บทที่ 1

บทนำ

การเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อได้เริ่มทำกันมานานแล้วในหลายประเทศ เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี อเมริกา แอฟริกาใต้ เม็กซิโก ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ เนื่องจากหอยชนิดนี้ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมาก และมีราคาค่อนข้างสูง สำหรับในประเทศไทยราคาของหอยเป๋าฮื้อชนิดที่พบในประเทศไทยรวมทั้งเปลือกอยู่ที่กิโลกรัมละ 1,200 บาท เป็นที่คาดกันว่าลำพังการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากธรรมชาติจะไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคที่เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ จึงเริ่มมีการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อเพื่อเสริมและทดแทนผลผลิตในธรรมชาติที่กำลังลดลง แต่เดิมหลายประเทศที่ประสบความสำเร็จจากการเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อในโรงเลี้ยงจะใช้สาหร่ายสดที่ได้จากธรรมชาติหรือสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงในโรงเลี้ยงเป็นอาหาร แต่ก็มักจะประสบกับปัญหาสาหร่ายไม่พอเพียงเนื่องจากในบางฤดูไม่สามารถหาสาหร่ายในธรรมชาติได้ในปริมาณที่มากพอกับความต้องการ นอกจากนี้แล้วการเก็บเกี่ยวผลผลิตและการเตรียมต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง ประกอบกับอาหารในธรรมชาติส่วนใหญ่ซึ่งเป็นสาหร่าย เช่น Kelp มีโปรตีนต่ำและมีปริมาณน้ำมาก (Hahn, 1989) ดังนั้นเมื่อการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อมีการพัฒนาถึงระดับอุตสาหกรรมจะเป็นสาเหตุให้ปริมาณอาหารจากธรรมชาติไม่พอเพียงกับความต้องการ ยังผลให้ประเทศที่มีอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ เช่น ญี่ปุ่น หันมาเร่งวิจัยและพัฒนาอาหารสำเร็จเพื่อใช้ทดแทนอาหารธรรมชาติ การพัฒนาอาหารสำเร็จทำให้ผู้เพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตซึ่งแต่เดิมปริมาณการผลิตมักจะขึ้นกับปริมาณของสาหร่ายที่เก็บเกี่ยวได้ และนอกจากนั้นอาหารสำเร็จยังมีข้อดีคือเก็บรักษาง่าย ปริมาณที่ผลิตได้ไม่ขึ้นกับฤดูกาล สามารถเติมแร่ธาตุเสริมลงไปได้ สามารถให้แบบอัตโนมัติได้ และประหยัดพื้นที่โรงเลี้ยงซึ่งแต่เดิมต้องใช้ในการเก็บสาหร่าย

โปรตีนเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีพ การเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของสัตว์น้ำ ในการผลิตอาหารสำเร็จโปรตีนมักจะเป็นตัวกำหนดค่าใช้จ่ายของต้นทุน ดังนั้นอาหารสำเร็จที่ดีควรจะมีชนิดและระดับของโปรตีนที่เหมาะสมกับความต้องการของสัตว์น้ำ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาระดับและแหล่งของโปรตีนที่เหมาะสมสำหรับอาหารสำเร็จสำหรับหอยเป๋าฮื้อ *Haliotis ovina* Gmelin, 1791 ซึ่งเป็นหอยเป๋าฮื้อขนาดเล็ก (cocktail size) ที่พบมากในประเทศไทยและมีแนวโน้มที่จะสามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ในอนาคต ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาสูตรอาหารสำเร็จให้เหมาะสมกับการเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อชนิดนี้ต่อไป

