หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

หอยเป๋าฮื้อเป็นหอยกาบเดียวมีประมาณ 100 species แพร่กระจายอยู่ตามส่วนต่างๆ ของโลกทั้งในเขตร้อน อบอุ่นและหนาว (Ino, 1980) แต่มีอยู่ประมาณ 10 กว่า species ที่มีขนาดใหญ่ มีรสชาติดีและราคาสูง หอยเป๋าฮื้อที่มีขนาดใหญ่และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจมักพบอยู่ในทะเลเขตอบอุ่นและเขตหนาว เช่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และประเทศทางตอนเหนือของเอเชีย คือ ญี่ปุ่น ไต้หวัน เกาหลี ในประเทศเหล่านี้ได้ทำการศึกษาค้นคว้าและวิจัยเรื่องหอยเป๋าฮื้อมาก แต่ข้อมูลหอยเป๋าฮื้อในทะเลเขตร้อนยังมีข้อมูลน้อยมาก สำหรับประเทศไทยเท่าที่มีการศึกษามีรายงานจาก อนุวัติ นทีวัฒนา และยอห์น ฮิลลิแบรก (2529) ได้ทำการสำรวจหอยเป๋าฮื้อในประเทศไทยในบริเวณเกาะภูเก็ตพบว่ามี 3 species คือ <u>H. asinina</u> Linne., <u>H. ovina</u> Gmelin. และ <u>H. varia</u> Linne. เป็นหอยขนาดเล็กอาศัยอยู่บริเวณโขดหินใต้แนวปะการัง ช่องโพรง หรือ รอยแตกของหินที่มีความลึกจากระดับน้ำทะเล 1-2 เมตรขึ้นไป หอยเป๋าฮื้อเป็นสัตว์เคลื่อนไหวช้า กินพืชเป็นอาหาร (herbivorous) และหากินในเวลากลางคืน (nocturnal) Ebert และ Houk (1984) แนะนำว่าการเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อที่ดีที่สุดคือเลี้ยงในที่มืด ขณะเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงรูปร่างระยะแรกของชีวิตเป็น planktonic form ล่องลอยในน้ำทะเล กินไดอะตอม ยีสต์ สาหร่ายเซลเดียวขนาดเล็กประมาณ 0.01 มม. เมื่อลูกหอยเป๋าฮื้อลงเกาะพื้นก็ยังกินคราบไดอะตอมอยู่โดยใช้ฟัน หรือ radula ขูด แต่เมื่อหอยเป๋าฮื้อมีขนาดโตกว่า 10 มม.จะกินสาหร่ายขนาดใหญ่เช่น สาหร่ายสีแดง สีเขียว และสีน้ำตาลเป็นอาหารและต้องการปริมาณมาก สาหร่ายบางชนิดหอยเป๋าฮื้อจะไม่กินเลยหรือถึงแม้ว่าหอยเป๋าฮื้อจะกินแต่อัตราการเจริญเติบโตต่ำมาก หรือมีคุณภาพเนื้อและรสชาติไม่ดี มีน้ำในเนื้อเยื่อมาก (Ino, 1980)

ความต้องการหอยเป๋าฮื้อในต่างประเทศมีสูงและราคาก็สูงด้วย การจับหอยเป๋าฮื้อจากธรรมชาติเพียงอย่างเดียวย่อมไม่เพียงพอต่อความต้องการและทำให้มีการทำการประมงเกินกำลังผลิต (overfishing) ทำให้กำลังผลิตหอยเป๋าฮื้อจากทะเลมีปริมาณลดลงเรื่อยๆจึงจำเป็นต้องมีการเพิ่มผลผลิตหอยเป๋าฮื้อขึ้นโดยการพัฒนาด้านการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อในประเทศเพื่อสนอง

ความต้องการของตลาด

ปัจจุบันนี้หอยเป๋าฮื้อมีทำการเพาะเลี้ยงสำเร็จและกลายเป็นสัตว์เศรษฐกิจในประเทศสหรัฐอเมริกา คือ H. rufescens (red abalone) ประเทศญี่ปุ่น คือ H. discus hannai (ezo abalone) ประเทศออสเตรเลีย คือ H. rubra (blacklip abalone) ประเทศนิวซีแลนด์ คือ H. iris (paua abalone) ประเทศไต้หวัน คือ H. diversicolor supertexta (small abalone) สำหรับประเทศไทย ธานินทร สิงหะไกรวรรณ (2532) ได้ทำการเพาะฟัก H. asinina Linne. (Ass's ear shell) สำเร็จ

หอยเป๋าฮื้อในต่างประเทศเป็นหอยที่มีราคาแพงมากเช่น H. discus hannai ในประเทศญี่ปุ่นมีราคาถึงกิโลกรัมละ 5,000 เยน (Uki,1981) และ H. rufescens ในประเทศสหรัฐอเมริการาคาประมาณกิโลกรัมละ 40-60 เหรียญสหรัฐ ขนาดที่ตลาดต้องการประมาณ 7-12 ซม.น้ำหนัก 200-230 กรัมใช้เวลาเลี้ยง 3-5 ปี ในประเทศไทยราคาขายในภัตตาคารตัวละ 200-300 บาท ขนาด 5-8 ซม. หรือน้ำหนักประมาณ 150-180 กรัมใช้เวลาเลี้ยง 2 ปี หอยเป๋าฮื้อขนาดเล็กเหมาะเป็น cocktail abalone และ บรรจุกระป๋อง เป็นที่ต้องการของตลาดญี่ปุ่นและฮ่องกง โดยเฉพาะตลาดญี่ปุ่นมีความต้องการสูงมากปริมาณการสั่งหอยเป๋าฮื้อเข้าประเทศเพิ่มมากทุกปี ดังนั้นถ้าเราสามารถผลิตหอยเป๋าฮื้อกระป๋องก็จะเป็นที่ต้องการของตลาดญี่ปุ่น และสามารถส่งเป็นสินค้าส่งออกได้ตลอดเวลาเช่นเดียวกับกุ้งกุลาดำ

ปัญหาสำคัญของการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้ออยู่ที่การผลิตอาหารให้พอเพียงกับความต้องการของหอยเป๋าฮื้อ หอยเป๋าฮื้อต้องการสาหร่ายเป็นอาหารประมาณ 10-20 % ของน้ำหนักตัวต่อวันเพื่อให้โตในอัตราที่เหมาะสม ธานินทร สิงหะไกรวรรณ (2532) รายงานว่า หอยเป๋าฮื้อ H. asinina ขณะโตเต็มวัยกินสาหร่ายเขากวาง Gracilaria spp. ถึงวันละ 13 กรัมต่อวันต่อน้ำหนักหอยเป๋าฮื้อเฉลี่ย 80 กรัม แต่เนื่องจากสาหร่ายทะเลขนาดใหญ่ในประเทศมีมากในฤดูฝนเท่านั้น ไม่สามารถป้อนเข้าสู่ระบบได้อย่างต่อเนื่องและเพียงพอ ก็จะมีผลกระทบกับการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ อันจะทำให้หอยเป๋าฮื้อโตช้า ขาดอาหารเกิดความเครียด เป็นโรคและตายในที่สุด และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในขณะที่หอยเป๋าฮื้อจะผสมพันธุ์ถ้าขาดอาหารการวางไข่จะลดลงมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเรื่องอาหารสำเร็จรูป (artificial feed) ที่มีคุณค่าอาหารเหมาะสมสำหรับหอยเป๋าฮื้อ มีขนาดเหมาะกับหอยเป๋าฮื้อและข้อสำคัญจะต้องมีความชื้นน้อยเพื่อจะเก็บไว้ได้นาน ราคาอาหารสำเร็จรูปหอยเป๋าฮื้อของต่างประเทศมีราคาสูงมากถึง 200 บาทต่อกิโลกรัม ถ้าสามารถผลิตอาหารหอยเป๋าฮื้อขึ้นได้เองภายในประเทศ ก็จะสามารถ

ลดต้นทุนการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อให้ต่ำลงได้ การใช้อาหารสำเร็จรูปในการเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อสามารถทำให้เพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อดำเนินการได้ตลอดเวลา สามารถเพิ่มผลผลิตหอยเป๋าฮื้อให้พอกับความต้องการของตลาดอันจะเป็นหนทางไปสู่ความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อและมีการพัฒนาอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อขึ้นในประเทศได้

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. ศึกษากรรมวิธีการผลิตอาหารสำเร็จรูป (artificial feed) สำหรับลูกหอยเป๋าฮื้อใน 2 รูปแบบ
2. เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของลูกหอยเป๋าฮื้อ <u>Haliotis</u> <u>asinina</u> Linne. ด้วยอาหาร 5 สูตรเทียบกับของต่างประเทศ
3. ศึกษา Feed Conversion Efficiency ของอาหารที่ใช้เลี้ยงลูกหอยเป๋าฮื้อ
4. ศึกษาผลกระทบของอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ต่อคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงลูกหอยเป๋าฮื้อ

<u>อนุกรมวิธาน</u> (Classification)

Abalone หรือ ชื่อไทย หอยเป๋าฮื้อ หรือ หอยโข่งทะเล หรือ หอยร้อยรู จากรายงานของ Cox (1960) จัดอนุกรมวิธานของหอยเป๋าฮื้อดังนี้

Phylum Mollusca

Class Gastropod

Subclass Prosobranchia

Order Archaeogastropod

Suborder Pleurotomariina

Supperfamily Pleurotomariacea

Family Haliotidae

Genus <u>Haliotis</u>

<u>ลักษณะทั่วไปของหอยเป๋าฮื้อ</u>

นันทพร จารุพันธ์ (2529)และ Fallu (1991) บรรยายลักษณะของหอยเป๋าฮื้อดังนี้

<u>ลักษณะภายนอก</u>

<u>เปลือก</u> เปลือกเป็นส่วนที่อยู่ข้างบน และปกคลุมทั้งหมดของหอยเป๋าฮื้อ เป็นรูปกรวยขดเป็นเกลียว (tubular whorl) มีลักษณะกลมคล้ายใบหูคน ปกติมีรูปไข่ยาวทางด้านหน้า (anterior) และด้านปลาย (posterior) หัวของหอยเป๋าฮื้ออยู่ด้าน anterior และยอดแหลม (apex) ของเปลือกหอยขดเป็นวงอยู่ด้าน posterior และมีขนาดเล็กมาก วงยอดสุดจะมีขนาดเล็กสุดและเกิดก่อนอันอื่น วงใหญ่ที่สุดจะอยู่ล่างสุดเป็นช่องเปิดให้ส่วนหัวส่วนเท้ายื่นออกมา ด้านนอกของเปลือกหอยอาจมีหอยชนิดอื่น ฟองน้ำ สาหร่าย ปะการังสีแดงเกาะอยู่

ลักษณะเฉพาะของหอยเป๋าฮื้อ คือ เปลือกเป็นอสมมาตร ด้านบนของเปลือกมีรูเปิดเรียงเป็นแถวอยู่ประมาณ 5-7 รูอยู่ด้านซ้ายของเปลือก รูเหล่านี้จะขยายไปทางด้านหน้า รูทางด้านหน้าสุดจะใหญ่สุด หอยเป๋าฮื้อใช้รูเหล่านี้ในการหายใจ(respiratory pore) รูแรกเกิดขึ้นเมื่อหอยเป๋าฮื้อมีขนาดความยาว 2 มิลลิเมตร รูใหม่จะเกิดขึ้นถัดจากรูแรกเมื่อหอยเป๋าฮื้อโตขึ้น

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนรูแรกจะถูกปิดจากด้านใน และลักษณะเช่นนี้จะเป็นไปเรื่อยๆตลอดระยะเวลาที่หอยเป๋าฮื้อโต ส่วนรูที่ถูกปิดยังคงเรียงเป็นแถวไปตามแนวขอบเปลือก รูหายใจเหล่านี้จะเปิดเฉพาะรูที่ยังใช้ในการหายใจเท่านั้น จะเรียงอยู่เหนือ mantle cavity รูเปิดของ mantle cavity จะตรงกับรูขับถ่ายของเสีย(anus)ใต้รูที่ 4 นับจากทางด้านหน้า

เปลือกหอยเป๋าฮื้อขยายความยาวไปในรูปเส้นตรง ทำให้ง่ายในการตรวจวัดขนาดของหอยเป๋าฮื้อ หอยเป๋าฮื้อบาง species ความยาวเปลือกจะสัมพันธ์กับน้ำหนักตัว(body weight) และใช้ความยาวเปลือกเป็นเครื่องชี้การเจริญเติบโตจะดีกว่าใช้น้ำหนักตัวปกติ เปลือกหอยเป๋าฮื้อมักจะปกคลุมส่วนเท้าเกือบทั้งหมด แต่เปลือกของหอยเป๋าฮื้อ <u>H. asinina</u> หรือ Ass's ear shell เปลือกจะปกคลุมเท้าเพียงเล็กน้อย (รูปที่ 1และ รูปที่ 2)

<u>เท้า</u> หอยเป๋าฮื้อใช้เท้าในการเคลื่อนที่ตามพื้นทะเล รอบๆขอบของเท้าข้างบนมีหนวด(tentacle)เรียงเป็นแถว หอยเป๋าฮื้อใช้หนวดตรวจศัตรู พิจารณา สัมผัส และ ตรวจตราอาหาร

ส่วนของหอยเป๋าฮื้อที่ใช้เป็นอาหาร คือ กล้ามเนื้อในส่วนเท้า และส่วน stalk สั้นๆ ที่ต่อระหว่างเท้ากับเปลือก ส่วนของอวัยวะภายใน เช่น กระเพาะ อวัยวะสืบพันธุ์ ฯลฯ และผิวนอกของเท้าเป็นหนังเหนียวไม่ใช้เป็นอาหาร

<u>หัว</u> อยู่ทางด้านหน้าเหมือนกับหอยทาก มีหนวด (cephalic tentacle) อยู่ด้านหน้า 2 เส้น มีขนาดใหญ่และยาว ลักษณะเหมือนกับก้านตา (eye stalks) ของหอยทาก

ส่วนหัวและเท้าจะยึดติดกัน มีกล้ามเนื้อเรียกว่า columella muscle ทำหน้าที่ยืดหด หัวและเท้ากลับเข้าเปลือก

<u>ปาก</u> อยู่ที่ฐานของหัว มีลักษณะเป็นวงกลม มีท่อในส่วนกลางของชิ้นเนื้อปากเรียกว่า oral disc หอยเป๋าฮื้อไม่มีฟันแท้ แต่ในปากมีอวัยวะคล้ายลิ้นปกคลุมด้วยอวัยวะคล้ายฟันเรียกว่า radulaใช้ในการขูดอาหาร radula อยู่จากปากไปจนถึงกลางลำตัว มี hyoid catilages อยู่ 1 คู่ช่วยยึด radula เมื่อเคลื่อนไปข้างหน้าและข้างหลังเพื่อขูดอาหาร

<u>ลักษณะภายใน</u>

<u>เหงือก</u> อยู่ภายใน mantle cavity เหงือกมี 1 คู่ อยู่ตามแนวนอนตามความยาวของลำตัว และเหงือกนี้แบ่ง mantle cavity ออกเป็น 2 ช่อง คือ ช่องทางด้านบนเป็น exhalent chamber ช่องด้านล่างเป็น inhalent chamber

กล้ามเนื้อ (shell muscle) มีขนาดใหญ่มาก (รูปที่ 3) เจริญอยู่บนส่วนกลางของด้านหลังของส่วนเท้า และติดอยู่ด้านในของเปลือกหอย มีกล้ามเนื้อเล็กๆ 1 อันอยู่ทางด้านซ้ายของลำตัว (left muscle) เพื่อช่วยยึดส่วนเนื้อด้านซ้ายของหอยให้ติดกับด้านในของเปลือก

อวัยวะสืบพันธุ์ หอยเป๋าฮื้อมีเพศแยกเมื่อโตเต็มวัยที่จะผสมพันธุ์ สีของอวัยวะเพศใช้ชี้เพศของหอยเป๋าฮื้อได้ อวัยวะเพศเมียที่เจริญเต็มที่มีสีน้ำเงิน เขียว หรือน้ำตาล และอวัยวะเพศผู้ที่เจริญเต็มมีสีขาวครีมไปจนถึงสีส้ม สำหรับพวกที่อวัยวะเพศไม่สมบูรณ์จะมีสีเทา อวัยวะเพศที่เจริญเต็มที่จะบวมและมีไขมันสะสมมาก อวัยวะเพศและสีสรรเหล่านี้จะมองเห็นได้เมื่อตลบปลายเนื้อเยื่อด้านหลังของหอยเป๋าฮื้อขึ้น

ระบบทางเดินอาหาร ท่อทางเดินอาหารเริ่มต้นจากปาก (mouth) ภายในปากมีต่อมน้ำลาย มีสีส้มตั้งอยู่ด้านบนของปาก ผ่านคอหอย (oesophagus) มีขนาดกว้าง และมีส่วนเป็นกระเปาะเรียกว่า oesophagus pockets อยู่ 2 ด้านทั้งซ้ายและขวา จากนั้นเป็นกระเพาะ (stomach) มีลักษณะเป็นรูปตัววีอยู่ทางด้านท้ายของลำตัว ขดในส่วนว่างระหว่างก้านของเท้ากับขอบของเปลือก ตับ (liver) มีลักษณะคล้ายเขาวัว ตั้งอยู่สองด้านของกระเพาะส่วนของลำไส้ยื่นผ่านเข้าไปในหัวใจ แล้วเปิดออกสู่ส่วนรูก้น (anus)

ระบบหมุนเวียนเลือด หัวใจมี 3 ห้อง คือ ventricle 1 ห้อง และ auricle 2 ห้องที่ ventricle มีเส้นเลือด posterior aorta ส่งเลือดไปยัง visceral mass และ atrium มีเส้นเลือด anterior aorta รับเลือดมาจากหัวและเท้า เลือดของหอยเป๋าฮื้อประกอบด้วยธาตุทองแดงเป็นหลักในฮีโมโกบินซึ่งจะเป็นสีน้ำเงินเมื่อมีออกซิเจนสูง และไม่มีสีเมื่อไม่มีออกซิเจน

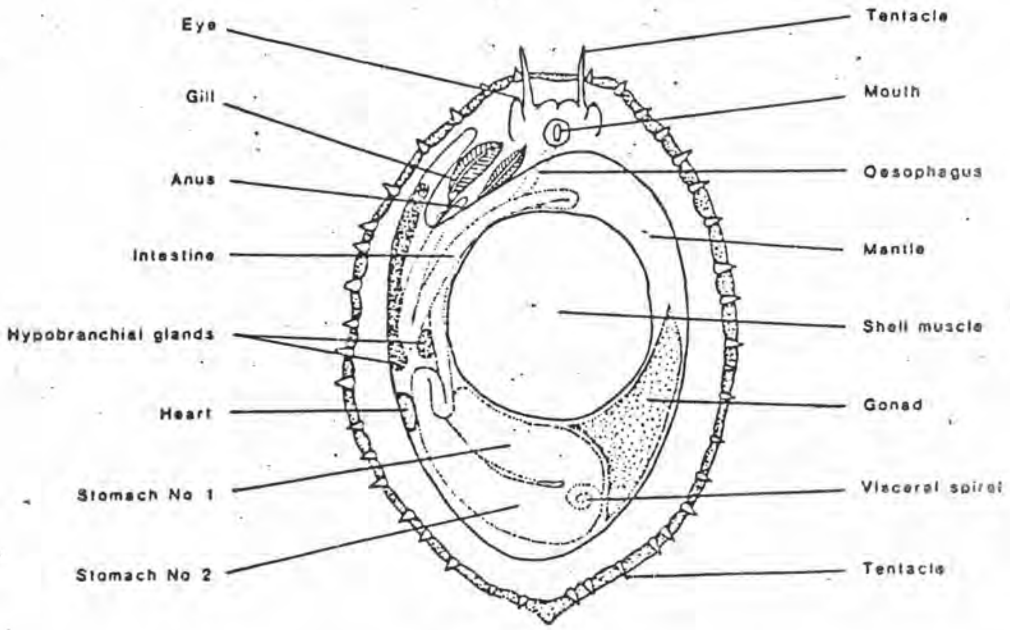
หัวใจของหอยเป๋าฮื้อสูบฉีดเลือดที่มีออกซิเจนจากเหงือกเข้าสู่แขนงเล็กๆจากส่วนแขนงเล็กๆ เลือดและออกซิเจนถูกกรองเข้าสู่เนื้อเยื่อ และถูกนำไปใช้ในขบวนการ metabolism แล้วเลือดจะถูกถ่ายเข้าสู่แขนงเล็กๆกลับเข้าสู่ central cavity ใหญ่ในเท้า และจะต่อไปยังเหงือกเพื่อรับออกซิเจนอีกครั้งหนึ่ง

ระบบประสาท ประกอบไปด้วยปมประสาทที่สำคัญ คือ

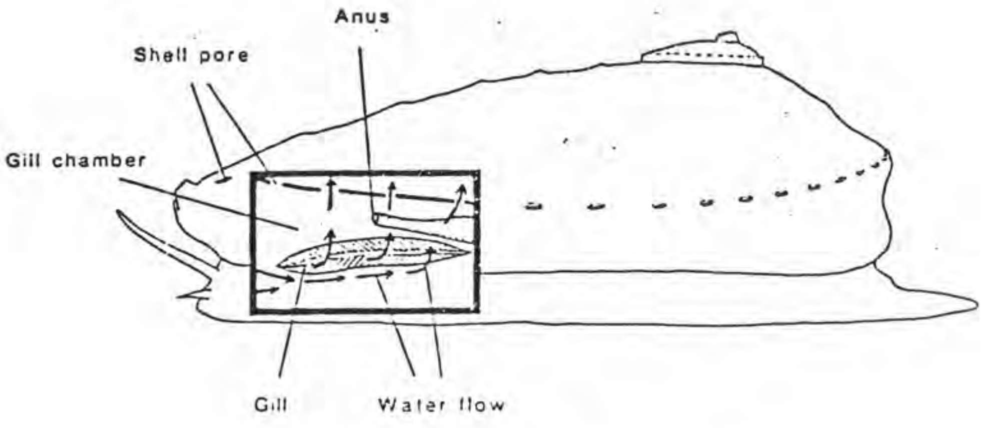
1. cerebral ganglia 1 คู่ อยู่ทางด้าน esophagus ส่งเส้นประสาทไปยัง ตา หนวด และ baccal ganglia
2. pedal ganglia อยู่บริเวณเท้ามีเส้นประสาทเชื่อมกับ cerebral ganglia
3. pleural ganglia และ parietal ganglia อยู่ระหว่างกลางเส้นประสาท

รูปที่ 1 รูปร่างลักษณะของหอยเป๋าฮื้อ Haliotis asinina Linne.

รูปที่ 2 ลักษณะเปลือกของหอยเป๋าฮื้อ Haliotis asinina Linne.



รูปที่ 3 แสดงลักษณะอวัยวะภายในของหอยเป๋าฮื้อ (Fallu,1991)



รูปที่ 4 แสดงระบบหมุนเวียนน้ำในตัวหอยเป๋าฮื้อและช่องเหงือก (Fallu,1991)

<u>อวัยวะรับความรู้สึก</u> ประกอบด้วย :-

<u>ตา</u> มีหน้าที่รับแสง อยู่ตรงฐานของ cephalic tentacle แต่จะทำงานได้ไม่ดี

<u>tentacle</u> มี cephalic tentacle 1 คู่หน้าอยู่ติดกับหัว อาจจะยืดยาวผ่านรูหายใจและมีหนวด (epipodal tentacle) หลายเส้นเรียงไปตามขอบของเท้า

<u>statocyst</u> อยู่ที่เท้าใกล้ pedal ganglia

<u>osphradium</u> เป็นsensory epitheliaใกล้ๆกับเหงือกทำหน้าที่chemoreceptor

<u>ระบบขับถ่าย</u> มี nephridia 1-2 คู่อยู่ใน visceral mass ทำหน้าที่ในการขับถ่าย มี ureter สั้นๆส่งของเสียออกที่ nephridiopore ซึ่งจะเปิดออกที่ mantle cavity และ จะออกที่ respiratory pore รูที่ 4

<u>ระบบหมุนเวียนน้ำ</u> การหมุนเวียนน้ำในตัวหอยเป๋าฮื้อเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีอิทธิพลกับขนาดและรูปร่างของเปลือกหอยเป๋าฮื้อ น้ำทะเลเข้าทางด้านหน้าของลำตัว ผ่าน inhalent chamber แล้วผ่านเหงือกไปยัง exhalent chamber และออกนอกตัวทาง respiratory pore ดังรูปที่ 4

<u>ระบบสืบพันธุ์</u> หอยเป๋าฮื้อมีเพศแยก การผสมในธรรมชาติเริ่มต้นจากเพศผู้ปล่อยน้ำเชื้อผ่านช่องเปิดที่เรียงอยู่ตามขอบเปลือก น้ำเชื้อจะผ่านออกสู่ respiratory pore ลงไปในน้ำซึ่งจะไปกระตุ้นให้ตัวเมียปล่อยไข่ออกมาผสม แล้วจมลงสู่พื้น และเจริญเติบโตไปเป็นตัวอ่อนที่ว่ายน้ำได้ โดยใช้เวลาประมาณครึ่งวัน ตัวอ่อนไม่กินอาหารในระยะที่แบ่งเซลในเวลาประมาณ 2 วันตัวอ่อนจะเจริญเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis) และจมตัวลงเกาะพื้นแข็งแล้วเข้าไปหลบซ่อนอยู่ตามรอยแตกของพื้นแข็ง

<u>อาหารและการกินอาหาร</u> หอยเป๋าฮื้อกินอาหารในเวลากลางคืน (nocturnal)ตามธรรมชาติเป็นสัตว์กินพืช (herbivorous)เท่านั้น อาหารเปลี่ยนตามการพัฒนาของร่างกายในระยะแรกของช่วงชีวิตหอยเป๋าฮื้อวัยอ่อนจะอยู่ในรูปล่องลอยไปกับน้ำทะเล (planktonic form) กินไดอะตอม ยีสต์ สาหร่ายเซลล์เดียว ซึ่งมีขนาดประมาณ 0.01 มม.เมื่อหอยเป๋าฮื้อมีขนาดโตขึ้นและจมตัวลงเกาะพื้นแข็ง กินคราบไดอะตอมที่อยู่ตามพื้นแข็งโดยใช้ radula ขูด แต่เมื่อหอยเป๋าฮื้อโตกว่า 10 มม. ชอบกินสาหร่ายขนาดใหญ่ขึ้นทั้งสาหร่ายสีแดง สีเขียว และสีน้ำตาลและต้องการในปริมาณมาก สาหร่ายบางชนิดหอยเป๋าฮื้อจะไม่กินเลยถึงแม้ว่าหอยจะกินแต่อัตราการเจริญเติบโตจะต่ำมาก คุณภาพของเนื้อหอยเป๋าฮื้อและรสชาดไม่ดี เปลือกหอยหนา ตัวมีขนาดเล็กมีน้ำในเนื้อเยื่อมาก (Ino, 1980)

การสำรวจหอยเป๋าฮื้อในประเทศไทย

จากรายงานของ Tantanasiriwong (1978) พบหอยเป๋าฮื้อในประเทศมี 4 ชนิด คือ *H. asinina* Linne., *H. ovina* Gmelin, *H. varia* Linne., *H. planata* แต่จากการตรวจสอบอีกครั้งพบว่า *H. planata* (PMBC 947) เป็นชนิดเดียวกับ *H. varia* ดังนั้นจึงเป็นอันว่าพบหอยเป๋าฮื้อ 3 ชนิด ซึ่งมีรูปร่างลักษณะและรายละเอียดตามที่ อนุวัติและฮิลลิแบรก (2529) รายงานไว้ว่า *H. asinina* Linne. พบที่เกาะเสม็ดจังหวัดระยอง ลักษณะเปลือกบาง ยาวเรียว ผิวส่วนมากจะเรียบเปลือกสีเขียวมะกอก หรือ สีเขียวปนน้ำตาล ความยาวเฉลี่ย 13.2 มม.และความกว้างเฉลี่ย 8.2 มม. *H. ovina* Gmelin. พบที่เกาะสีชัง เกาะเต่า หมู่เกาะอ่างทอง ลักษณะเปลือกกลมรี ค่อนข้างแข็ง มีสีม่วง เขียวมะกอกความยาวเฉลี่ย 53.2 มม.และความกว้างเฉลี่ย 38.9 มม. และ *H. varia* Linne. พบที่เกาะภูเก็ต และทะเลอันดามัน ลักษณะเปลือกกลม รี ค่อนข้างแข็ง ผิวขรุขระ มีสีเขียวมะกอกหรือน้ำตาลแดง ความยาวเฉลี่ย36.75 มม. ความกว้างเฉลี่ย 25.45 มม.

H. asinina และ *H. ovina* พบอาศัยอยู่ใต้ปะการังโดยเฉพาะปะการังที่มีขนาดใหญ่ เช่น ปะการังสมอง (porites) เป็นต้น ส่วน *H. varia* พบอยู่ริมชายฝั่งตามบริเวณโขดหิน ในระดับน้ำขึ้น น้ำลงไปจนถึงระดับความลึก 1-2 เมตร ในเวลากลางวันหอยชนิดนี้จะเกาะติดกับซอกหิน รอยแยกหรือรอยแตกของหิน รวมทั้งโพรงหินที่เกิดจากการขุดเจาะของเม่นทะเล บริเวณโขดหินที่พบหอยเป๋าฮื้อจะมีสาหร่ายเกาะเคลือบหินอยู่ และมีคลื่นค่อนข้างแรง

หอยเป๋าฮื้อ มีประมาณ 100 speciesแพร่กระจายในทะเล แต่มีอยู่ประมาณ 10 กว่าชนิดที่เป็น species ที่มีราคาสูงเนื่องจากตัวใหญ่เนื้อและรสชาติดี ถิ่นที่พบอยู่ในซีกโลกเหนือและใต้ species ที่อาศัยอยู่ในน้ำเย็นและในเขตร้อนทั้งหมดมีขนาดเล็กและแพร่กระจายน้อย ส่วน species ที่มีขนาดใหญ่และมีราคาสูงพบในเขตอบอุ่น ประเทศที่จับหอยเป๋าฮื้อเพื่อการค้า คือ ญี่ปุ่น เกาหลี จีน อัฟริกาใต้ นิวซีแลนด์ ออสเตรเลียตอนใต้ แมกซิโก และอเมริกา (ตามตารางที่1) ประเทศเหล่านี้มีการศึกษาวิจัยเรื่องหอยเป๋าฮื้ออย่างกว้างขวาง รวมทั้งเพาะเลี้ยงเป็นระดับอุตสาหกรรม ในปัจจุบันปริมาณการจับทั่วโลกมีทั้งหมด 13,000-15,000 ตัน ในญี่ปุ่นปริมาณจับหอยเป๋าฮื้อคือ ประมาณ 4,000 ตัน จับได้เป็นอันดับสองรองจากหอยนมสาวในกลุ่มหอยสังข์ ในปัจจุบันญี่ปุ่นสั่งหอยเป๋าฮื้อเข้าประเทศในรูปเนื้อสดแช่แข็ง และ แช่เย็น จากจีน เกาหลี และนิวซีแลนด์ประมาณ 1,000 ตันและอีกประมาณ 1,000 ตันในรูปหอยกระป๋อง และอีกหลายพันตันในรูปแปรรูปจาก ออสเตรเลีย แต่ในขณะเดียวกันญี่ปุ่นก็ส่งหอยเป๋าฮื้อตากแห้งเป็นสินค้าส่งออก

ไปยังฮ่องกงและไต้หวัน ในญี่ปุ่นหอยเป๋าฮื้อได้กลายเป็นสัญลักษณ์แสดงความยินดี โดยกลายเป็นของขวัญพิเศษแสดงความยินดีในงานแต่งงานจนเป็นประเพณีอีกอย่างหนึ่งของญี่ปุ่น ชาวญี่ปุ่นนิยมบริโภคหอยเป๋าฮื้อเป็นชิ้นใหญ่ ชิ้นบางๆ (slice) และ ตัดเป็นชิ้นๆ (chopped meat) ดังนั้นขนาดของหอยเป๋าฮื้อจะไม่มีความสำคัญมากเท่ากับรสชาติของหอยเป๋าฮื้อ

ตารางที่ 1 ผลผลิตหอยเป๋าฮื้อโลก (ตัน) จากสถิติของ FAO (Fishery Journal,1992)

ประเทศผลิต	ปี2529	ปี2530	ปี2531	ปี2532
ญี่ปุ่น	4,511	4,189	3,913	3,571
อัฟริกาใต้	683	680	676	562
ออสเตรเลีย	7,100	6,700	6,800	5,500
เกาหลี	466	319	278	282
แคนาดา	52	49	48	43
แมกซิโก	1,262	1,502	1,992	1,914
อเมริกา	368	500	1,308	1,287
นิวซีแลนด์	830	700	267	319

การเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ

การเพาะเลี้ยงในต่างประเทศ

ประเทศสหรัฐอเมริกา ในยุคขุดทองปี 1849 คนงานจีนที่เข้าไปอยู่ในอเมริกา ได้นำหอยเป๋าฮื้อขึ้นมาใช้เป็นอาหารและตากแห้งเป็นปริมาณมาก แล้วส่งกลับประเทศจีนโดยทางเรือ คนท้องถิ่นต้องการสงวนพันธุ์หอยเป๋าฮื้อจึงมีการจำกัดการสะสมพันธุ์หอยเป๋าฮื้อ ไม่เพียงแต่จำกัดขนาดและปิดฤดูเก็บเกี่ยว แต่ยังออกกฎหมายไม่ให้มีการทำแห้ง หรือทำหอยกระป๋องหรือขนส่งหอยเป๋าฮื้อทางเรือทุกรูปแบบ จึงทำให้หอยเป๋าฮื้อมีหนาแน่นมากในแคลิฟอร์เนียมากกว่าที่อื่นในซีกโลกตะวันตก ถึงแม้ว่าจะจำกัดการผลิตหอยในโรงงานและการขนส่ง แต่ก็ไม่ได้ปิดการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ ดังนั้นถ้าใครประสบผลสำเร็จในการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อถึงขนาดที่ตลาดต้องการก็จะสามารถเจาะตลาดใหม่ได้

Carlisle (1962) รายงานว่าความพยายามเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อเริ่มในปี 1940 ตัวที่ให้ความสนใจ คือ หอยเป๋าฮื้อแดง H. rufescens Cox (1963) ได้รายงานวิธีการเพาะฟักหอยเป๋าฮื้อของญี่ปุ่น และได้ใช้ห้องทดลองที่ Morro bay อยู่ที่ชายฝั่งทะเล California ทำการทดลองเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ H. rufescens และมีการสาธิตการเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อแบบ mass culture ทำให้เกิดความสนใจจากหน่วยงานรัฐบาลและเอกชนที่จะทำการเพาะเลี้ยง

ปี 1970 California Department of Fish and Game ได้ทำการวิจัยการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อที่ Granite Canyon Laboratory ที่ชายฝั่งทะเล California อยู่ใกล้ Monterey (Ebert et al., 1974) มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาเทคนิคใหม่ๆและศึกษาชีววิทยาหอยเป๋าฮื้อ เพื่อทำ mass culture นอกจากนี้ยังเผยแพร่ข่าวสารการวิจัยและแพร่พันธุ์ลูกหอยเพื่อเพิ่มผลผลิตในทะเล

การเพาะฟักเริ่มโดยการเหนี่ยวนำด้วย UV-irradiate น้ำทะเล (Kikuchi and Uki, 1974) ใช้ Refco Water Purifier model RL-10-1P กรองน้ำที่เลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ H. rufescens ผ่านรูกรองขนาด 1μm ปรับอัตราการไหลของน้ำ 150 มล./นาที หอยเป๋าฮื้อเพศผู้และเพศเมียจะถูกแยกเลี้ยงคนละถัง การกระตุ้นให้หอยออกไข่และปล่อยน้ำเชื้อโดยใช้น้ำทะเลที่ผ่านแสงอุลตราไวโอเลท การผสมพันธุ์จะใช้ถังพลาสติคขนาด 15 ลิตร ไข่จะผสมภายในเวลา 30 นาทีแล้วค่อยๆรินน้ำเชื้อที่มากเกินไปออกหลังจากปฏิสนธิแล้ว 15 นาที การรินน้ำทิ้งนี้ทำซ้ำ 2-3 ครั้งจนน้ำใส เมื่อไข่ที่ได้รับการผสมจมตัวลงจะหยุดการรินน้ำออก และเมื่อลูกหอย

มีขนาด 1 μm ใช้ไดอะตอมที่คัดเลือกจากทะเลมีขนาด 0.1 มม.เป็นอาหารพอลูกหอยขนาด 5 มม. จะให้สาหร่ายขนาดใหญ่ Macrocystis spp., Laminaria spp.เป็นอาหาร (Ebert and Houk, 1984) หอยเป๋าฮื้อแดงที่เพาะเลี้ยงมีอายุ 2-3 ปีใช้ทำหอยกระป๋อง ขนาดของหอยเป๋าฮื้อทำ abalone streak คือ 12.5 ซม. ส่วนขนาดของหอยเป๋าฮื้อที่ชาวประมงจับจากทะเล คือ 7.7 นิ้ว หรือ 20.5 ซม.ถ้าใช้เวลาเลี้ยงกินเวลา 4-5 ปี จึงจะได้ขนาดเท่านี้

ประเทศญี่ปุ่น มีการทำประมงหอยเป๋าฮื้อมากเกินไปในชุมชนที่มีประชากรมากและทางตอนใต้ของประเทศ จึงเกิดความพยายามที่จะย้ายพันธุ์หอยเป๋าฮื้อจากฮอกไกโดและทางเหนือของเกาะฮอนชูในปี 1930 แต่ไม่สำเร็จ งานวิจัยเริ่มเพาะเลี้ยงที่ Tokai Regional Fisheries Research Laboratory อยู่ที่ Nagai ในปี ค.ศ. 1959 เป็นที่แรก ที่นี่มีกิจกรรมหลัก คือ เพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อจนมีขนาดความยาว 1.5-2.0 ซม. และขายให้สหกรณ์ชาวประมงต่อไป

มีหอยเป๋าฮื้อ 10 กว่า species ที่พบบริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศญี่ปุ่น แต่มีความสำคัญมากทางการค้า 3 ชนิดอยู่ในเขตอบอุ่น คือ H. discus , H. sieboldi และ H. gigantea และ species ที่อาศัยอยู่ในน้ำเย็น H. dicus hannaiเป็น variety ของ H. discus อีก 2 species ที่อาศัยอยู่ใต้ปะการังคือ H. diversicolor supertextaและ H. diversicolor 2 species หลังนี้มีขนาดเล็กจึงถูกจำกัดแหล่งเพาะเลี้ยงเพราะสำคัญน้อยกว่า 4 species ที่ตัวใหญ่กว่า H. discus hannai พบแพร่กระจายในน้ำทะเลระดับลึก 4-5 เมตร ในขณะที่ H. gigantea อยู่ที่ระดับถึง 30-50 เมตร H. discus พบที่ระดับลึก 4-10 เมตร และ H. sieboldi พบที่ระดับลึก 10-15 เมตร หอยเป๋าฮื้อตัวที่ประสบผลสำเร็จในการเพาะเลี้ยงมากที่สุด คือ H. discus hannai ซึ่งเป็น species ทางเหนือของประเทศญี่ปุ่นที่เกาะฮอกไกโด (Fishery Journal, 1992)

การเจริญเติบโตของ H. discus hannai ขึ้นอยู่กับฤดูกาลที่เปลี่ยนแปลงหอยเป๋าฮื้อชนิดนี้จะเคลื่อนไหวช้ามากและหยุดการกินอาหารถ้าอุณหภูมิของน้ำทะเลต่ำกว่า 7 °C อุณหภูมิ 15-20 °C เป็นอุณหภูมิที่เหมาะกับการเจริญเติบโต นอกจากอุณหภูมิน้ำแล้วปัจจัยทางชีววิทยาก็มีผลต่อการเจริญเติบโต ระหว่างที่อวัยวะเพศแก่เต็มที่และจะวางไข่ถ้าขาดอาหารจะทำให้ไม่วางไข่ และตามปกติเมื่อหอยเป๋าฮื้อวางไข่แล้วน้ำหนักตัวของหอยเป๋าฮื้อจะเพิ่มกลับคืนอย่างรวดเร็ว H. discus วางไข่ที่อุณหภูมิ 15-20 °C ระหว่าง เดือนสิงหาคม ถึง ตุลาคม H. gigantea และ H. sieboldi ชอบอุณหภูมิช่วงเดียวกัน วางไข่กลางเดือน ตุลาคม ถึง ธันวาคม และ H. diversicolor วางไข่ในน้ำที่อุ่นกว่าในช่วงเดือน มิถุนายน ถึง พฤศจิกายน

ในธรรมชาติการผสมพันธุ์เริ่มโดยหอยเป๋าฮื้อจะเคลื่อนย้ายเข้าสู่บริเวณน้ำตื้น ตัวผู้จะปล่อยสเปอร์มก่อน และสเปอร์มจะกระตุ้นให้ตัวเมียปล่อยไข่ออกมาประมาณ 10 ล้านฟองหรือมากกว่านั้น การผสมพันธุ์เกิดขึ้นในน้ำ zygotes ตกลงสู่พื้นเพื่อฟักตัวเข้าสู่ขั้น trochophore larvae และ metamorphoresis จนถึง young shell ขณะตัวอ่อนหอยเป๋าฮื้อกิน benthic diatom และ flagellate เป็นอาหาร จนมีขนาด 40-100 มม.จะเริ่มเปลี่ยนมากินสาหร่ายขนาดใหญ่ เช่น Undaria sp., Ulva sp.เป็นต้น การศึกษาการเพาะฟักในญี่ปุ่นเริ่มประสบผลสำเร็จเมื่อ Kikuchi and Uki (1974) ศึกษาการกระตุ้นให้หอยวางไข่โดยใช้น้ำทะเลที่ผ่านแสงอุลตราไวโอเลท และ Seki (1979) ศึกษาการกระตุ้นให้ลูกหอยเป๋าฮื้อมีอัตราการเกาะแผ่นล่อลูกหอยโดยใช้เมือกจากลูกหอยด้วยกันเอง Uki and Kikuchi (1984) ได้รายงานว่าการกระตุ้นให้หอยเป๋าฮื้อปล่อยน้ำเชื้อและไข่ใช้วิธีให้น้ำทะเลผ่านแสงอุลตราไวโอเลทให้ผลดีและในการผสมพันธุ์จำนวนน้ำเชื้อที่เหมาะสมและทำให้ไข่ได้รับการผสม 100 % มีค่าประมาณ 7-10^{6} ตัว/ลบ.ซม. ถ้าจำนวนน้ำเชื้อมากเกินไปจะทำให้การพัฒนาของไข่ผิดปกติขึ้น

Uki and Kikuchi (1979) รายงานว่าอาหารสำหรับลูกหอยเป๋าฮื้อ H. discus hannai ตั้งแต่เริ่มเกาะแผ่นล่อลูกหอยที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต คือ ไดอะตอม Navicula spp. และ Nitzchia spp. โดยทำแผ่นล่อลูกหอยด้วยแผ่นพลาสติก เพื่อให้เกิดแผ่นฟิมล์ของไดอะตอมจนกว่าหอยจะโตจนได้ขนาด 2-3 มม.(ประมาณ 50 วัน) ก็จะให้สาหร่าย Undaria sp. ในตอนนี้ใช้วิธีนำหอยเป๋าฮื้อไปใส่ในตะกร้าพลาสติคและคลุมด้วยตาข่ายเพื่อป้องกัน predator และตะกอนในทะเล แล้วนำไปเลี้ยงในกระชังในบริเวณชายฝั่งทะเล H. discus สามารถเจริญเติบโตได้ขนาดที่ตลาดต้องการคือ 10 ซม.ใช้เวลาเลี้ยง 4 ปี

ประเทศไต้หวัน Chen (1984) กล่าวว่า ภัตตาคารไต้หวันมีความต้องการหอยเป๋าฮื้อเนื่องจากเชื่อว่า small abalone (H. diversicolor supertexta) เป็นยาบำรุงสายตา ราคาหอยเป๋าฮื้อขนาดเล็กนี้จึงสูงที่สุดในพวกหอยเป๋าฮื้อที่เพาะเลี้ยงในไต้หวัน ปัจจุบันผลผลิตและวิธีการเพาะเลี้ยงได้ถูกพัฒนาโดยเลี้ยงในบ่อที่ขุดขึ้นริมฝั่งทะเล (pond culture) การเพาะฟักใช้หอยเป๋าฮื้อขนาด 5.9-7.0 ซม.วิธีการเพาะฟักใช้วิธี thermal shock กับวิธีกระตุ้นให้หอยวางไข่โดยใช้น้ำทะเลผ่านแสงอุลตราไวโอเลท ซึ่งเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการ induce spawning น้ำทะเลที่ผ่านแสงอุลตราไวโอเลทแล้ว 1/2-1 ชั่วโมง จะถูกนำมาใช้ในการเพาะฟักและวิธี Thermal shock ทำโดยการเพิ่มอุณหภูมิ 1 องศาเซนติเกรดต่อชั่วโมงเป็นเวลา 4 ชั่วโมงจึงลดอุณหภูมิลงทันทีจนเท่าอุณหภูมิเดิมในเวลา 3 ชั่วโมงไข่จะถูกผสมภายใน 1 ชั่วโมง หลังจาก

วางไข่และใช้น้ำเชื้อเท่ากับ 2x10⁴ ตัว/ลบ.ซม. เพื่อที่จะได้รับเปอร์เซนต์เพาะฟักสูงขึ้นการล้างไข่ที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้วจะเพิ่มเปอร์เซนต์การเพาะฟัก อุณหภูมิของน้ำทะเลในระหว่างการผสมพันธุ์อยู่ระหว่าง 20-26°C การเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อในไต้หวันอาหารของหอยวัยเจริญพันธุ์ที่เหมาะสม คือ Gracilaria spp. และฟาร์มเพาะเลี้ยงในไต้หวันใช้สาหร่ายชนิดนี้เป็นส่วนใหญ่

การเพาะเลี้ยงในประเทศไทย

ธานินทร สิงหะไกรวรรณ(2532) ได้ทำการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ H. asinina Linne.ได้สำเร็จโดยรวบรวมพันธุ์หอยเป๋าฮื้อจากบริเวณเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง นำพ่อแม่พันธุ์หอยมาเลี้ยงในบ่อคอนกรีตขนาด 2x1.5x1 ลบ.ม.โดยจัดระบบน้ำให้มีการถ่ายเทอยู่ตลอดเวลา (flow through) ระบบ อากาศที่ใช้ในบ่อเปิดค่อนข้างแรง ตามพื้นบ่อจะใช้แผ่น PVC ทึบแสง ขนาด 50x50 ซม. งอเป็นมุมฉากตามแนวกลางของแผ่นเพื่อเป็นที่หลบซ่อนของหอยเป๋าฮื้อให้เหมือนลักษณะตามธรรมชาติที่มักหลบซ่อนอยู่ในที่ทึบแสงและส่วนบนของบ่อจะคลุมด้วยผ้าสีดำหรือใช้แผ่นพลาสติคสีดำเจาะรูบ้างเพื่อให้มีแสงเล็กน้อย หอยจะได้มีการเคลื่อนไหวและกินอาหารในเวลากลางวัน อาหารที่ให้ คือสาหร่ายเขากวาง (Gracilaria salicornia)การให้อาหารด้วยสาหร่ายชนิดนี้สอดคล้องกับ Chen (1981) ที่ให้สาหร่าย Gracilaria spp. เป็นอาหารหอยเป๋าฮื้อ H. diversicolor หอยเป๋าฮื้อ H. asinina Linne. สามารถบริโภคสาหร่ายเขากวางได้มากกว่า 13 กรัมต่อวันต่อน้ำหนักหอยเป๋าฮื้อเฉลี่ย 80 กรัม และหอยเป๋าฮื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดนี้ประมาณ 8 เดือนมีความสมบูรณ์เพศจะวางไข่และให้น้ำเชื้อได้ บ่อพ่อแม่พันธุ์จะทำความสะอาดพื้นบ่อทุกวันโดยดูดตะกอนของเสียตามพื้นบ่อออกเพื่อให้สภาพภายในบ่อเลี้ยงสะอาดอยู่เสมอ การจัดอัตราส่วนพ่อแม่พันธุ์ คือ เพศผู้ต่อเพศเมียในอัตรา 1:5

การเพาะพันธุ์หอยเป๋าฮื้ออาจให้หอยเป๋าฮื้อผสมพันธุ์กันเอง หรือทำการกระตุ้นให้หอยเป๋าฮื้อปล่อยเซลสืบพันธุ์ออกมาโดยทำการกระตุ้นได้ 3 วิธี คือวิธีที่หนึ่งใช้น้ำทะเลที่ผ่านแสงอุลตราไวโอเลทในความเข้มข้นประมาณ 880 mWh/1วิธีที่สองทำการฉีดด้วยสารเคมี serotonin cratinine sulphate ความเข้มข้น 0.2 mM ส่วนวิธีที่สาม ใช้วิธี thermal shock โดยเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ จากเพิ่มอุณหภูมิ 1°c ต่อ 1 ชั่วโมงเป็นเวลา 4 ชั่วโมงและลดอุณหภูมิลงมา 4°c ภายในเวลา 3 ชั่วโมงจนถึงอุณหภูมิปกติ วิธีที่ได้ผลดีที่สุด คือ ให้หอยเป๋าฮื้อผสมพันธุ์กันเองตามธรรมชาติ ส่วนวิธีกระตุ้น 3 วิธีได้ผลน้อยมากในการเพาะฟักหอยเป๋าฮื้อ H. asinina เมื่อหอยเป๋าฮื้อได้รับการผสมพันธ์แล้วและไข่หอยได้มีการพัฒนา (metamorphosis)ไปจนกระทั่ง

019100

ลูกหอยฟักออกเป็นตัวจึงเคลื่อนย้ายลงสู่ถังอนุบาลในระยะเวลาหนึ่ง การพัฒนาของไข่ที่ได้รับการผสมแล้วจนถึงระยะ trochophore larvae ใช้เวลาเร็วกว่าหอยเป๋าฮื้อต่างประเทศ หลังจากตรวจขั้นตอนการพัฒนาจนถึงระยะใกล้เคียงกับระยะที่ลูกหอยต้องการวัสดุเพื่อกินอาหารจึงเคลื่อนย้ายลูกหอยลงสู่ถังที่มีแผ่นล่ออาหารอยู่เพื่อให้ลูกหอยได้เกาะตามแผ่นล่ออาหาร แผ่นล่ออาหาร (collector plate) เป็นแผ่นพลาสติคอะคริลิคชนิดใสหนา 1 มิลลิเมตร ขนาด 30x30 เซนติเมตรจำนวน 44-50 แผ่น อาหารที่เลี้ยงให้เกาะแผ่นล่ออาหารคือไดอะตอม <u>Nitzschia spp</u>.หรือ <u>Navicula</u> <u>spp</u>. ไดอะตอมทั้ง 2 ชนิดนี้สามารถแยกเชื้อบริสุทธิ์ได้จากน้ำทะเลธรรมชาติ แล้วนำมาเลี้ยงขยายจนได้ปริมาณมากในห้องปฏิบัติการและขยายต่ออีกครั้งในถังไฟเบอร์สี่เหลี่ยมที่วางชุดล่ออาหารได้หลายชุดถังจะหันเข้าหาแสงแดด โดยใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตและยูเรียในความเข้มข้นของไนโตรเจนประมาณ 8 ส่วนในล้านส่วน การทำอาหารด้วยแผ่นล่ออาหารจะดำเนินการก่อนการเพาะพันธุ์หอยเป๋าฮื้อประมาณ 4-5 วัน เพื่อให้อาหารที่เกาะติดมีความหนาแน่นเพียงพอ

<u>โรคของหอยเป๋าฮื้อ</u>

Elston (1983) พบว่า <u>Vibrio</u> <u>alginolyticus</u> เป็นแบคทีเรียที่พบทั่วไปในทะเลที่มักติดเชื้อในหอยเป๋าฮื้อที่มีบาดแผล Ebert และ Houk (1984) รายงานว่าแบคทีเรียที่พบในการเพาะเลี้ยง คือ <u>Vibio</u> <u>sp</u>.การรักษาที่ได้ผล คือใช้ neomycin sulfate เข้มข้น 50 mg/l Austin (1988) รายงานว่าแบคทีเรียทำให้เกิดโรคกับหอยเป๋าฮื้อ คือ <u>Vibio</u> <u>alginolyticus</u>, <u>Vibio</u> <u>anguillarum</u> และ <u>Vibio</u> <u>pelagia</u>

<u>ความต้องการทางโภชนาการ</u>

โภชนาการเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อในการเพาะเลี้ยงให้ประสบผลสำเร็จ อัตราการเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อประมาณ 2-3 เซนติเมตร/ปี ถึงแม้ว่าต้องใช้เวลาในการเลี้ยงถึง 2-5 ปีเพื่อให้ได้ขนาดที่ตลาดต้องการ ในการเพาะเลี้ยงจำเป็นต้องจัดสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมเพื่อจะได้ผลอัตราการเจริญเติบโตดีและปัจจัยที่สำคัญอีกอันหนึ่ง คือ แหล่งอาหาร ในขณะที่สัตว์กำลังเจริญเติบโตแหล่งอาหารที่ให้จะต้องมีปริมาณมากพอ ในปัจจุบันเรามีความรู้น้อยมากเกี่ยวกับความต้องการทางโภชนาการของหอยเป๋าฮื้อ แต่โดยทั่วไปหอยเป๋าฮื้อต้องการอาหารสำหรับ 2 จุดประสงค์ คือ เพื่อให้ได้พลังงานสำหรับการเคลื่อนไหวและเพื่อการเจริญเติบโต ถ้าอาหารที่ให้ไม่ถูกจุดประสงค์นี้ หอยจะโตช้า การดำเนินธุรกิจฟาร์มหอยเป๋าฮื้อให้ประสบผลสำเร็จ คือ ทำให้หอยเป๋าฮื้อมีคุณภาพดีได้เนื้อหอยมาก ผลิตปริมาณมากและต้นทุนอาหารที่ใช้เลี้ยงหอยเป๋าฮื้อต่ำ ดังนั้นถ้าสามารถกระตุ้นให้หอยเป๋าฮื้อกินอาหารที่หอยเป๋าฮื้อชอบและมีคุณค่าทางโภชนาการ จะทำให้หอยเป๋าฮื้อโตเร็วและต้นทุนการผลิตลดลง การศึกษาวิจัยหลักๆในด้านโภชนาการและการเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อเกิดขึ้นที่ญี่ปุ่น โดยศึกษาจากหอยเป๋าฮื้อ <u>H. discus hannai</u> สัดส่วนของอาหารสำหรับหอยเป๋าฮื้อหลายspecies ใช้หลักการของญี่ปุ่น (Hahn, 1989)

อาหารหอยเป๋าฮื้อจากประเทศญี่ปุ่นราคาแพงมากประมาณ 5000 ดอลล่าร์ต่อตัน นั่นคือประมาณ 200 บาทต่อกิโลกรัม ตามปกติสาหร่ายในทะเลจะได้ฟรีเพียงแต่ใช้แรงงานนำขึ้นมาใช้ แต่จะเสียค่าใช้จ่ายเป็นค่าไฟขณะแช่เย็นสาหร่ายที่เก็บไว้เป็นอาหารในเวลานาน และค่าแรงทำสาหร่ายแห้ง อย่างไรก็ตามสาหร่ายขนาดใหญ่ก็มีโปรตีนเพียง 5 % และมีน้ำเป็นองค์ประกอบสูง บางครั้งก็ต้องนำสาหร่ายมาเพาะเลี้ยงเองเพื่อให้พอกับความต้องการ ในประเทศญี่ปุ่นจะทำการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อใกล้กับบริเวณที่มีสาหร่ายเกิดมากตามธรรมชาติ แต่เนื่องจากความจำกัดของสาหร่ายซึ่งมีเพียงบางฤดูเท่านั้น ในสถานการณ์เช่นนี้จำเป็นที่จะต้องใช้อาหารจากแหล่งอื่นทดแทนเมื่อไม่มีสาหร่าย เพื่อที่หอยเป๋าฮื้อจะไม่อดอาหาร จึงมีการพัฒนาอาหารมาเป็นอาหารสำเร็จรูปขึ้น อาหารสำเร็จรูปมีส่วนผสมหลายองค์ประกอบที่คิดว่าเป็นสัดส่วนของอาหารที่หอยเป๋าฮื้อต้องการ ต้องแห้งเพื่อที่จะเก็บไว้ได้นานมีคุณค่าอาหารที่เหมาะสม โดยจะทำการบดองค์ประกอบของอาหารให้เป็นผงละเอียดเพื่อให้เหมาะกับขนาดปากหอยเป๋าฮื้อ ส่วนประกอบของอาหารสำเร็จรูปประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรท วิตามินและแร่ธาตุ บางครั้งจะผง

ว่าส่วนประกอบบางชนิดไม่พบในอาหารหอยเป๋าฮื้อธรรมชาติแต่หอยเป๋าฮื้อก็กิน และอัตราส่วนระหว่างโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรทในอาหารจะต้องเหมาะสม ถ้าคาร์โบไฮเดรทไม่เพียงพอในอาหารหอยเป๋าฮื้อ หอยเป๋าฮื้อจะเผาผลาญโปรตีนที่มีอยู่ให้เป็นพลังงาน โปรตีนมีราคาแพงกว่าคาร์โบไฮเดรททำให้สูญเปล่า สารบางอย่างหอยเป๋าฮื้อสามารถสังเคราะห์ขึ้นมาใช้ได้เอง แต่มีบางชนิดที่หอยเป๋าฮื้อไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นมาได้เองจะต้องได้รับจากอาหาร

ในปัจจุบันประเทศญี่ปุ่นมีอยู่ 2 บริษัทที่ผลิตอาหารหอยเป๋าฮื้อ อาหารของ 2 บริษัทจะต่างกันที่บริษัทหนึ่งใช้ปลาป่นและอีกบริษัทใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน แต่อย่างไรก็ตามอาหารสำเร็จรูปทั้งสองชนิดหอยเป๋าฮื้อกินดีและให้ผลอัตราการเจริญเติบโตดีเยี่ยม อาหารเม็ดสำเร็จรูปของบริษัท Nihon Nosan Kogyo,K.K. Research Center ให้ผลผลิตสูงกว่าหอยเป๋าฮื้อที่กินสาหร่ายถึง 65 % หอยเป๋าฮื้อวัยรุ่นที่กินอาหารสำเร็จรูปมีน้ำหนักตัวต่อความยาวเปลือกสูงกว่าหอยเป๋าฮื้อกินสาหร่าย และเนื้อหอยเป๋าฮื้อก็มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าและมีน้ำต่ำกว่าซึ่งสิ่งเหล่านี้ชี้ว่า อาหารสำเร็จรูปให้สุขอนามัยแก่หอยเป๋าฮื้อ อาหารสำเร็จรูปมีส่วนประกอบของน้ำต่ำ โปรตีนสูง และให้อัตราการกินอาหารต่ำกว่าสาหร่าย การกินอาหารขึ้นอยู่กับขนาดของหอยเป๋าฮื้อ อัตราการกินอาหารสำเร็จรูปประมาณ 2-7 % ของน้ำหนักตัวทั้งหมด (น้ำหนักเปียก) แต่จะกินสาหร่าย Laminaria spp. 10-30 % การบริโภคอาหารต่อวันจะสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำ

อาหารสำเร็จรูปจะถูกโปรยให้รอบๆถุงที่ใช้เลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ จำนวนอาหารสำเร็จรูปในแต่ละวันจะต้องให้พอดีเพราะอาหารเหลือจะทำให้คุณภาพน้ำเลวลง ขณะให้อาหารจะต้องทำการเก็บข้อมูลหาอัตราการกินอาหาร สังเกตการกินอาหาร และจำนวนอาหารที่ให้จะต้องเพิ่มหรือลด อาหารเม็ดสำเร็จรูปจะต้องอยู่ตัวในน้ำอย่างน้อย 24 ชั่วโมงเพื่อที่จะรักษาคุณภาพน้ำให้ดีเหมาะกับการเพาะเลี้ยง อุณหภูมิน้ำมีผลอย่างมากต่อความคงตัว (stability) ของอาหารสำเร็จรูป ที่อุณหภูมิ 10-20 °C (อุณหภูมิทั่วไปของน้ำทะเลในญี่ปุ่น) อาหารสำเร็จรูปจะอยู่ตัวเป็นเม็ดได้ 2-4 วัน แต่อย่างไรก็ตามคุณภาพอาหารจะเปลี่ยนถ้าอยู่ในน้ำนาน อาหารจะให้ทุก 2 วันที่อุณหภูมิต่ำกว่า 15 °C และให้ทุกวันถ้าอุณหภูมิน้ำสูงกว่า 15 °C

รูปร่าง ขนาด และสัณฐานของอาหารสำเร็จรูปจะต้องออกแบบเพื่อดึงดูดหอยให้มากินอาหาร รูปแบบการกินอาหารที่หอยต้องการคือ เป็นเม็ดที่แบนและกลม หอยเป๋าฮื้อจะเริ่มกินอาหารที่ริมขอบของอาหารก่อนดังนั้นรูปร่างที่กลมจะให้พื้นที่ขอบมากที่สุด ขณะสัมผัสอาหารหอยเป๋าฮื้อจะคลุมตัวไปทางด้านของเท้าและเริ่มกินอาหารไปตามผิวหน้าโดยใช้ radula ขูดชิ้นส่วน

ของอาหารแล้วส่งเข้าไปในปาก ตามปกติหอยเป๋าฮื้อกินอาหารในเวลากลางคืน แต่หลังจากที่เคยชินกับอาหารสำเร็จรูปหอยเป๋าฮื้อก็จะเปลี่ยนมากินอาหารตลอดวัน รูปร่างอาหารจะแบนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10-15 มม.และหนา 1-2 มม.จะช่วยให้อาหารคงตัวอยู่ได้นาน ความได้เปรียบของอาหารสำเร็จรูปจะอยู่ที่ราคา เก็บง่าย และมีตลอดปี

อาหารสำเร็จรูปผลิตโดย บริษัท Nihon Nosan Kogyo ประกอบด้วยผงสาหร่ายและสารดึงดูดต่างๆที่ให้รสชาติ ส่วนประกอบของอาหารสำเร็จรูปของ Nosan no.3 ประกอบด้วยปลาป่น กากถั่วเหลือง แป้งสาลี โดยมีองค์ประกอบ โปรตีน 30 % ไขมัน 2.6 % กากอาหาร 1.5 % เถ้า 8.1 % หอยเป๋าฮื้อจะเปลี่ยนอาหารจากสาหร่ายมาเป็นอาหารสำเร็จรูปได้ง่ายและเร็ว หอยเป๋าฮื้อญี่ปุ่นชอบอาหารสำเร็จรูปมากกว่าสาหร่าย <u>Laminaria</u> <u>spp</u>.และ <u>Eisenia</u> <u>spp</u>. และหอยเป๋าฮื้อที่ถูกปล่อยไปในทะเลจะสามารถเปลี่ยนกลับมากินสาหร่ายในธรรมชาติได้อย่างรวดเร็ว

<u>โปรตีน</u> สัตว์ต้องการโปรตีนตลอดเวลาที่ยังมีชีวิตอยู่และขณะเจริญเติบโตต้องการโปรตีนมากกว่าเมื่อโตเต็มวัย ทั้งนี้เพื่อการเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ สร้างฮอร์โมน เอนไซม์ และส่วนที่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ สัตว์น้ำมีความต้องการอาหารที่มีโปรตีนสูงกว่าสัตว์บก โปรตีนถ้ามีในอาหารมากเกินความต้องการจะกลายเป็นพิษได้ สัตว์น้ำสามารถย่อยโปรตีนได้ดีกว่าสัตว์บก โดยทั่วไปสัดส่วนของโปรตีนในอาหารหอยเป๋าฮื้อซึ่งเป็นสัตว์กินพืชจะต่ำกว่าอาหารสัตว์กินเนื้อ โปรตีนประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ออกซิเจน กำมะถัน ฟอสฟอรัส โปรตีนจากพืชต่างจากโปรตีนจากสัตว์ ความแตกต่างเป็นผลจากกรดอะมิโนที่มาประกอบเป็นโมเลกุลของโปรตีน ปกติในพืชพบกรดอะมิโน 18 ชนิด แต่มีกรดอะมิโน 10 ชนิดที่จำเป็นสำหรับสัตว์กินพืช กรดอะมิโนพวกนี้ คือ arginine histidine isoleucine leucine lysine methionine phenylalanine threonine tryptophan valine ซึ่งจำเป็นต้องเติมในอาหาร

อาหารสำเร็จรูปจะต้องประกอบด้วยส่วนประกอบของโปรตีนที่พอเหมาะเพื่อให้อัตราการเจริญเติบโตดี ระดับโปรตีนที่ให้อัตราการเจริญเติบโตสูงสำหรับหอยเป๋าฮื้อ <u>H.</u> <u>discus</u> <u>hannai</u> คือ 25 % แต่อย่างไรก็ตามอาหารสำเร็จรูปจะผลิตให้มีโปรตีนอยู่ที่ระดับ 30 % เพื่อให้แน่ใจว่ามีในอาหารเม็ดเพียงพอ

แหล่งอาหารโปรตีนที่มีสมบูรณ์ดูเหมือนว่า ปลาป่น จะถูกพิจารณานำมาใช้ทำอาหารสำเร็จรูปเพราะมีโปรตีน ไขมัน ที่ย่อยง่ายและมีคุณค่าอาหารกับหอยเป๋าฮื้อ นอกจากนี้มีแหล่ง

โปรตีนอื่นๆที่อาจนำมาทำเป็นอาหารสำเร็จรูปได้ เช่น กากถั่วเหลือง รำละเอียด กระดูกป่น เลือดป่น ยีสต์ แป้งข้าวโพด เป็นต้น แต่แหล่งโปรตีนบางชนิดก็ใช้เป็นอาหารแล้วก่อปัญหากับคุณภาพน้ำที่ใช้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ หรือ มีกรดอะมิโนที่ไม่สมดุลย์ในขณะทำร้อนซึ่งจะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโต

ไขมัน ไขมันเป็นพวกที่มีโมเลกุลใหญ่ไม่ละลายน้ำแต่ละลายในสารอินทรีย์ ทำหน้าที่เป็นตัวนำ growth factor ซึ่งจะเข้าสู่ร่างกายเองไม่ได้ ปริมาณไขมันที่หอยเป๋าฮื้อต้องการไม่มากไขมันที่สัตว์ต้องการเรียกว่ากรดไขมันที่จำเป็น มี lenoleic (w6) และ lenolenic (w3) ซึ่งกรดไขมันทั้งสองตัวนี้สัตว์จะนำไปสร้าง arachidonic acid นักโภชนาการจะต้องเติมกรดไขมันทั้งสองในอาหารเพราะร่างกายไม่สามารถที่จะสังเคราะห์ขึ้นมาในร่างกายได้ และกรดทั้งสองนี้เป็นส่วนประกอบของ phospholipid ที่เป็นส่วนประกอบของผนังเซล เยื่อหุ้มหัวใจ และ เยื่อหุ้มเส้นประสาท กรดไขมันที่จำเป็น เป็นที่มาของ prostaglandin ซึ่งเป็นสารที่ควบคุมการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบของมดลูก ควบคุมการหลั่งฮอร์โมนในร่างกาย และความดันโลหิต อาการที่เกิดจากการขาดกรดไขมันที่จำเป็นคือ เจริญเติบโตช้า ตับมีสีซีด มีไขมันมาก ท้องบวม เม็ดเลือดแดงแตก ระดับไขมันในอาหารสำเร็จรูปหอยเป๋าฮื้อประมาณ 5 %

คาร์โบไฮเดรท เป็นอาหารที่ให้พลังงานเมื่อถูกเผาผลาญ อาหารสำเร็จรูปบางสูตรมีแหล่งคาร์โบไฮเดรทจากแป้ง หรือ dextrin ประมาณ 5-30 เปอร์เซนต์ของอาหารทั้งหมด อาหารหลายอย่างใช้คาร์โบไฮเดรทเป็น binding agent เพื่อให้เม็ดอาหารไม่แตกตัวเร็วเกินไปเมื่ออยู่ในน้ำ สารที่ใช้เชื่อมต่อในอาหารหอยเป๋าฮื้อ คือ sodium alginate ซึ่งสกัดได้จากสาหร่าย *Laminaria* sp. นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติเป็นสารดึงดูดอีกด้วย

แร่ธาตุและวิตามิน ปกติน้ำทะเลประกอบด้วยแร่ธาตุหลายชนิดและโลหะปริมาณน้อยที่จำเป็นต่อชีวิต ปกติสัตว์น้ำจะได้รับแร่ธาตุจากน้ำทะเลโดยวิธี active transportซึ่งสัตว์บกทำไม่ได้ อย่างไรก็ตามนักโภชนาการมักจะเติมแร่ธาตุและธาตุปริมาณน้อยใส่เข้าไปในอาหารสูตรประมาณ 5 % ของน้ำหนักทั้งหมด

สำหรับวิตามินสัตว์ไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นมาเองได้ นักโภชนาการจะต้องเติมเข้าไปในอาหารสูตร

สารดึงดูด สารเหล่านี้จะต้องมีการทดลองกับสัตว์ที่เพาะเลี้ยงเพื่อเป็นการเพิ่มรสชาติในอาหารและดึงดูดให้สัตว์มากินอาหาร เท่าที่พบสารที่ดึงดูดพวกหอยได้ คือ กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ กรดโปรปิโอนิค กรดไขมัน แป้ง ไกลโคเจน แต่ตัวที่ให้ความสนใจมาก คือ กรดอะมิโน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในธรรมชาติสาหร่ายบางชนิดจะปล่อยสารออกมาสามารถดึงดูดให้หอยเป๋าฮื้อมากินดังนั้นสารดึงดูดเหล่านี้จะละลายในน้ำได้ดี สาหร่ายที่หอยเป๋าฮื้อชอบจะถูกทำให้แห้งบดให้ละเอียดแล้วผสมในอาหารสำเร็จรูป เพื่อกระตุ้นการดึงดูดให้หอยเป๋าฮื้ออยากกินอาหารสำเร็จรูป หอยเป๋าฮื้อจะสามารถเลือกอาหารกินได้ อาหารที่หอยเป๋าฮื้อชอบหอยเป๋าฮื้อจะกินมากและโตเร็ว นอกจากนี้รูปร่างและความเหนียวของอาหารก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับการกินอาหารของหอยเป๋าฮื้อด้วย ตามธรรมชาติหอยเป๋าฮื้อชอบอาหารอ่อนนุ่มเพราะมีเพียง radula ถ้าอาหารเหนียวมากจะขูดได้ยาก

<u>ส่วนประกอบของเนื้อหอยเป๋าฮื้อ</u>

Kim *et al.* (1988) ได้ทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบของเนื้อหอยเป๋าฮื้อพบว่ามีส่วนประกอบดังนี้

content (%)	*H. discus*	*H. gigantea*	*H. discus hannai*
moisture	78.4	80.7	77.2
crude protein	14.3	12.8	15.0
crude fat	0.7	0.8	0.7
crude ash	2.1	2.3	2.0
carbohydrate	4.5	3.8	5.1

<u>การบริโภคออกซิเจน</u>

Olsen (1971) ศึกษาการบริโภคออกซิเจนของหอยเป๋าฮื้อ *H.refescens* พบว่า b=0.44 (b คือ สัมประสิทธิ์ของการถดถอย หรือ ความลาดชัน เมื่อ $P<0.05$) ที่อุณหภูมิ 12.5°c และ b=0.46 ที่อุณหภูมิ 16.5°c

Uki และ Kikuchi (1975) พบว่า *H. discus hannai* มีค่า b=0.8025

Jan *et al.* (1981) พบว่า *H. diversicolor supertexta* มีค่า b=0.7857

คุณภาพน้ำ

Cox (1958) กล่าวว่า แฟคเตอร์ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อ คือ อุณหภูมิ ความเค็ม และ อาหาร ความเค็มที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตรอดของตัวอ่อน (embryo) และ spat อยู่ในช่วง 32-35 ppt. ความเค็มที่เหมาะต่อการเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อคือ 30-35 ppt. อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการจมตัวของลูกหอยใหม่ คือ 22-27°C และ เมื่อลูกหอยเข้าสู่ขั้น juvenile stage มีขนาดความยาว 10-20 มม. ลูกหอยจะเจริญอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 20-30°C

Jan (1980) กล่าวว่า ระบบน้ำที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงในบ่อจะใช้ระบบเปิด โดยการเปลี่ยนน้ำบ่อยๆ และเลี้ยงด้วยความหนาแน่นต่ำในอัตรา 250 ตัวต่อตารางเมตร จะดีกว่าระบบปิด และ ระดับ critical oxygen ที่ต้องการสำหรับลูกหอยต้องสูงกว่า 4 ppm.

Chiu (1981) พบว่า ลูกหอยเป๋าฮื้อวัยอ่อนจะไวต่อพิษของไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ที่ความเข้มข้น 0.5 ppm.ลูกหอยจะมีชีวิตอยู่ได้ 48 ชั่วโมงและ 16 ชั่วโมงในความเข้มข้น 1.5 ppm.และความเข้มข้นต่ำของไฮโดรเจนซัลไฟด์เพียง 0.05 ppm.สามารถทำให้การเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อวัยอ่อนช้าลง

Sano และ Maniwa (1962) พบว่า ระดับของแอมโมเนียในน้ำมีผลต่ออัตราการกินอาหารของหอยเป๋าฮื้อ <u>H. discus hannai</u> และ แอมโมเนียที่ความเข้มข้น 70 µg/l มีผลยับยั้งการกินอาหาร

อัตราการเจริญเติบโต

Peng <u>et al</u>. (1984) ศึกษาอายุ และ การเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อ <u>H. diversicolor supertexta</u> ได้สมการการเจริญเติบโตแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก (g) และความยาวเปลือก (mm) คือ $W = 0.0001\ L^{2.9931}$

ธานินทร สิงหะไกรวรรณ(2534) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเปลือกและน้ำหนักลูกหอยเป๋าฮื้อ (<u>H. asinna</u> Linne) $W = 0.00009979\ L^{3.22500008}$

คุณค่าอาหารและความต้องการทางโภชนาการ

Uki et al.(1984) ทดลองหาคุณค่าอาหารของสาหร่ายต่อการเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อ H. discus hannai พบว่าจากการทดลองสาหร่ายทะเล 57 species และ 1 species ของหญ้าทะเล โดยใช้สาหร่าย Eisenia bicyclis เป็น control มีเพียงสาหร่าย 12 species ที่เพิ่มน้ำหนักหอยเป๋าฮื้อได้ อันประกอบด้วย Order Laminarials , Desmarestia spp. Chondria spp. และ Enteromorpha spp. ได้ค่าเฉลี่ย FCE (feed conversion efficiency)ของสาหร่ายมีค่า 5.4%, 5.6% และ 4.4% สำหรับสาหร่ายสีน้ำตาล สีแดง และสีเขียวตามลำดับ

Uki et al. (1985) ทดลอง semipurified diet ของหอยเป๋าฮื้อ H. discus hannai หาอัตราการเจริญเติบโต และ FCE โดยใช้สาหร่าย Eisenia bicyclis เป็น control ซึ่งเชื่อว่าเป็นสาหร่ายที่มีคุณค่าสูงเหมาะเป็นอาหารสัตว์กินพืชพบว่า casein เป็นอาหารที่เหมาะสมสำหรับเป็น semipurified dietของหอยเป๋าฮื้อและไม่มีความแตกต่างระหว่างอาหารที่ใส่สาหร่ายและไม่ใส่สาหร่ายลงในอาหาร ผงสาหร่ายไม่มีผลเป็นตัวดึงดูดในอาหาร อาหารหอยเป๋าฮื้อที่ประกอบด้วยปลาป่นขาวให้ผลต่อการเจริญเติบโต FCE และPER (protein efficiency ratio)เพียง 50-60 % ของcasein diet แม้ว่าจะมีอัตราการกินสูงก็ตาม ความแตกต่างในการเจริญเติบโตต้องใช้หลัก digestibility ของแหล่งโปรตีนเพราะให้ค่า FCE ต่ำ

ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตและระดับ sodium alginateในอาหาร ยังไม่แน่ชัด เป็นที่รู้กันว่า alginic acid มี polysaccharideเป็นส่วนประกอบหลักพบในสาหร่ายตระกูล phaeophyta ประมาณ 20-30 % (Tsuchiya, 1952) หอยเป๋าฮื้อมีเอ็นไซม์ alginase (Oshima, 1931) ค่าของ FCE และ PER สูงขึ้นเมื่อเพิ่ม alginic acid ระดับของ sodium alginate ในอาหารที่เหมาะสมคือ 20-30 % ขึ้นอยู่กับความอยู่ตัวของอาหารเม็ดสำเร็จรูป

หอยเป๋าฮื้อจะเจริญเติบโตลดลงเมื่อเพิ่มระดับของ cellulose cellulose พบในสาหร่าย 2-5 % (Tsuchiya, 1952) ถึงแม้ว่าหอยเป๋าฮื้อจะมี cellulase (Oshima, 1931) การใส่ cellulose ในอาหารก็ไม่จำเป็นเพราะไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต และ FCE เหมือนในอาหารปลาบางชนิด

ระดับที่เหมาะสมของ mineral mixture ในอาหารหอยเป๋าฮื้อคาดว่าประมาณ 8 % มีค่าสูงกว่าในอาหารปลา carp และ rainbow trout ที่ Ogino (1980) ทดลอง และต่ำกว่าในอาหารกุ้ง (Deshimaru and Kuroki, 1974) แต่เมื่อพิจารณาร่วมกับการละลายของอาหารเม็ด recovery rate ของอาหารที่มีส่วนประกอบ mineral mixture 8 % ต่ำกว่าอาหารที่มี mineral mixture 4 %

อัตราการเจริญเติบโตและ FCE เพิ่มเมื่อเพิ่มส่วนประกอบของไขมันถึง 5 %ปกติไขมันในสาหร่ายมีค่ามากเพียง 0.1-2.0 % น้ำหนักแห้ง (Tsuchiya, 1952) แต่ปรากฏว่าหอยเป๋าฮื้อเจริญเติบโตดีเมื่อกินอาหารไขมันสูงอาจเป็นเพราะว่าหอยเป๋าฮื้อไม่มีโอกาสได้กินอาหารที่มีไขมันสูงในธรรมชาติ การเจริญเติบโตต่ำเมื่อกินอาหารที่มีไขมันต่ำ ทำให้พลังงานลดลงและขาด factor สำคัญของไขมัน อัตราการเจริญเติบโตลดลงเมื่อระดับไขมันสูงกว่า 10 % และที่ระดับไขมัน 20 % อัตราการเจริญเติบโตจะต่ำกว่าอาหารที่ไม่มีไขมัน

Uki et al (1985) ศึกษาการคำนวณคุณค่าอาหารของหลายแหล่งโปรตีนในอาหารหอยเป๋าฮื้อ H. discus hannai โดยให้กินอาหารประกอบด้วยหลายแหล่งโปรตีนและกำหนดให้ระดับโปรตีนอยู่ที่ระดับ 30 % เป็นเวลา 40 วัน ผลปรากฏว่าอัตราการเจริญเมื่อใช้ casein เป็นตัวเปรียบเทียบพบว่า ปลาป่น กากถั่วเหลือง อัลบูมินไข่ ไข่ แป้งข้าวโพด ให้อัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่า casein คุณภาพโปรตีนที่ด้อยลงของปลาป่นเนื่องจากมีการใช้อุณหภูมิสูงขณะผลิต ซึ่งผลของความร้อนต่อคุณภาพโปรตีนเห็นได้ชัดในสัตว์ใหญ่ ดังนั้นการใช้ปลาป่นขาวในการทำ practical diet จะต้องได้รับการแก้ไขให้ย่อยง่าย

Uki et al.(1986) ศึกษาระดับเหมาะสมของโปรตีนในอาหารหอยเป๋าฮื้อ H. discus hannai โดยอาศัยพื้นฐานของอัตราการเจริญเติบโต, FCE,Protein retention, และ NPU เมื่อใช้ Casein และปลาป่นขาวเป็นแหล่งโปรตีน พบว่าที่ระดับโปรตีน 38 % ค่า PERและNPU สูงสุดคือ 2.4และ48 ตามลำดับ ค่า protein retention ของอาหาร casein สูงสุดที่ระดับ 10 % และที่ระดับ 22 % ในปลาป่นขาว ค่า PER และ NPU ของอาหารปลาป่น มีค่าประมาณครึ่งหนึ่งของอาหาร casein ระดับโปรตีนเหมาะสมใน practical diet ประมาณว่าอยู่ในราว 20-30 % บนพื้นฐานของอัตราการเจริญเติบโต, FCE, protein retention และ NPU ถ้าใช้โปรตีนคุณภาพสูงที่มีกรดอะมิโนที่จำเป็นสูงและย่อยง่าย

Uki and Watanabe (1986) ศึกษาผลของการใช้อุณหภูมิกับแหล่งอาหารโปรตีน ศึกษาการเจริญเติบโตดูความแตกต่างของการย่อยอาหารของหลายแหล่งโปรตีน ซึ่งมักสันนิษฐาน

ไว้ก่อนว่าเกิดจากการใช้ความร้อนในระหว่างการผลิต ผลการทดลองนี้ชี้ว่า ความร้อนมากมีผลต่อการละลายของสารซึ่งทำให้มีการย่อยง่ายต่ำ (digestibility) มีผลทำให้ activity ของเอ็นไซม์ protease ลดลง Oshima (1931) กล่าวว่า ปกติหอยเป๋าฮื้อมี activity ของเอ็นไซม์ protease ต่ำกว่าปลาและกุ้ง และเฉพาะกับอายุ ระยะเวลาในการผลิตของปลาป่นอันประกอบด้วย การต้ม การอบไอน้ำ การทำแห้ง และ การบด ด้วยความร้อนหลายชั่วโมง ดังนั้นเมื่อเลือกใช้ปลาป่นเป็นแหล่งโปรตีนในการทำ practical diet การใช้ความร้อนในขบวนการผลิตจะต้องควบคุมอย่างระมัดระวัง

Harada and Kawasaki (1982) ได้ทำการทดสอบผลการดึงดูดของสาหร่ายทะเลกับหอยเป๋าฮื้อ H.discus ปกติหอยมีประสาทใช้ดมกลิ่นหรือ chemoreceptor สารที่ดึงดูดหอยสูง คือ กรดอะมิโน และโปรตีน สารอื่นๆได้แก่ กรดโปปิโอนิค แป้ง และไกลโคเจน ก็มีผลดึงดูด และสรุปว่าการทดลองการดึงดูดของสาหร่าย 32 species ได้ผลว่าสาหร่ายที่มีผลดึงดูดสูงได้แก่สาหร่ายสีเขียว 2 ชนิด คือ Chaetomorpha crassa และ Caulerpa okamurai สาหร่ายสีน้ำตาล 4 ชนิด คือ Sargassum hemiphyllum , Pachydictyon coriaceum, Padina arborescens , Ishige okamurai และสาหร่ายสีแดง 2 ชนิด คือ Gelidium amansii และ Gelidium divaricatum จากการศึกษา stomach content และการเลือกสาหร่ายของหอยเป๋าฮื้อของนักวิจัยชาวญี่ปุ่น พบว่าหอยเป๋าฮื้อกินสาหร่ายสีน้ำตาลมากกว่าสาหร่ายสีเขียวและสาหร่ายสีแดง แต่ในทางกลับกันหอยเป๋าฮื้อต่างประเทศชอบสาหร่ายสีแดงมากกว่าความแตกต่างในพฤติกรรมการกินอาหารระหว่างหอยเป๋าฮื้อญี่ปุ่นกับหอยเป๋าฮื้อต่างประเทศน่าสนใจมากในเรื่อง chemoreception ทางด้าน นิเวศวิทยา และ สรีระวิทยาของหอยเป๋าฮื้อ

Harada and Akishima (1985) กล่าวว่า ปกติแล้วในสาหร่ายทะเลจะปล่อย extracellular compounds พวก simple organic acid, amino acid และน้ำตาล รวมถึงสารประกอบเชิงซ้อน polysaccharides, polypeptide, และไขมัน และได้ทดลองการดึงดูดของสารประกอบหลายชนิดกับหอยเป๋าฮื้อ H. discus discus ผลปรากฏว่าโปรตีนที่ให้ผลดึงดูดมากที่สุด คือ albumin, β-globulin, กรดอะมิโนในรูป L form ให้ผลดึงดูดดีกว่า D form กรดอะมิโนเป็นกลางที่ดึงดูดดีที่สุด คือ cystine, glycine และ tyrosine พวกกรดไขมันและไขมันพบว่า tristearin ให้ผลดึงดูดสูง โดยเฉพาะ phospholipid พบว่า phosphatidyl-inositalให้ผลดึงดูดสูงสุด สำหรับในโตรจีนัสเบสพวก monomethylamine และ γ- aminobutyric acid เป็นสารดึงดูดที่ให้ผลมากที่สุด

Harada (1987) ศึกษาผลการดึงดูดของเครื่องเทศหอมและฉุนในหอยเป๋าฮื้อดำ H. discus discus พบว่าเครื่องเทศมีผลต่อการดึงดูดสัตว์น้ำ โดยทดลองใช้ตัวอย่างที่มีกลิ่นหอม 18 ตัวอย่างและตัวอย่างที่มีกลิ่นฉุน 4 ตัวอย่างพบว่าตัวอย่างที่มีกลิ่นหอมที่ให้ผลดึงดูดมาก คือ หัวหอม และ ตัวอย่างกลิ่นฉุนที่ดึงดูดสูงมาก คือ พริกไทยดำ และ มัสตาด

Uki et al.(1986) ทดสอบความต้องการกรดไขมันที่จำเป็น(EFA)ในหอยเป๋าฮื้อ H. discus hannai โดยทำอาหารประกอบด้วยกรดไขมันหลายชนิดที่ระดับ1-5 %ไขมันในเวลา 80วัน ผลปรากฏว่าอาหารที่ขาด EFA ให้ผลการเจริญเติบโตช้าลง และ ให้ค่า FCE ต่ำด้วย นอกจากนี้การใส่ w3 HUFA ในอาหารทำให้หอยมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นและ FCE ดีขึ้น พบว่าหอยเป๋าฮื้อต้องการ w3 และ w6 HUFA HUFAถูกประเมินว่ามีประมาณ 1%ของส่วนประกอบ 5% ไขมันในอาหารหอยเป๋าฮื้อ

ธานินทร สิงหะไกรวรรณ (2534) ทดลองอาหารเลี้ยงลูกหอยเป๋าฮื้อ H. asinina วัยเจริญพันธุ์ พบว่าสาหร่ายเขากวาง (G. salicornia) ให้ผลดีที่สุด และสาหร่ายเขากวางมีองค์ประกอบดังนี้ Calories 8 %, Moisture 88.6 %, Protein 1.1 %, Fat<0.1 %, Carbohydrate 4.9 %, Ash 2.7 %, NaCl 2.7 % น้ำหนักสด และได้ศึกษาอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR)ของสาหร่ายเขากวาง มีค่าเท่ากับ 20.4:1 และอาหารเม็ดญี่ปุ่น Nosan no.3 มีองค์ประกอบProtein 32.7 %, Carbohydrate 28.2 %, Ash 12.4 %, Fiber 5 %, Calories 229 , Moisture 12.5 % น้ำหนักสด อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีค่าเท่ากับ 2.9:1