บทที่ 4

วิจารณ์ผลการทดลอง

1.ผลการศึกษาสารดึงดูด

จากการศึกษาสารดึงดูดโดยใช้ amino acid และ fatty acid กับหอยเป๋าฮื้อ (H. asinina) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า amino acid ที่ให้ผลดีที่สุดในการทดลองครั้งนี้ คือ L-cystine และ fatty acid ที่ให้ผลดีที่สุด คือ lecithin แต่เมื่อเทียบกับผลการทดลองสารดึงดูดกับหอยเป๋าฮื้อ (H. asinina) ซึ่งศึกษาโดย Harada (1985) พบว่า L-cystine และ lecithin ให้ผลในการดึงดูดเพียงปานกลางเท่านั้น amino acidที่ให้ผลดึงดูดมากที่สุด คือ hydroxylysine, ornithine และ hydroxyproline ส่วน fatty acid ตัวที่ให้ผลการดึงดูดมากที่สุด คือ tristearin,phosphatidylcholine,phosphatidylcholine และ digalactosyldiacyclgycerol Sakata และ Ina (1985) สกัด digalactosyldiacyclgycerol และ phosphatidylcholine จากสาหร่ายสีน้ำตาล Undaria pinnatifida และพบว่าสามารถกระตุ้นให้หอยเป๋าฮื้อ (H. discus) กินอาหารได้มากขึ้น ทั้งนี้ความแตกต่างอาจเนื่องมาจากชนิดของหอยเป๋าฮื้อที่ทดลองต่างชนิดกันและดูจากสูตรอาหารจะเห็นว่าอาหารสูตร 5 (control)มี cystine สูงกว่าอาหารสูตร 6 นอกจากนี้สารเผ็ดร้อนก็ให้ผลกระตุ้นการกินอาหารมากขึ้นได้เช่นเดียวกัน (Harada, 1992) ในการทดลองต่อไปควรจะมีการทดลองใส่สารเผ็ดร้อน เช่น พริกไทย มัสตาด เป็นต้น ลงในอาหารสำเร็จรูปหอยเป๋าฮื้อตามปกติอาหารที่ใช้เป็นเหยื่อตกปลาในทางการค้ามักจะใส่สารที่มีรสเผ็ดร้อนลงไปด้วยเพื่อกระตุ้นเหยื่อให้มาติดเบ็ด

2.ผลการศึกษากรรมวิธีการผลิตอาหารสำเร็จรูปหอยเป๋าฮื้อ

2.1 กรรมวิธีการผลิตอาหารสำเร็จรูปหอยเป๋าฮื้อชนิดเม็ด

การผลิตอาหารเม็ดสำหรับสัตว์น้ำปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้น คือ การแตกตัวง่ายของ

อาหารเม็ดในน้ำ โดยเฉพาะในอาหารสำเร็จรูปหอยเป๋าฮื้อมีส่วนประกอบของโซเดี่ยมอัลจีเนต ซึ่งมีคุณสมบัติละลายน้ำดังนั้นจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนโซเดี่ยมอัลจีเนตมาเป็นแคลเซี่ยมอัลจีเนตที่ไม่ละลายน้ำเพื่อให้มีความคงตัวในน้ำสูงไม่แตกตัวง่าย ในการผลิตอาหารเม็ดครั้งนี้ใช้วิธีผสมแคลเซี่ยมคลอไรด์กับส่วนประกอบอื่นๆพร้อมกันก่อนจึงรวมกับน้ำเคล้าให้เข้ากันดีจึงปั้นเป็นก้อนแล้วจึงทำการอัดเม็ด ซึ่งจะต่างจากวิธีของ Uki et al (1985) ที่ทำ semipurified diet ตามกรรมวิธีของ Ogino (1980) โดยทำการผสมน้ำกับส่วนประกอบอาหารในอัตราส่วน 1.5:1(V/Wt) ปั้นเป็นแท่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มม.ยาว 80 มม. แล้วจุ่มแท่งอาหารลงในสารละลายแคลเซี่ยมคลอไรด์ 1 นาที วิธีจุ่มแท่งอาหารลงในแคลเซี่ยมคลอไรด์อาจเปลี่ยนรูปของโซเดี่ยมอัลจีเนตมาเป็นแคลเซี่ยมอัลจีเนตได้เฉพาะภายนอกเท่านั้นแต่เมื่ออาหารภายนอกถูกหอยขูดกินอาหารก็จะละลายน้ำได้เร็วขึ้น

2.2 กรรมวิธีการทำแห้งอาหารสำเร็จรูป

กรรมวิธีการทำแห้ง หรือ อบแห้งอาหารสำเร็จรูปความร้อนจะมีปัญหากับแหล่งโปรตีนในอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของ Uki และ Watanabe (1986) ในการใช้ปลาป่นเป็นแหล่งโปรตีนในการผลิตอาหารแบบ practical diets จำเป็นต้องควบคุมการใช้ความร้อนในการผลิตอาหาร ดังนั้นในการผลิตอาหารครั้งนี้เลือกใช้อุณหภูมิในการอบแห้งอาหารที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลานาน 6 ชม. ซึ่งจะเป็นวิธีการเหมือนกับทำอาหารกุ้งและอบแห้งอาหารชนิดเคลือบแผ่นพลาสติค PVC ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 2 ชม.

2.3 กรรมวิธีการทำอาหารสำเร็จรูปชนิดเคลือบแผ่นพลาสติค PVC

ปัญหาที่เกิดกับกรรมวิธีการผลิตอาหารชนิดเคลือบก็คือ อาหารมักจะหลุดร่อนออกมาเนื่องจากความหนาของแผ่นอาหารมากเกินไปทำให้แผ่นอาหารไม่เกาะติดแผ่น PVCเมื่ออาหารหดตัวลงหลังอบแห้ง และปัจจัยอีกอันหนึ่งเนื่องจากผิวของแผ่นพลาสติค PVC ที่ใช้เคลือบอาหารเรียบมากเกินไปจึงทำให้อาหารไม่สามารถเกาะติดได้ดี จึงได้ทำการปรับปรุงแผ่นพลาสติค PVC โดยการขูดแผ่นพลาสติค PVC ให้เป็นตารางสี่เหลี่ยมเล็กๆหรือใช้กระดาษทรายขัดให้ผิวขรุขระ เมื่อทำการเคลือบอาหารบางๆอาหารจะเกาะติดทนนานผลการเกาะติดอาหารกับแผ่นพลาสติค PVC 100 % และน้ำหนักอาหารที่เคลือบจะใกล้เคียงกันมาก

2.4 กรรมวิธีการเติมสารดึงดูด

จากการเผาตัวอย่างอาหารสำเร็จรูปของญี่ปุ่นเพื่อหาเถ้าพบว่าจะมีเกล็ดเล็กๆของสารดึงดูดอยู่ในเถ้านั่นแสดงว่า อาหารญี่ปุ่นเติมสารดึงดูดลงไปในอาหารหลังจากที่ผสมส่วนต่างๆ

กับน้ำแล้วเพื่อให้สารดิงดูดออกฤทธิ์เต็มที่เมื่ออยู่ในน้ำดังนั้นควรเติมสารดิงดูดภายหลังการผสมส่วนประกอบต่างๆแล้ว

3.การเจริญเติบโต

อัตราการเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อที่ได้จากการทดลองอาหารสำเร็จรูป 2 รูปแบบ ได้ผลว่าอัตราการเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อที่กินอาหารเคลือบมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าหอยเป๋าฮื้อที่กินอาหารเม็ด แต่อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) พบว่าหอยเป๋าฮื้อกินอาหารเคลือบให้ผลไม่แตกต่างจากอาหารเม็ด

อาหารสำเร็จรูปที่ทำครั้งนี้ยังสู้อาหารสำเร็จรูปของญี่ปุ่นไม่ได้ เนื่องจากปริมาณ cystine ในอาหารสำเร็จรูปที่ทำครั้งนี้ต่ำกว่าของอาหารสำเร็จรูปของญี่ปุ่นและปริมาณคาร์โบไฮเดรทในอาหารสำเร็จรูปของญี่ปุ่นมีปริมาณสูงกว่าอาหารที่ทำครั้งนี้มาก ปริมาณของคาร์โบไฮเดรทจะมีสูงมากในสาหร่ายขนาดใหญ่ เช่น Nereocystin sp. มีสูงถึง 39.8 % (Hahn,1989) ในขณะที่สาหร่ายเขากวางมีปริมาณคาร์โบไฮเดรทต่ำกว่ามากแต่จะมีปริมาณเถ้าสูงมากจึงเป็นผลให้มีอัตราการเจริญเติบโตต่างจากอาหารสำเร็จรูปของญี่ปุ่นถึงแม้ว่าหอยเป๋าฮื้อจะกินอาหารสูตร 6 ได้ปริมาณมากเท่ากับกินอาหารสำเร็จรูปของญี่ปุ่นแต่ประสิทธิภาพการแลกเนื้อก็ยังต่ำมากและอัตราการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักก็ยังต่างกันมาก ทั้งนี้ควรจะต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาต่อไปได้อีก ประเทศญี่ปุ่นมีการพัฒนาอาหารสำเร็จรูปหอยเป๋าฮื้อมานานร่วม 20 ปีจนสามารถผลิตเป็นอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปได้สำเร็จรูป

4.อัตราการรอดตาย

จากการทดลองทั้งสองครั้งเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ได้อัตราการรอดตายสูงมากในการทดลองครั้งที่ 1 มีลูกหอยเป๋าฮื้อตายเพียง 1 ตัว และในการทดลองครั้งที่ 2 มีลูกหอยเป๋าฮื้อตาย 4 ตัว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่ากระชังลอยอยู่ในน้ำมิได้สัมผัสกับพื้นบ่อที่มีเศษอาหารและของเสียจึงไม่ได้รับผลกระทบจากคุณภาพน้ำที่พื้นบ่อ

5.ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบอาหารสำเร็จรูป

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบอาหารของอาหารสำเร็จรูป 8 สูตรได้ผลตามตารางที่ 11 คือ ความชื้นมีค่าสูงในอาหารญี่ปุ่นเท่ากับ 12.32 % รองลงมาคืออาหารสูตร 8 มีค่าเท่ากับ 11.08 % แต่อาหารสูตรอื่นความชื้นมีค่าต่ำมีค่า 7-8 % ปริมาณโปรตีนอาหารสูตร 6 สูงสุดเท่ากับ 35.53 % และรองลงมา คือ อาหารสูตร 1เท่ากับ 34.55 ส่วนอาหารสูตร 5 มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 31.32 % ปริมาณไขมันของอาหารสูตร 5 จะมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 3.58 % และมีปริมาณไขมันมากที่สุดในอาหารสูตร 7 เท่ากับ 9.36 % รองลงมาในอาหารสูตร 2เท่ากับ 9 % สาเหตุที่อาหาร 2 สูตรนี้มีไขมันมากเนื่องจากไขมันมีมากในปลาป่นและรำละเอียด ระดับไขมันที่เหมาะสมในอาหารหอยเป๋าฮื้อตามที่ Uki et al (1985) แนะนำไว้คือประมาณ 5 % ถ้าระดับไขมันมากขึ้นถึง 10 % จะทำให้การเจริญเติบโตลดลง ดังนั้นควรลดปริมาณไขมันที่เติมลงไปในอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ทดลองครั้งนี้ ปริมาณเยื่อใยมีในอาหารสูตร 6 สูตร 7 สูตร 8 น้อยกว่าอาหารสูตร 1 สูตร 2 และ สูตร 5 ทั้งนี้เพราะรำละเอียดมีปริมาณเยื่อใยสูงแต่ส่วนประกอบของเยื่อใยในอาหารสำเร็จรูปที่ทำครั้งนี้ยังมีปริมาณต่ำกว่าอาหารญี่ปุ่น โดยเฉพาะอาหารสูตร 6 มีปริมาณเยื่อใยต่ำมากสามารถเติมได้อีกถึง 2.4 % ปริมาณเถ้ามีมากที่สุดในอาหารสูตร 6เท่ากับ 30.27 ทั้งนี้อาจเนื่องจากสาหร่ายเขากวางมีปริมาณเถ้าสูงและในอาหารสูตร 6มีปริมาณสาหร่ายแห้งสูงถึง 30 % ซึ่งจะสอดคล้องกับผลของ ธานินทร สิงหะไกรวรรณ (2534) ซึ่งวิเคราะห์สาหร่ายเขากวางและพบว่ามีปริมาณเถ้าสูงถึง 23.6 % (น้ำหนักแห้ง) ปริมาณคาร์โบไฮเดรทมีสูงมากถึง 48.38 % ในอาหารญี่ปุ่น แต่ในอาหารที่ทำครั้งนี้มีปริมาณคาร์โบไฮเดรทต่ำมากทุกสูตรจึงควรเติมแหล่งอาหารคาร์โบไฮเดรทเข้าไปได้อีก 10-20 % ส่วนระดับของแคลเซี่ยม และฟอสฟอรัสของอาหารญี่ปุ่นจะอยู่ในอัตราส่วน 2:1 แต่ในอาหารที่ทำครั้งนี้อาหารสูตร 8 มีระดับใกล้เคียงมากที่สุด