สำรวจเอกสาร

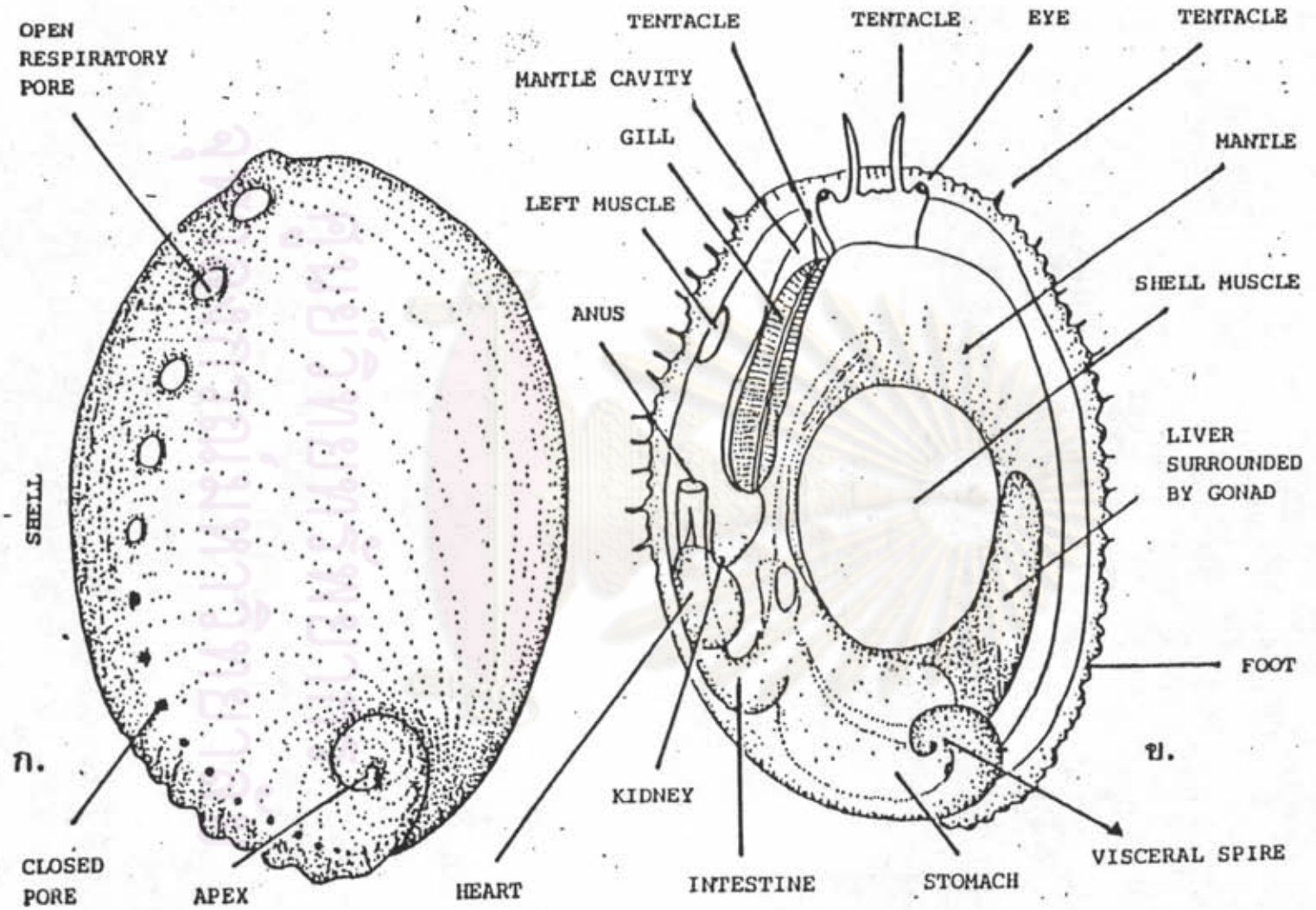
หอยเป๋าฮื้อ เป็นหอยทะเลฝาเดียว กินพืชเป็นอาหาร (herbivore) ทุกชนิดอยู่ในสกุล (genus) เดียวกันคือ *Haliotis* (ตารางที่ 1) โดยชนิดที่ทำการศึกษาคือชนิด *Haliotis ovina* Gmelin, 1791

ตารางที่ 1 อนุกรมวิธาน (Classification) ของหอยเป๋าฮื้อ *H. ovina* (ดัดแปลงจาก Hahn, 1989)

Kingdom	:	Animalia
Phylum	:	Mollusca
Class	:	Gastropoda
Subclass	:	Prosobranchia
Order	:	Archaeogastropoda
Suborder	:	Zygobranchia
Superfamily	:	Pleurotomariacea
Family	:	Haliotidae
Genus	:	*Haliotis*
Scientific name	:	*Haliotis ovina* Gmelin, 1791
Common mame	:	Sheep ear shell

เปลือกของหอยเป๋าฮื้อมีรูปร่างกลมรีคล้ายรูปไข่ ตามขอบเปลือกด้านซ้ายมีรูเรียงเป็นแถวยาว รูที่เปิดจะเป็นช่องสำหรับหายใจ เมื่อหอยมีขนาดใหญ่ขึ้นรูใหม่จะเกิดขึ้นถัดจากรูแรก ส่วนรูแรกจะปิดจากด้านในและจะเป็นเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ ตลอดระยะเวลาที่มีการเจริญเติบโต รูเปิดเหล่านี้นอกจากจะเป็นที่ผ่านของของเสียที่ถูกขับออกแล้วยังเป็นที่ปล่อยเซลสืบพันธุ์ในช่วงฤดูผสมพันธุ์อีกด้วย

หอยเป๋าฮื้อมีตา 1 คู่ หนวด (tentacle) 1 คู่ และมีปากอยู่บริเวณส่วนหัว มีอวัยวะสำหรับบดอาหารที่เรียกว่า แรดูลา (radula) อยู่จากปากไปจนถึงกลางลำตัว มี hyoid cartilages (odontophores) อยู่คู่หนึ่งช่วยยึดส่วนฟัน หนวดอยู่ติดกับส่วนของ mantle จะยืดยาวผ่านทางช่องหายใจ และมีหนวดเล็กหลายเส้นเรียงไปตามขอบของส่วนเท้า (foot) ส่วนเท้ามีสีแตกต่างกันในแต่ละชนิด โดยในชนิด *H.ovina* จะมีสีครีมหรือสีส้ม มีกล้ามเนื้อขนาดใหญ่เจริญอยู่บนส่วนกลางของด้านหลังส่วนเท้า และมีกล้ามเนื้อเล็ก ๆ 1 อันยึดติดกับด้านในของเปลือกหอย อวัยวะภายใน ได้แก่ เหงือก 1 คู่อยู่ทางด้านซ้ายวางอยู่ด้านใต้ของรูเปิด หัวใจมี 3 ห้องประกอบด้วย ventricle 1 ห้องและ auricle 2 ห้อง ตับมีลักษณะคล้ายเขาวัวอยู่ทั้งสองด้านของกระเพาะ (รูปที่ 1)



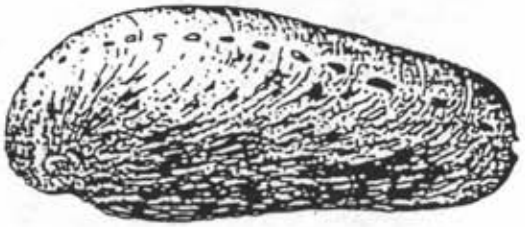
รูปที่ 1 ลักษณะของส่วนเปลือกและส่วนเนื้อของหอยเป๋าฮื้อ (อนุวัฒน์และยอห์น, 2529)

หอยเป๋าฮื้อเป็นหอยทะเลที่พบกระจายอยู่ตามมหาสมุทรทั่วโลกรวมประมาณ 100 ชนิด ทั้งในเขตร้อนและเขตหนาว (Hahn, 1989) ในประเทศไทยพบหอยเป๋าฮื้อ 4 ชนิดคือ ชนิด *H. ovina, H. asinina* (Linne, 1758) *H. varia* (Linne, 1758) และ *H. planata* (Sowerby, 1833) (Tantanasiriwong, 1978) (รูปที่ 2) แต่จากการตรวจสอบภายหลังพบว่าชนิด *H. planata* เป็นชนิดเดียวกับ *H. varia* (อนุวัฒน์และยอห์น, 2529) หอยเป๋าฮื้อชนิด *H.ovina* เป็นหอยเป๋าฮื้อที่พบได้ทั่วไปทั้งชายฝั่งภาคตะวันออกและชายฝั่งทะเลอันดามัน มักอาศัยอยู่ในเขตหาดหินที่ระดับความลึกของน้ำประมาณ 3-5 เมตรโดยยึดเกาะกับ substrate ที่เป็นหินแข็งมากกว่าปะการัง (อรวรรณ แซ่โง้ว, 2535) บริเวณพื้นมักพบสาหร่ายสีเขียวและสาหร่ายสีแดง ส่วนสัตว์ที่พบในบริเวณเดียวกัน ได้แก่ ปะการังก้อน (*Porites* sp.) เม่นทะเลหนามดำ (*Diadema setosum*) และหอยฝาเดียวบางชนิด เช่น หอยนมสาว (*Trochus* sp.) บริเวณที่พบหอยเป๋าฮื้อชนิดนี้มักเป็นบริเวณที่ได้รับคลื่นลมแรง (Jarayabhand et al., 1992) เช่น เกาะค้างคาว เกาะครก และเกาะสาก

เมื่อเข้าสู่ระยะที่เป็นตัวเต็มวัยหอยเป๋าฮื้อ *H. ovina* จะมีการพัฒนาเซลสืบพันธุ์ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 5 ระยะตั้งแต่ 0 - 4 (Jarayabhand *et al.*, 1992) เมื่อจะผสมพันธุ์กันหอยตัวผู้และตัวเมียที่มีความสมบูรณ์เพศ (ระยะ 3 ขึ้นไป) จะปล่อยสเปิร์มและไข่ออกมาผสมกันภายนอก (external fertilization) โดยไข่ของหอยเป๋าฮื้อ *H. ovina* ที่ปล่อยออกมามีขนาดประมาณ 180 ไมครอน (วลัยพรรณ เกษทอง, 2535) หลังจากที่ไข่ปฏิสนธิเป็น zygote แล้วจะเข้าสู่ระยะ blastula และพัฒนาต่อไปเรื่อย ๆ จนเข้าสู่ระยะที่เป็นตัวอ่อน (larvae) ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะคือ Trochophore stage, Veliger stage, Torsion stage และ Settlement stage (Fallu, 1991) เมื่อ ลูกหอยเป๋าฮื้อลงเกาะกับพื้นจะเข้าสู่ระยะ spat และเจริญเติบโตต่อไปเป็นตัวเต็มวัย (รูปที่ 3)

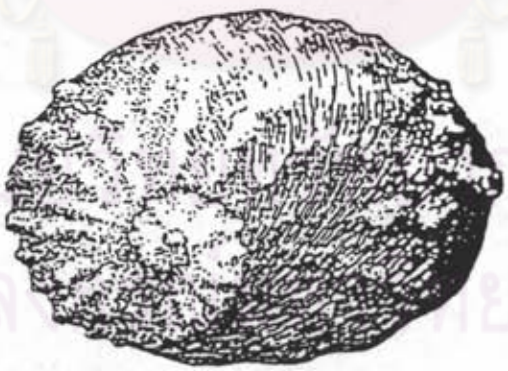
ขณะที่ลูกหอยเป๋าฮื้อดำรงชีวิตล่องลอยอยู่ในมวลน้ำในระยะ trochophore stage และระยะ veliger stage จะยังไม่มีการกินอาหาร จนกระทั่งลูกหอยเป๋าฮื้อลงเกาะกับพื้นคือเป็นระยะ spat จึงจะเริ่มมีพฤติกรรมการขูดกินอาหาร (grazer) ในช่วงแรกลูกหอยจะเริ่มกินพวก microalgae หรือเบนทิคไดอะตอมที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ได้แก่ *Navicula* spp. และ *Nitzchia* spp. (Hahn, 1989) และเมื่อหอยมีความยาวประมาณ 10 มิลลิเมตรจะเริ่มกิน macroalgae เช่น พวก Kelp (*Macrocystis* sp.), *Gracilaria* sp. เป็นต้น ซึ่งเราเรียกระยะที่เปลี่ยนชนิดอาหารนี้ว่า weaning stage

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ก.

ข.



ค.

รูปที่ 2 หอยเป๋าฮื้อที่พบในประเทศไทย (ดัดแปลงจาก Tantanasiriwong, 1978)

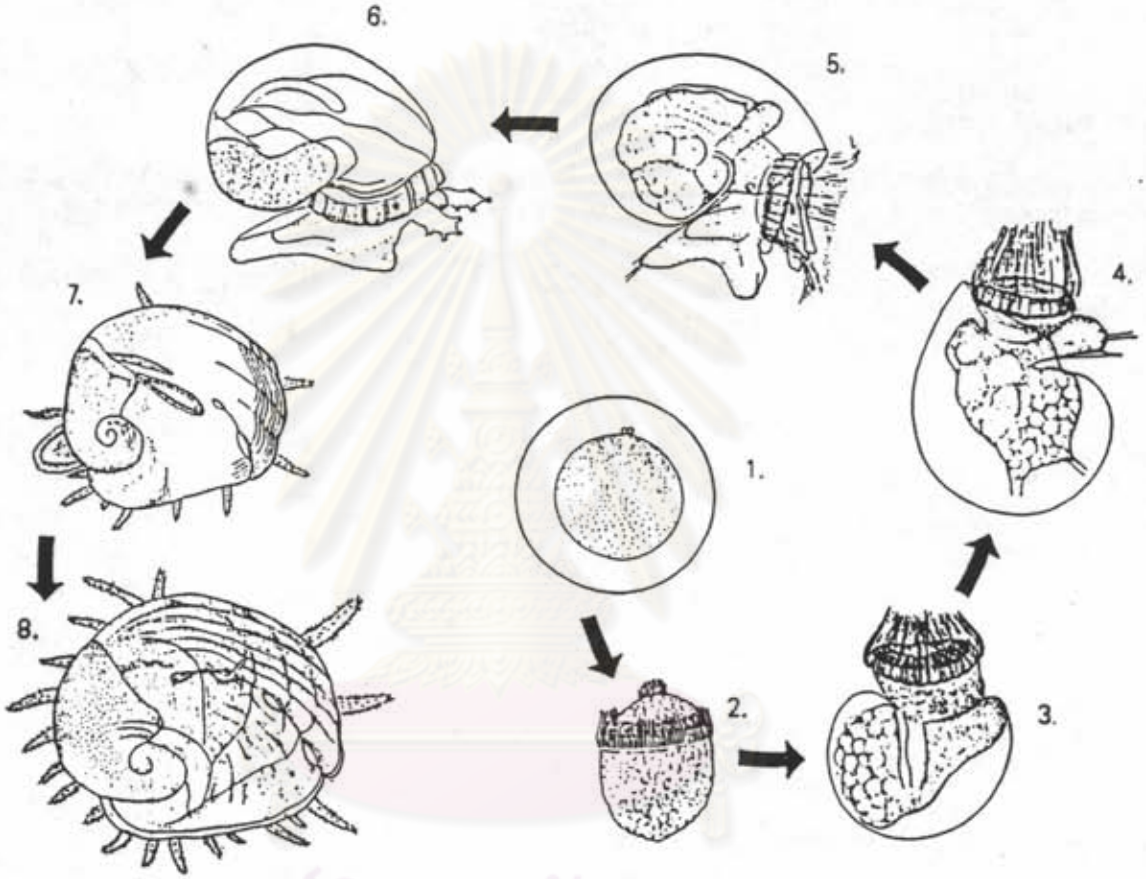
ก. *H. asinina*

ข. *H. varia*

ค. *H. ovina*

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3 การพัฒนาของหอยเป๋าฮื้อ (ดัดแปลงจาก Kafuku and Ikenoue, 1983)

1. ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิ 2. ตัวอ่อนระยะ trochophore stage 3. ตัวอ่อนระยะ veliger stage
4. ตัวอ่อนระยะ torsion stage 5. ตัวอ่อนระยะที่เริ่มลงเกาะ 6-8. ตัวอ่อนระยะที่ลงเกาะแล้ว

หอยเป๋าฮื้อเป็นหอยทะเลที่เป็นที่นิยมที่นิยมบริโภคกันมากในหมู่คนเอเชีย ยังผลให้มีราคาในท้องตลาดค่อนข้างสูง หลายประเทศจึงหันมาทำการเพาะเลี้ยงเพื่อเสริมและทดแทนหอยเป๋าฮื้อจากธรรมชาติที่มีปริมาณไม่พอเพียง แต่เดิมการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อจะใช้สาหร่ายจากธรรมชาติเป็นอาหารหลักซึ่งมีปริมาณไม่แน่นอนขึ้นกับฤดูกาล ส่วนสาหร่ายที่ได้จากการซื้อหรือเพาะเลี้ยงก็มักมีราคาแพง รวมทั้งขอบเขตของการเลี้ยงจะถูกจำกัดอยู่ได้เพียงในบริเวณที่ใกล้กับบริเวณที่เลี้ยงสาหร่ายเท่านั้น ด้วยเหตุนี้เองจึงมีการผลิตอาหารสำเร็จขึ้นเพื่อใช้เสริมหรือทดแทนอาหารจากธรรมชาติ และเพื่อลดต้นทุนในการผลิต รวมทั้งช่วยในการขยายบริเวณที่ทำการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อออกไป

ในการผลิตอาหารสำเร็จสำหรับหอยเป๋าฮื้อจะต้องคำนึงถึงความสมดุลทางโภชนาการของอาหารที่ผลิตได้ เพราะโภชนาการเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อในสภาพการเพาะเลี้ยง โดยทั่วไปแล้วหอยเป๋าฮื้อมีอัตราการเจริญเติบโตประมาณ 2-3 เซนติเมตรต่อปี ซึ่งต้องใช้เวลาในการเลี้ยงถึง 2-5 ปีจึงจะได้ขนาดที่ตลาดต้องการ (ตารางที่ 2) ดังนั้นในการเพาะเลี้ยงนอกจากจะจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมแล้วยังต้องให้อาหารที่พอเพียงทั้งปริมาณและคุณค่า โดยทั่วไปหอยเป๋าฮื้อต้องการอาหารเพื่อวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการคือ (1) เพื่อรักษาระบบเมตาบอลิสมของร่างกาย และ (2) เพื่อใช้ในการสืบพันธุ์ ถ้าอาหารที่ให้มีคุณค่าทางโภชนาการไม่เพียงพอจะทำให้หอยโตช้า ดังนั้นการดำเนินธุรกิจการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อให้ประสบผลสำเร็จจึงจำเป็นต้องพัฒนาคุณภาพของอาหารสำเร็จที่ใช้

ตารางที่ 2 อัตราการเติบโตเฉลี่ยของหอยเป๋าฮื้อวัยรุ่น (ดัดแปลงจาก Hahn, 1989)

ชนิด	อัตราการเติบโต (เซนติเมตร/ปี)
H. corrugata	2.5
H. cracherodii	3.0
H. diversicolor supertexta	2.5
H. fulgens	4.3
H iris	2.0
H. laevigata	4.5
H. lamellosa	2.6
H. imdae	2.7
H. tuberculata	1.8

อาหารสำเร็จที่ดีจะต้องมีปริมาณธาตุอาหารเพียงพอ มีกรดอะมิโนที่จำเป็น, มีวิตามินและเกลือแร่ที่ครบถ้วนตามความต้องการของหอยเป๋าฮื้อ (ตารางที่ 3) ในประเทศญี่ปุ่นมีอาหารสำเร็จ 2 ชนิดจาก 2 บริษัทคือ ชนิดแรกใช้ปลาป่นเป็นแหล่งโปรตีนและชนิดหลังใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน แต่อย่างไรก็ดีพบว่าหอยเป๋าฮื้อที่กินอาหารทั้ง 2 ชนิดมีอัตราการเติบโตที่ดีเช่นกัน (Hahn, 1989) หอยเป๋าฮื้อวัยรุ่นที่กินอาหารสำเร็จของ Nihon Nosan Kogyo K.K. Research center นอกจากจะมีการเติบโตมากกว่าพวกที่กินสาหร่าย 65 % (ตารางที่ 4) แล้วยังมีน้ำหนักตัวต่อความยาวเปลือกมากกว่าด้วย จากการเปรียบเทียบองค์ประกอบในเนื้อหอยที่กินอาหารสำเร็จดังกล่าวและในเนื้อหอยที่กินสาหร่าย พบว่าในเนื้อหอยที่กินอาหารสำเร็จมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าแต่มีปริมาณน้ำในเนื้อน้อยกว่า (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 3 ปริมาณกรดอะมิโนในอาหารสำเร็จและในอาหารธรรมชาติ ต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม (ดัดแปลงจาก Anonymous, 1981)

กรดอะมิโน	อาหารสำเร็จ (มิลลิกรัม)	*Elsenia* sp. (มิลลิกรัม)	*Laminaria* sp. (มิลลิกรัม)
Lysine	774	114	17
Histidine	262	19	5
Arginine	845	76	17
Aspartic acid	1107	286	52
Threonine	548	76	17
Serine	679	114	17
Glutamic acid	2667	229	86
Proline	1202	114	17
Glycine	667	133	34
Alanine	821	95	34
Cysteine	214	38	17
Valine	690	114	17
Methionine	405	19	17
Isoleucine	583	57	17
Leucine	1250	95	17
Tyrosine	512	95	17
Phenylalanine	750	76	17

ตารางที่ 4 การเติบโตของหอยเป๋าฮื้อขนาด 1-2 เซนติเมตรที่กินอาหารต่างกัน (ดัดแปลงจาก Anonymous, 1981)

ชนิดอาหาร	การเติบโต (ไมครอน/วัน)
อาหารสำเร็จ	83-133
Eisenia sp.	80
Undaria sp.	82
Laminaria sp.	83
Undaria (แช่แข็ง)	80
Laminaria (อบแห้ง)	43

ตารางที่ 5 องค์ประกอบในเนื้อของหอยเป๋าฮื้อที่กินอาหารชนิดต่างกัน (ดัดแปลงจาก Anonymous, 1981)

องค์ประกอบ	สาหร่าย		อาหารสำเร็จ	
	น้ำหนักเปียก	น้ำหนักแห้ง	น้ำหนักเปียก	น้ำหนักแห้ง
Moisture	78.0	-	76.4	-
Crude protein	13.6	61.8	15.6	66.1
Crude fat	1.3	5.9	2.0	8.5
Crude ash	2.4	10.9	2.8	11.9
Crude fiber	0	0	0	0
NFE	4.7	21.4	3.2	13.6

อาหารสำเร็จที่ดีจะต้องมีปริมาณโปรตีนที่เพียงพอต่อการเติบโตของหอยเป๋าฮื้อ หอยต้องการใช้โปรตีนเพื่อการเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ สร้างฮอร์โมน เอนไซม์ และส่วนที่เกี่ยวกับกระบวนการสืบพันธุ์ อาหารสำเร็จที่ให้ควรมีปริมาณโปรตีนที่พอเหมาะเพื่อทำให้หอยมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี สำหรับหอยเป๋าฮื้อ *Haliotis discus hannai* ระดับของโปรตีนที่ทำให้หอยชนิดนี้มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดคือ 25 % (Ogino and Kato, 1964) แต่ผู้ผลิตอาหารมักจะผลิตอาหารสำเร็จให้มีโปรตีนอยู่ที่ระดับ 30% เพื่อให้แน่ใจว่าหอยเป๋าฮื้อได้รับโปรตีนอย่างพอเพียง เคซีนเป็นแหล่งโปรตีนที่ใช้กันมากในการผลิตอาหารสำเร็จ ในหอยเป๋าฮื้อ *H.discus hannai* วัยรุ่นที่กินอาหารสำเร็จที่มีเคซีนเป็นแหล่งโปรตีนมีค่า FCE และ protein retention เป็นสัดส่วนตามระดับของโปรตีนในอาหาร คือมีค่าสูงสุดที่ระดับโปรตีน 38%

ซึ่งมีค่า PER และ NPU เท่ากับ 2.4 และ 48 ตามลำดับ ส่วนค่า protein retention สูงสุดของอาหารเคซีนอยู่ที่ระดับโปรตีน 10 % (Uki *et al.*, 1986) นอกจากเคซีนแล้วก็ยังมีการใช้โปรตีนจากแหล่งอื่น ได้แก่ ปลาป่น, กากถั่วเหลืองป่น, ไข่ขาว, corn gluten meal แต่พบว่าให้อัตราการเติบโตต่ำกว่าเคซีน (Uki *et al.*, 1985a, 1985b)

Uki *et al.* (1985a) ทดลองให้ semipurified diet เป็นอาหารสำหรับหอยเป๋าฮื้อ *H.discus hannai* เพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและ FCE โดยใช้สาหร่าย *Eisenia bicyclis* เป็นตัวควบคุม พบว่าเคซีนเป็นแหล่งโปรตีนที่เหมาะสมสำหรับเป็นแหล่งโปรตีนใน semipurified diet สำหรับหอยเป๋าฮื้อ และไม่มีความแตกต่างระหว่างอาหารที่ใส่สาหร่ายและไม่ใส่สาหร่าย ดังนั้นสาหร่ายจึงไม่น่าจะมีผลในการดึงดูดหอยให้กินอาหาร ส่วนอาหารที่ใช้ปลาป่นขาวเป็นแหล่งโปรตีนให้ผลต่อการเจริญเติบโต FCE และ PER (protein efficiency ratio) เพียง 50-60 % ของอาหารที่ใช้เคซีน ถึงแม้จะพบว่าหอยมีอัตราการกินปลาป่นสูงกว่าก็ตาม

จากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่า คุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนมักถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของแหล่งของโปรตีนแต่ละตัวในการตอบสนองความต้องการโปรตีนของหอยเป๋าฮื้อ โดยวิธีการที่ใช้ในการหาปริมาณคุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนมี 3 วิธีคือ หา protein efficiency ratio (PER) , net protein utilization (NPU) และ essential amino acid index

ในการผลิตอาหารสำเร็จสำหรับสัตว์น้ำนอกจากจะพิจารณาถึงประสิทธิภาพของโปรตีนแล้ว จะต้องคำนึงถึงความคงตัวของอาหารในน้ำด้วย อาหารสำเร็จที่ดีจะต้องคงตัวอยู่ในน้ำได้อย่างน้อย 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิที่สูงสุดในระหว่างการเลี้ยง เพราะนอกจากจะแน่ใจได้ว่าอาหารไม่สลายตัวไปก่อนที่สัตว์น้ำกินแล้วยังเป็นการช่วยลดความเน่าเสียของน้ำเนื่องจากการย่อยของอาหารอีกด้วย (Hahn, 1989) หอยเป๋าฮื้อเป็นสัตว์ที่มีพฤติกรรมการกินค่อนข้างช้า ดังนั้นในการผลิตอาหารสำเร็จจึงจำเป็นต้องใส่สารเหนียว (binder) ลงไปเพื่อทำให้อาหารคงตัวอยู่ในน้ำได้นาน สารเหนียวที่นิยมใช้ในการผลิตอาหารสำหรับหอยเป๋าฮื้อ ได้แก่ โซเดียมอัลจิเนต ซึ่งจะผสมลงไปในอาหาร แล้วแช่อาหารในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 5 % เพื่อให้เกิดเป็นสารประกอบแคลเซียมอัลจิเนตซึ่งมีลักษณะเป็นเจลไม่ละลายน้ำ การที่เลือกใช้โซเดียมอัลจิเนตเป็นสารเหนียวนั้นน่าจะเนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่พบอยู่ในสาหร่ายตระกูล phaeophyta ประมาณ 20-30% (Tsuchiya, 1952) ซึ่งเป็นอาหารธรรมชาติและหอยเป๋าฮื้อสามารถย่อยได้ (Oshima, 1931) สำหรับระดับของโซเดียมอัลจิเนตที่เหมาะสมสำหรับการผลิตอาหารสำเร็จคือ 20-30 % (Uki *et al.*, 1985a)

ในการผลิตอาหารทดสอบเพื่อศึกษาความต้องการของธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ของสัตว์น้ำ เช่น ความต้องการโปรตีน, ความต้องการไขมัน เป็นต้น นิยมใช้เยื่อใยโดยเฉพาะเซลลูโลสเป็นตัวปรับสูตรอาหาร (bulking agent) เพื่อให้มีปริมาณธาตุอาหารตามที่ต้องการ เนื่องจากเซลลูโลสเป็นสารที่ไม่ให้พลังงานและไม่มีผลต่อการเติบโต (Uki and Watanabe, 1992) ไม่มีธาตุใด ๆ เป็นองค์ประกอบและมี

ความเฉื่อยจึงนิยมใช้ในการผลิตอาหารทดสอบสำหรับหอยเป๋าฮื้อ อาหารที่มีเซลลูโลสไม่เกิน 8 % นอกจากจะช่วยให้อาหารเกาะกันดีขึ้นแล้ว ยังช่วยให้อาหารเคลื่อนไหวในท่อทางเดินอาหารช้าลง ทำให้สามารถย่อยและดูดซึมธาตุอาหารไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น ส่วนอาหารทดสอบที่มีเซลลูโลสมากเกินไปจะทำให้สามารถใส่ธาตุอาหารที่มีประโยชน์ต่อการเติบโตลงในอาหารได้น้อยลง ทำให้ได้รับธาตุอาหารน้อยลง (วีระพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย, 2535)

ในการผลิตอาหารเชิงพาณิชย์สิ่งที่จะต้องพิจารณาอันดับแรกคือความคุ้มทุนของอาหาร ซึ่งนอกจากจะต้องผลิตอาหารให้เพียงพอและมีคุณค่าตามความต้องการของสัตว์น้ำแล้ว ยังต้องคำนึงถึงว่าอาหารที่ให้ควรจะต้องถูกย่อยและถูกดูดซึมได้ดี digestibility เป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการย่อยอาหารของสัตว์ โดยค่านี้จะขึ้นกับธรรมชาติและชนิดขององค์ประกอบที่นำมาทำอาหาร รวมไปถึงรูปลักษณะของอาหาร เช่น ความแข็ง, ความคงตัวในน้ำ ซึ่งค่า digestibility นี้มักจะแสดงในรูปของเปอร์เซนต์ของส่วนที่ดูดซึมเข้าไป โดยทั่วไปแล้วพบว่าปลาสามารถย่อยปลาป่นได้ดีจึงมักมีค่า digestibiliy เกิน 90 % ส่วนผลิตภัณฑ์จากพืชจะให้ค่านี้แตกต่างกันไปตามชนิดของพืช (De Silva, 1995) ดังนั้นแม้ว่าเราจะให้อาหารที่มีระดับโปรตีน 30% เท่ากันแต่ถ้ามีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน การแสดงออกไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการเจริญเติบโตหรือเรื่องอื่น ๆ เช่น อัตรารอดจะแตกต่างกัน จากสาเหตุดังกล่าวจึงทำให้การศึกษาค่า digestibility มีความสำคัญและมักจะเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการสร้างสูตรอาหารและการเตรียมอาหารสำเร็จ

ในการประเมินค่า digestibility สามารถทำได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ทางตรงก็โดยการเปรียบเทียบปริมาณส่วนที่กินกับส่วนที่ขับถ่ายออกมา สำหรับสัตว์น้ำการใช้วิธีตรงนี้ค่อนข้างที่จะมีความผิดพลาดมากเพราะนอกจากแร่ธาตุจะละลายออกจากอุจจาระเมื่อมันถูกปล่อยออกมาแล้ว การเก็บอุจจาระยังเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากลำบากอีกด้วย ดังนั้นจึงมีการริเริ่มคิดค้นวิธีหาค่านี้โดยทางอ้อมโดยใช้ marker สารที่เราจะเลือกมาใช้เป็น marker จะต้องไม่ถูกย่อย, ควรที่จะไม่มีผลต่อการย่อยของสัตว์และมีการเคลื่อนที่ผ่านกระเพาะอาหารในอัตราความเร็วเดียวกับตัวอาหารหรือแร่ธาตุที่สนใจ โดยทั่วไปที่ใช้กันอยู่จะเป็นพวก external marker ซึ่งใส่ลงไปในอาหาร เช่น โครมิกออกไซด์ , เฟอริกออกไซด์, ซิลิกอนไดออกไซด์, โพลีโพพิลีน เป็นต้น แต่ที่ใช้กันมากในวงการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อก็คือโครมิกออกไซด์ เนื่องจากพบว่าไม่มีผลต่อการย่อยของหอยเป๋าฮื้อเมื่อใส่ในปริมาณน้อย (< 1% ของน้ำหนักแห้งของอาหาร) และไม่เป็นพิษ (Maguire et al.,1994). ส่วนพวก internal marker มักจะเป็นองค์ประกอบที่อยู่ในอาหารอยู่แล้วแต่ย่อยไม่ได้ เช่น crude fiber (CF), hydrolysis-resistant organic matter (HROM) และ hydrolysis-resistant ash (HRA) จากการศึกษาของ De Silva (1985) พบว่าการใช้ external และ internal marker ในการประเมินค่า digestibility ให้ผลไม่แตกต่างกัน

ในการเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ นอกจากจะคำนึงถึงอาหารแล้วยังต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นอีกด้วย คุณภาพน้ำก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญ ในธรรมชาติหอยเป๋าฮื้อจะอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีความเค็มค่อนข้างคงที่อยู่ที่ระดับประมาณ 32-35 ppt และเป็นบริเวณที่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูง ดังนั้นระบบน้ำที่เหมาะสมกับการเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อควรจะเป็นระบบเปิด เนื่องจากมีการถ่ายเทของมวลน้ำตลอดเวลา (Jan, 1980) ทำให้ไม่มีการก่อตัวของสารที่เป็นอันตรายต่อหอยเป๋าฮื้อ เช่น แอมโมเนีย Sano and Maniwa (1962) พบว่าถ้าน้ำที่ใช้เลี้ยงมีระดับแอมโมเนียสูงถึง 70 ไมโครกรัมต่อลิตร หอยเป๋าฮื้อจะไม่กินอาหาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย