิลลิกรัม/ลิตร (สิริและคณะ, 2529) การอนุบาลหอยเป๋าฮื้อชนิด *H. laevigata* ระยะวัยรุ่นที่มีอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตโดยน้ำหนักดีที่สุดมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 7.7-8.9 มิลลิกรัม/ลิตร (Harris *et al.,* 1999)

5. แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ระดับความเป็นพิษของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และอัตรารอดตายของหอยเป๋าฮื้อมีความเข้มข้นประมาณ 3.0 มิลลิกรัม/ลิตร ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร จัดอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อหอยเป๋าฮื้อ (Boyd, 1989; Fallu, 1991; Basuyaux and Mathieu, 1999)

6. ไนไตรท์-ไนโตรเจน โดยทั่วไปจะเป็นพิษและมีผลต่อเม็ดเลือดแดงของสัตว์น้ำจำพวกปลา และมีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อในระดับความเข้มข้นที่มากกว่า 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร (Basuyaux and Mathieu, 1999)

7. เชื้อโรค ที่เป็นปัญหาและพบมากในหอยเป๋าฮื้อ คือ โรคท้องบวม โรคเท้าเปื่อย ที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ (*Vibrio* sp.) (เพ็ญศรี, 2545) การก่อโรคติดเชื้อกลุ่มวิบริโอที่พบโดยทั่วไป คือ เกิดมาจากการเน่าเสียของพื้นบ่อหรือตู้ การเลี้ยงที่มีความหนาแน่นเกินไปและไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำอย่างเพียงพอ ทำให้คุณภาพน้ำสกปรกเป็นที่หมักหมมของเชื้อโรค ลักษณะของโรคหากพบว่าหอยมีอาการเท้าเปื่อยและอ่อนแอมากถือว่าเป็นอาการขั้นสุดท้ายของโรค หอยที่ติดเชื้อจะมีอัตราการตายสูงมากกว่า 95% (นันทริกา, 2541) Anguiano และคณะ (1998) กล่าวว่าปริมาณเชื้อ *V. alginolyticus* ที่มีมากกว่า 10^5 cfu/ml (cfu : colony forming unit) ทำให้หอยเป๋าฮื้อระยะวัยรุ่นเกิดการตายเป็นอย่างมากภายใน 24 ชั่วโมง แต่หากรักษาระดับปริมาณ วิบริโอไม่ให้เกินกว่า 10^2 cfu/ml ได้ในทุกขั้นตอนสามารถลดปัญหาการก่อโรคได้ (Jeffries, 1982) ดังนั้นในระหว่างการเลี้ยงควรควบคุมคุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมและควรหมั่นสังเกตลักษณะการดำรงชีวิตของหอย ซึ่งจะเห็นได้ว่าหอยที่มีสุขภาพแข็งแรงจะเคลื่อนที่หลบแสงอย่างรวดเร็ว ส่วนหอยที่ป่วยมักไม่หลบแสง ท้องของหอยบวม เท้ามีสีเข้มมีแผลที่เท้าหรือบริเวณลำตัวและรยางค์ส่วนที่เป็นอวัยวะรับสัมผัสหรือหนวดที่อยู่รอบๆตัวกุดหอยเป๋าฮื้อที่ป่วยในลักษณะดังกล่าวควรแยกไปรักษาหรือนำไปกำจัดทิ้งเสีย

2.6 การใช้ประโยชน์ของการกรองและการใช้โอโซนในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

- การกรอง (Filtration)

เกรียงศักดิ์ (2539) และ ศิริกัลยาและคณะ (2541) กล่าวว่า การกรองน้ำคือการที่น้ำเสียได้ไหลผ่านชั้นกรอง โดยอาจใส่สารเคมีหรือไม่ใส่สารเคมีลงไปในชั้นกรอง พวกตะกอนในน้ำได้ถูกจำกัดหรือดักไว้ที่ชั้นกรองโดยปล่อยให้น้ำใสไหลออกจากระบบกรองน้ำ การกรองเป็นกระบวนการที่ประกอบไปด้วยการผ่านส่วนผสมของของแข็งและของเหลว (Solid liquid mixture) ไปในสารที่มีรูหรือความพรุน (Porous) โดยส่วนที่เป็นของแข็งซึ่งมีขนาดโตกว่ารูกรองจะถูกกั้นไว้ที่ตัวกรองหรือตัวกลาง (Medium) ของแข็งที่ถูกกั้นไว้ที่รูกรองส่วนใหญ่ ได้แก่ สารแขวนลอย สารคอลลอยด์ ส่วนที่เป็นของเหลวและของแข็งขนาดเล็กกว่ารูกรองไหลผ่านออกไปได้ ในกรณีตัวกรองหรือตัวกลางที่ใช้มีลักษณะเป็นเม็ด เช่น กรวด ทราย และถ่านแอนทราไซต์ เป็นต้น ที่มีลักษณะการกรองโดยเอาของแข็งหรือตะกอนไว้ที่ผิวของชั้นตัวกรองและในชั้นของสารกรองที่ความลึกต่างๆตามอนุภาคของแข็งนั้นๆ จะเล็ดลอดไปได้เรียกลักษณะการกรองโดยใช้สารกรองที่เป็นเม็ดนี้ว่า การกรองในชั้นสารกรอง (Granular medium หรือ Involume หรือ Indepth filtration) ส่วนการกรองที่ใช้ตัวกรองหรือตัวกลางที่มีลักษณะเป็นแผ่น เช่น ผ้า กระดาษ หรือ เยื่อ (Membrane) ต่างๆ การกรองลักษณะเช่นนี้เรียกว่า การกรองแบบติดผิวชั้นกรอง (Surface หรือ

Cake filtration) เครื่องมือที่ใช้ในการกรองเรียกว่าเครื่องกรอง (Filters) การกรองในชั้นของสารกรองมีกลไกในการกรองหลายอย่าง ได้แก่ การสกัดกั้น การขวางกั้น การกระทบกระแทก การตกตะกอน การดูดซับ หรือการดึงดูดประจุ เป็นต้น ซึ่งกลไกดังกล่าวจะทำให้อนุภาคของของแข็งและตะกอนถูกกั้นเอาไว้ที่ผิวของชั้นสารกรองและในชั้นของตัวกรอง โดยปล่อยให้ส่วนที่เป็นน้ำไหลผ่านออกมาได้ น้ำทิ้งที่ผ่านระบบกรองน้ำแล้วไม่มีของแข็งแขวนลอยทั้งหมดหลงเหลืออยู่ ทำให้สามารถลดค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) และค่า BOD_5 ลงได้มาก ประโยชน์ที่ได้นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิดที่ไม่สามารถแยกตะกอนออกจากน้ำทิ้งได้หมดหรือไม่สามารถทำให้น้ำทิ้งได้คุณภาพตามที่มาตรฐานกำหนด นอกจากนี้ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่ต้องการกำจัดหรือแยกสารออร์โธฟอสเฟตออกจากน้ำเสียก็สามารถใช้ระบบกรองน้ำช่วยแยกตะกอนเคมีที่เกิดขึ้นได้

- **การใช้โอโซน** (Ozone)

สุทธิเวช (2540) รายงานว่าก๊าซโอโซนได้ถูกนำมาใช้เป็นครั้งแรกเพื่อฆ่าเชื้อโรคในน้ำดื่มที่ประเทศฝรั่งเศส ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2450 และกระบวนการผลิตก๊าซโอโซนในอุตสาหกรรมสามารถทำได้ 2 วิธี คือ วิธี Corona electric discharge method ที่ใช้วิธีการเร่งประจุไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งเป็นการส่งก๊าซที่เตรียมไว้ผ่านแผ่นอิเล็กโตรดที่มีไฟฟ้าแรงสูง 4,000-15,000 โวลต์ และวิธี Ultraviolet method การผลิตโอโซนโดยใช้รังสีอัลตราไวโอเลตเป็นตัวเหนี่ยวนำให้เกิดก๊าซโอโซน โดยปกติหลอดไฟที่ผลิตโอโซนจะเป็นหลอดรังสีอัลตราไวโอเลตที่เป็นท่อยาวตั้งแต่ 12-48 นิ้ว มักมีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 7,500 ชั่วโมง (มั่นสิน, 2542) เครื่องกำเนิดโอโซนชนิดหลอดรังสีอัลตราไวโอเลตใช้พลังงานจากไฟฟ้ากระแสตรงหรือกระแสสลับ มักใช้ช่วงความยาวคลื่นของรังสีต่ำกว่า 200 นาโนเมตร ดีที่สุดอยู่ที่ 185 นาโนเมตร หากความยาวคลื่นสูงกว่าจะได้ก๊าซโอโซนน้อยลง การผลิตก๊าซโอโซนจากหลอดรังสีอัลตราไวโอเลตจะสามารถให้ก๊าซโอโซนโดยน้ำหนัก 0.01-0.1% โอโซนตกค้าง (Ozone residual) คงตัวอยู่ได้ชั่วระยะเวลาสั้นไม่เกิน 30 นาที โดยปกติน้ำ 1,000 ลูกบาศก์เมตร ต้องการโอโซนเพื่อฆ่าเชื้อโรคประมาณ 1-6 กิโลกรัม แต่มีรายงานว่าการใช้โอโซนในน้ำดื่มปริมาณ 0.4-0.5 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ที่อุณหภูมิ 1 °C ในเวลาเพียง 8 นาที สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* และ *Streptococcus fecalis* ได้ นอกจากนี้ยังพบว่าก๊าซโอโซนยังสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้อีกหลายชนิด เช่น *Clostridium botulinum*, *Bacillus subtilis*, *B. anthracis* และ *Mycobacterium tuberculosum* เป็นต้น รวมทั้งเชื้อไวรัสของโรคไข้หวัดใหญ่ (Influenza) โรคโปลิโอ (Polimyelitis) และเชื้อบิด *Endamoeba histolytica* Liltved และคณะ (1995)

รายงานว่า โอโซนที่มีความเข้มข้น 0.15-0.20 มิลลิกรัม/ลิตร และใช้เวลาสัมผัส 3 นาที สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ 99.99% สอดคล้องกับ มั่นสิน (2542) และ สุรพล (2543) ที่กล่าวว่าโอโซนมีสมบัติเป็นสารออกซิไดซ์ที่รุนแรงกว่าสารออกซิไดซ์ชนิดอื่นๆ ซึ่งสามารถออกซิไดซ์สารอินทรีย์และโลหะหนักในน้ำได้เกือบทุกประเภท โดยเฉพาะปริมาณแอมโมเนีย เหล็ก แมงกานีส ตะกั่ว และซัลเฟอร์ รวมทั้งสามารถใช้กำจัดสี กลิ่น และลดปริมาณของแข็งแขวนลอยได้ รวมทั้งสามารถฆ่าเชื้อโรคในน้ำได้ดีมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียและไวรัสได้ดีกว่าคลอรีนและมีอำนาจรุนแรงกว่าคลอรีนถึง 52% และเร็วกว่า 3,000 เท่า สามารถขจัดของแข็งแขวนลอยทั้งหมดต่างๆ และช่วยลดความกระด้างของน้ำทำให้กระบวนการกรองน้ำง่ายขึ้น กมล กาญจน์และคณะ (2545) รายงานว่าในการบำบัดน้ำด้วยโอโซนเมื่อใช้เวลาเพิ่มมากขึ้นทำให้ปริมาณของแข็งแขวนลอย ค่าความขุ่น และค่า Chemical Oxygen Demand (COD) มีคุณภาพที่ดีขึ้นแต่โอโซนไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ ค่าความนำไฟฟ้า ความเป็นกรดเป็นด่าง และแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมากนัก สอดคล้องกับ Summerfelt และคณะ (1997) ที่รายงานการใช้โอโซนในการเลี้ยงปลา rainbow trout ในระบบปิดหมุนเวียนโดยพบว่าโอโซนสามารถลดความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยได้เพียง 35% ลดค่า COD 36% แต่ลดความเข้มข้นไนไตรท์-ไนโตรเจนได้ 82% โดยทั่วไปหลักการของระบบบำบัดน้ำเพื่อการนำน้ำหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการต่างๆที่ประกอบไปด้วย การให้ออกซิเจน การควบคุมอุณหภูมิ การลดปริมาณตะกอน การลดปริมาณสารอินทรีย์ การกำจัดแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และการควบคุมโรค เป็นต้น ในการกำจัดแอมโมเนียสามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น ใช้วิธีการให้ออกซิเจน การแลกเปลี่ยนอิออน และใช้วิธีการกรองทางชีวภาพ (Rogers and Klemetson, 1985) สำหรับการควบคุมโรคต่างๆที่ให้ได้ผลดี คือ การใช้รังสีอัลตราไวโอเลต การใช้โอโซนหรือคลอรีน (Lucchetti and Gray, 1988) นอกจากนี้ พุทธและคณะ (2543) รายงานเพิ่มเติมว่าการกรองน้ำทางกายภาพโดยใช้ระบบกรองด้วยทรายสามารถลดปริมาณตะกอนอินทรีย์ เช่น แพลงก์ตอนและแบคทีเรียบางชนิดไม่ให้ไหลกลับไปยังบ่อเลี้ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นได้ว่าการกรองน้ำและการใช้โอโซนจัดเป็นวิธีการบำบัดอีกประการหนึ่งที่สามารถใช้ป้องกันและกำจัดเชื้อโรคที่ปะปนอยู่ในน้ำ สามารถลดปริมาณความเข้มข้นของสารพิษและแก๊สพิษในการเลี้ยงสัตว์น้ำระบบเปิดที่น้ำไหลตลอดได้ (Cross and Peterson, 1987; Lucchetti and Gray, 1988; Liltved and Cripps, 1999)

3. **วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. เพื่อศึกษาผลการเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อระยะวัยรุ่นที่ระดับความหนาแน่นเชิงพาณิชย์ โดยมีระดับความถี่การเปลี่ยนถ่ายน้ำแตกต่างกัน
2. เพื่อศึกษาผลการใช้ระบบน้ำหมุนเวียนที่มีการบำบัดน้ำด้วยวิธีการกรอง การใช้โอโซน และการกรองร่วมกับการใช้โอโซนที่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตของน้ำหนักหอยต่อพื้นที่และกำไรสุทธิที่ได้รับจากการเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อระยะวัยรุ่นด้วยระบบดังกล่าว