ส่วนการวิเคราะห์ amino acid profile ได้ผลว่า ระดับของ cystine สูงในอาหารสูตร 7 เนื่องจากใส่ L-cystine ลงในอาหารเพื่อลิงดูดการกินอาหาร แต่ในอาหารสูตร 6 มี cystine ต่ำ เพราะปลาป่นมีปริมาณ cystine ต่ำ และระดับของ arginine lysine valine และ glycine ในอาหารสูตร 6 สูงกว่า อาหารสูตร 5 แต่ระดับของ aspartic acid และ glutamic acid ในอาหารสูตร 5 หรือ อาหารญี่ปุ่น มีสูงกว่าอาหารสูตร 6 จากข้อมูลนี้บอกได้ว่าในอาหารสำเร็จรูปหอยเป๋าฮื้อมีส่วนประกอบโปรตีนอื่นนอกเหนือจากปลาป่นและสารลิงดูดพวก amino acid ที่ใส่ลงในอาหารสำเร็จรูปของญี่ปุ่นเป็น amino acid ตัวที่มีกลิ่นแรง ดังนั้นในการที่จะพัฒนาอาหารสูตร 6 ควรเติม amino acid ที่มีกลิ่นแรงพวก

cystine aspatic acid และ glutamic acid ลงในอาหารสำเร็จรูปโดยให้ระดับของ amino acid อยู่ในระดับเดียวกับที่มีในอาหารญี่ปุ่น

6.ต้นทุนการผลิตอาหารสำเร็จรูปหอยเป๋าฮื้อ

ราคาต้นทุนการผลิตอาหารสำเร็จรูปหอยเป๋าฮื้อในการทดลองครั้งนี้ เมื่อดูจากตารางที่ 12 วัสดุที่มีราคาแพงมากในอาหาร คือ แคลเซี่ยมอัลจีเนต อัตราส่วนเพียง 16 % เป็นเงิน 31.60 บาท และรองลงมา คือ สารดึงดูดพวก amino acid ราคาประมาณ 10 บาท ยกเว้น lecithin เท่านั้นที่มีราคาถูกมากราคาเพียง 0.25 บาท

7.ผลการศึกษาประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของอาหารสำเร็จรูปที่ผลิตครั้งนี้ ได้ผลดีที่สุด คือ อาหารสูตร 6 มีค่าเท่ากับ 0.23 รองลงมาคือ อาหารสูตร 3 สูตร 4 สูตร 2 มีค่าเท่ากับ 0.59 , 0.37 , 0.36 ตามลำดับ ในการทดลองพบว่าหอยเป๋าฮื้อ H. asinina ชอบอาหารสูตร 6 สังเกตได้จากอาหารที่ให้ทุกวันมีเศษอาหารเหลือน้อยมากซึ่งต่างจากอาหารเม็ดสูตรอื่น และเมื่อเทียบเปอร์เซนต์ FCE กับอาหารสูตร 5 ที่ทดลอง 2 ครั้งพบว่า อาหารสูตร 6 ให้ค่าเปอร์เซนต์ FCE สูงกว่าอาหารเคลือบที่ทดลองครั้งแรก

8.ผลการศึกษาความอยู่ตัวของอาหารสำเร็จรูป

จากการศึกษาความอยู่ตัวของอาหารเม็ดสำเร็จรูปในเวลา 18 ชั่วโมง ผลปรากฏว่าอาหารสูตร 2 ให้ความอยู่ตัวสูงที่สุดคือ 94 % รองลงมาคือ อาหารสูตร 5 ส่วนอาหารสูตร 6 ให้ผลความอยู่ตัวต่ำสุดคือ 86.81 % ซึ่งจะทำให้อาหารสำเร็จรูปสูตร 6 ละลายน้ำได้เร็ว แต่อาหารสูตร 6 หอยเป๋าฮื้อกินมากจะเหลือเศษอาหารเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ผลจากการศึกษาอัตราการเจริญเติบโต การวิเคราะห์องค์ประกอบอาหารสำเร็จรูป และความอยู่ตัวของอาหาร เป็นไปได้ถ้ามีการปรับปรุงอาหารสูตร 6 ให้มีแนวโน้มให้อัตราการเจริญเติบโตได้ใกล้เคียงกับอาหารของญี่ปุ่น อัตราส่วน 30 %ของสาหร่ายแห้งในอาหารสูตร 6

น่าจะพอเหมาะกับหอยเป๋าฮื้อ H. asinina อัตราส่วน 20 %ของแคลเซี่ยมอัลจีเนตน่าจะพอเพียงกับความต้องการของหอยเป๋าฮื้อ ในการทดลองครั้งนี้ใช้แคลเซี่ยมอัลจีเนต 16 % เป็นองค์ประกอบ องค์ประกอบของอาหารสำเร็จรูปของญี่ปุ่นจะประกอบปลาป่น กากถั่วเหลือง และ wheat gluten เป็นหลัก และในอาหารหอยเป๋าฮื้อของฝรั่งเศสประกอบด้วย กากถั่วเหลือง แป้งสาลี lactoserum น้ำมันพืช (Hahn,1989) อัตราส่วนขององค์ประกอบ คือโปรตีน 21 % ไขมัน 3.5 % cellulose 3.5 % minerals 17 % และมี ความชื้น 9-10 % ซึ่งสิ่งเหล่านี้ควรจะมีการหาสัดส่วนที่เหมาะสมต่อไปเพื่อพัฒนาอาหารสำเร็จรูปหอยเป๋าฮื้อในประเทศ สิ่งที่สำคัญอีกอย่างคือ binding agentในการทดลองครั้งนี้ใช้ aquabind ร่วมกับแคลเซี่ยมอัลจิเนต aquabind อาจไม่เหมาะกับอาหารสำเร็จรูปหอยเป๋าฮื้อเพราะทำให้อาหารสำเร็จรูปแข็งเกินไป และ aquabind เป็น modified starch ที่มี formadehyde เป็นองค์ประกอบซึ่งอาจมีผลกับลูกหอยเป๋าฮื้อได้ binding agent ที่น่าพิจารณาในการทำอาหารต่อไปคือ แป้ง โดยดูจากส่วนประกอบของอาหารสำเร็จรูปญี่ปุ่นมีปริมาณคาร์โบไฮเดรทสูงถึง 48 %

6.คุณภาพน้ำขณะทำการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทะเลที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ อุณหภูมิมีค่าระหว่าง 27-32°C ความเค็มมีค่า 32-33 ส่วนในพัน pH มีค่าช่วง 7.47-8.05 % ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ มีค่า 5.42-6.60 มิลลิลิตร/ลิตร เนื่องมีการพ่นอากาศลงในบ่อน้ำตลอดเวลาจึงไม่มีการขาดออกซิเจน และ ปริมาณออกซิเจนก็ไม่ต่ำกว่า 4 มิลลิลิตร/ลิตร ซึ่งเป็น critical oxygen (Jan,1980) ส่วนแอมโมเนียที่วัดได้จากการทดลองนี้ก็มีค่า 0.051 มิลลิกรัม/ลิตร Sano และ Maniwa (1962) พบว่าปริมาณแอมโมเนียเกิดจากอาหารที่ให้และของเสียจากสัตว์ ปริมาณแอมโมเนีย 70 ไมโครกรัม/ลิตร มีผลยับยั้งการการกินอาหารของหอยเป๋าฮื้อได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหอยเป๋าฮื้อเป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่ตามพื้นจึงได้รับผลกระทบนี้ได้ง่าย แต่ในการทดลองครั้งนี้แอมโมเนียยังมีค่าต่ำทั้งนี้เพราะได้มีการทำความสะอาดบ่อ 2 วันครั้งและทำการเปลี่ยนน้ำด้วย แต่ในการทดลองครั้งที่ 2 น้ำทะเลที่สูบเข้ามาขุ่นมากถึงแม้จะผ่านการกรองมาแล้วก็ตามจึงทำการเปลี่ยนน้ำในบ่อทุกวัน ความขุ่นของน้ำทะเลที่ใช้เลี้ยงหอยเป๋าฮื้อก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลกับการเพาะเลี้ยงครั้งนี้ด้วย อัตราการเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อที่ทดลอง 2 ครั้งด้วยอาหารของญี่ปุ่นแตกต่างกันมากทางด้านการเจริญเติบโตน้ำหนักและความยาว

เปลือกของหอยเป๋าฮื้อ และปริมาณของไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำ 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตรสามารถทำให้การเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อลดลง (Chiu, 1981)ในการทดลองครั้งนี้พบว่าไฮโดรเจนซัลไฟด์มีค่าต่ำกว่า 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร