บทที่ 4

วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา

การที่หอยมีพฤติกรรมการกินอาหารที่ค่อนข้างช้า คุณสมบัติของอาหารที่ดีจึงต้องมีความคงตัวอยู่ในน้ำได้นานพอเหมาะ ในการผลิตอาหารสำเร็จสำหรับหอยเป๋าฮื้อจะมีการใส่โซเดียมอัลจิเนตซึ่งเป็นสารเหนียวเพื่อเพิ่มความคงตัวให้กับอาหารประมาณ 20-30 % (Uki *et al*, 1985) จากตารางที่ 12 พบว่าอาหารสำเร็จชุดที่ใส่โซเดียมอัลจิเนตมีความคงตัวอยู่ในน้ำได้ดีกว่าชุดที่ไม่ได้ใส่โซเดียมอัลจิเนต โดยอาหารสำเร็จที่ใส่โซเดียมอัลจิเนต 20 % ให้ค่าการคงตัวดีที่สุดเท่ากับ 84.48 แต่มีค่าความแปรปรวนสูงสุด อันดับรองลงมาได้แก่ 30%, 25%, 15%, 10% และ 5 % ซึ่งมีค่าความคงตัวเท่ากับ 80.94, 77.23, 61.25, 57.02 และ 53.83 ตามลำดับ จากการทดสอบทางสถิติพบว่าอาหารแต่ละสูตรมีค่าความคงตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p=2.18E-10) และแตกต่างจากอาหารชุดควบคุม (ชุด 0%) อาหารสูตร 20 %, 25 % และ 30 % มีค่าความ คงตัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.048) โดยเม็ดอาหารของทั้งสามกลุ่มข้างต้นยังคงตัวดีอยู่เมื่อเวลาผ่านไป 16 ชั่วโมง ซึ่งต่างกับอาหารสูตร 5 %,10 % และ 15 % ที่มีการแตกตัวพอสมควร จากผลการศึกษาดังกล่าวจึงสามารถสรุปได้ว่าระดับโซเดียมอัลจิเนตที่ 20 % เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการผลิตอาหารสำเร็จสำหรับหอยเป๋าฮื้อเนื่องจากเป็นระดับที่น้อยที่สุดที่ทำให้อาหารมีความคงตัวสูงสุด ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการทดลองของ Uki et al. (1985)

ในการศึกษาแหล่งโปรตีนที่เหมาะสมในการผลิตอาหารสำเร็จสำหรับหอยเป๋าฮื้อ เบื้องต้นจะทำการเปรียบเทียบแหล่งโปรตีนซึ่งเป็นวัตถุดิบในอาหารสัตว์ทั่วไป 7 ชนิดคือ เคซีน, ปลาป่น, ปลาหมึกป่น, ไก่ป่น, เนื้อป่น, กากกุ้งป่น, กากถั่วเหลืองป่น และมีสาหร่ายเป็นตัวควบคุม โดยใช้หอยที่มีขนาดตั้งแต่ 1.5 - 3.0 เซนติเมตร จากการทดสอบทางสถิติพบว่าหอยในทุกชุดการทดลองมีน้ำหนักเริ่มต้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.874) พิจารณาจากตารางที่ 13 พบว่าในเดือนที่ 1 หอยที่กินอาหารสูตรกากถั่วเหลืองมีค่า specific growth สูงสุด แตกต่างจากหอยที่กินอาหารสูตรอื่น (p=0.000329) แต่ไม่แตกต่างจากหอยที่กินอาหารสูตรปลาหมึกป่น (p>0.05) โดยหอยที่กินสาหร่ายมีค่า specific growth ต่ำสุด ในเดือนที่ 2 พบว่าหอยที่กินอาหารในแต่ละสูตรมีค่า specific growth แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.00463) โดยหอยในสูตรปลาหมึกป่นมีค่า specific growth สูงสุดและไม่แตกต่างกับหอยที่กินอาหารสูตรกากกุ้งป่น, สาหร่าย, ไก่ป่นและเนื้อป่น (p>0.05) แต่แตกต่างจากอาหารสูตรเคซีน, ปลาหมึกป่น และปลาป่น โดยหอยที่กินอาหารสูตรปลาป่นมีค่า specific growth ต่ำสุด เมื่อพิจารณารวมทั้ง 2 เดือนพบว่าหอยที่กินอาหารในสูตรต่าง ๆ มีค่า specific growth ต่างกัน (p=0.00244) โดยอาหาร

สูตรปลาหมึกปั่นให้ specific growth สูงสุด แต่ไม่แตกต่างจากอาหารสูตรอื่น ยกเว้นเคซีนซึ่งให้ค่า specific growth ต่ำสุด เมื่อพิจารณาถึงอัตรารอดของหอยที่เลี้ยงด้วยอาหารในแต่ละสูตรจะเห็นว่าในบางสูตรมีอัตรารอดค่อนข้างต่ำมาก เช่น เคซีน, เนื้อปั่น และสาหร่าย (มีอัตรารอด 50%, 40% และ 20 % ตามลำดับ) การที่หอยมีอัตราการรอดต่ำนี้น่าจะมีสาเหตุเนื่องมาจากการแกะหอยออกมาจากหน่วยทดลองซึ่งเป็นกระบอกกลม หอยเป๋าฮื้อ *H. ovina* ต้องมีกล้ามเนื้อเท้าที่แข็งแรงมากเพื่อใช้สำหรับยึดเกาะ substrate ในธรรมชาติบริเวณหาดหินที่มีคลื่นลมแรง (Jarayabhand, 1992) ดังนั้นเมื่อมีการรบกวนหอยจะเกร็งกล้ามเนื้อเท้าเพื่อยึดเกาะกับกระบอกทดลอง ทำให้ต้องออกแรงแกะมากขึ้นอันเป็นสาเหตุทำให้เท้าของหอยบาดเจ็บและอาจทำให้หอยตายได้ที่สุด ด้วยมูลเหตุดังกล่าวจึงเป็นที่มาของการทำทดลองเพื่อหาปริมาณแมกนีเซียมซัลเฟตที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการคลายกล้ามเนื้อเท้าของหอยเป๋าฮื้อจากการเกร็งตัวเนื่องจากการแกะ

จากตารางที่ 14 พบว่าที่ระดับความเข้มข้นสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต 25 % หอยเป๋าฮื้อใช้ระยะเวลาในการคลายกล้ามเนื้อเท้าน้อยที่สุด คือ 2.19 นาที และรองลงมาคือที่ระดับ 15%, 20%, 10% และ 5 % ตามลำดับ โดยเมื่อทดสอบทางสถิติแล้วพบว่ามีความแตกต่างกัน ($p=1.04E-23$) เวลาที่ใช้ในการคลายตัวของหอยเป๋าฮื้อที่ระดับความเข้มข้น 15%, 20% และ 25% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p=0.781$) แต่ต่างจากเวลาที่ระดับความเข้มข้น 0%, 5% และ 10% ($p<0.05$) จากการพิจารณาอาการของหอยพบว่าหอยที่ได้รับปริมาณแมกนีเซียมซัลเฟต 20% และ 25% มีการบิดตัวมาก ซึ่งเป็นการแสดงความเครียดของหอย ดังนั้นจึงทดลองแช่หอยเป๋าฮื้อด้วยสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตเข้มข้น 15% เป็นเวลาประมาณ 1 นาที พบว่าหอยคลายตัวจากการเกาะเองและไม่มีการบิดตัวอย่างรุนแรง รวมทั้งไม่มีผลต่ออัตรารอดของหอยด้วย

นอกจากปัญหาจากการแกะจะทำให้หอยเป๋าฮื้อในแต่ละชุดมีอัตราการรอดต่ำแล้ว ปัจจัยในเรื่องของการแก่งแย่งอาหารก็น่าจะมีผลเช่นกัน เพราะเมื่อพิจารณาจากการเติบโตของหอยในแต่ละสูตรเป็นรายตัวพบว่าในหน่วยทดลองเดียวกันหอยบางตัวมีการเติบโตต่างจากหอยตัวอื่นมาก จากการสังเกตพบว่าหอยจะมีการเดินไปกินอาหารในตอนกลางคืนและจะกลับมาอยู่ที่เดิมในตอนเช้า ซึ่งแสดงถึงลักษณะการมี home range ของหอย ในการทดลองถัดมาจึงได้เปลี่ยนหน่วยทดลองให้มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยใช้ตะกร้าแบ่งเป็นช่อง ๆ ให้หอยอยู่เพียงตัวเดียวเพื่อเป็นการลดการแก่งแย่งของอาหาร ระบบนี้มีความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและทำความสะอาดมาก ระบบน้ำเป็นแบบน้ำไหลผ่านตลอด น้ำที่จะเข้าระบบจะผ่านระบบกรองทุกครั้ง ทำให้น้ำที่ใช้เลี้ยงมีคุณภาพดีตลอดเวลา โดยจากการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำตลอดการทดลองพบว่ามีช่วงอุณหภูมิค่อนข้างคงที่อยู่ในช่วง 27 - 29 องศาเซลเซียส มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ประมาณ 7.9 - 8.1 มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำประมาณ 5.3 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีปริมาณแอมโมเนียในน้ำน้อยกว่า 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร

หลังจากที่เปลี่ยนระบบการทดลองแล้วจึงทำการศึกษาแหล่งโปรตีนที่เหมาะสมในการผลิตอาหารซ้ำเนื่องจากปัญหาการตายและการแก่งแย่งอาหารของหอยในการทดลอง ข. โดยในการทดลองนี้จะเปรียบเทียบแหล่งโปรตีนเพียง 5 ชนิด คือ เคซีน, ปลาป่น, ปลาหมึกป่น, ไก่ป่น, เนื้อป่น, กากกุ้งป่น, กากถั่วเหลืองป่น ตัดไก่ป่นและเนื้อป่นออก เนื่องจากเมื่อใช้ในการเตรียมอาหารแล้วทำให้อาหารมีความคงตัวต่ำมากไม่เหมาะสำหรับเป็นอาหารสำหรับหอยเป๋าฮื้อ การทดลองนี้ใช้หอยที่มีขนาดตั้งแต่ 1.5 - 3.0 เซนติเมตร ซึ่งจากการทดสอบทางสถิติพบว่า หอยในทุกชุดการทดลองมีน้ำหนักเริ่มต้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.925$) พิจารณาจากตารางที่ 15 พบว่าในเดือนที่ 1 หอยที่กินอาหารสูตรปลาป่นมีค่า specific growth สูงสุดแตกต่างจากอาหารสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.00131$) ส่วนในเดือนที่ 2 ปลาป่นก็ยังให้ค่า specific growth สูงสุดเช่นกัน แต่ไม่แตกต่างจากอาหารสูตรปลาหมึกป่น ($p=0.0824$) และเมื่อพิจารณารวมทั้ง 2 เดือนพบว่าหอยที่กินอาหารสูตรปลาป่นมีการเติบโตดีสุดแตกต่างจากอาหารสูตรอื่น ($p=0.000368$) ตลอดการทดลองไม่มีการตายของหอยเป๋าฮื้อในการทดลองเคซีน ปลาป่น ปลาหมึกป่น ส่วนกากกุ้งป่น มีอัตรารอด 85.71 % และกากถั่วเหลืองป่นมีอัตรารอด 92.86 % จะเห็นว่าหอยมีอัตรารอดสูงขึ้นกว่าการทดลอง ข. มากโดยมีการตายเฉพาะในสูตรกากกุ้งป่นและกากถั่วเหลืองป่น ซึ่งน่าจะเนื่องจากหอยไม่กินอาหาร ดังนั้นระบบการเลี้ยงที่ได้ออกแบบขึ้นใหม่น่าจะเป็นระบบที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการทดสอบ

จากตารางที่ 16 พบว่าหอยเป๋าฮื้อมีการย่อยโปรตีนจากอาหารในสูตรเคซีนได้ดีที่สุด รองลงมาคือ กากถั่วเหลือง, ปลาป่น, ปลาหมึกป่นและกากกุ้งป่น ที่เป็นเช่นนี้อธิบายได้ว่าเนื่องจากโปรตีนจากเคซีนเป็นโปรตีนสายสั้นดังนั้นหอยเป๋าฮื้อจึงสามารถย่อยได้ดีที่สุด ส่วนกากถั่วเหลืองจะให้โปรตีนจากพืชซึ่งหอยเป๋าฮื้อเป็นสัตว์กินพืช (herbivore) น่าจะสามารถย่อยได้ดี ส่วนโปรตีนจากปลาป่นและปลาหมึกป่นให้ค่า digestibility ใกล้เคียงกันแต่ต่างจากโปรตีนจากกากกุ้งป่นทั้งที่เป็นโปรตีนจากสัตว์เช่นเดียวกัน น่าจะเกิดจากในการผลิตกากกุ้งป่นจะบดกุ้งทั้งตัวทำให้มีส่วนของเปลือกซึ่งมีองค์ประกอบของไคตินลงไปด้วย ทำให้หอยเป๋าฮื้อสามารถย่อยได้น้อยกว่าโปรตีนจากปลาป่นและกากกุ้งป่น แต่ถึงกระนั้นหอยที่เป๋าฮื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารทุกสูตรก็มีคุณภาพเนื้อที่ไม่แตกต่างกันนัก (ตารางที่ 17)

ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 15 และ 16 แล้วพบว่าการที่ปลาป่นมีค่า specific growth สูงสุดแม้ว่าจะมีค่า protein digestibility ต่ำกว่าเคซีนเกือบเท่าตัว (สอดคล้องกับ Uki and Watanabe, 1992) น่าจะเกิดจากปลาป่นมีการดึงดูดหอยให้กินอาหารมากกว่าอาหารสูตรเคซีน (สอดคล้องกับ Uki et al, 1985a) จากผลการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าแหล่งโปรตีนที่เหมาะสมในการผลิตอาหารสำเร็จสำหรับหอยเป๋าฮื้อ *H. ovina* คือ ปลาป่น

ในการศึกษาระดับโปรตีนที่เหมาะสมในการผลิตอาหารสำเร็จสำหรับหอยเป๋าฮื้อ โดยเปรียบเทียบระดับโปรตีน 7 ระดับโดยใช้ปลาป่นเป็นแหล่งโปรตีน ใช้หอยที่มีขนาดตั้งแต่ 1.5 - 3.0 เซนติเมตร ซึ่งจากการทดสอบทางสถิติพบว่า หอยในทุกชุดการทดลองมีน้ำหนักเริ่มต้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.953) พิจารณาจากตารางที่ 18 พบว่าในเดือนที่ 1 หอยที่กินอาหารที่มีระดับโปรตีน 40% มีค่า specific growth สูงสุด รองลงมาคือระดับโปรตีน 25%, 30%, 20%, 15%, 10% และ 5% ตามลำดับ จากการทดสอบทางสถิติพบว่าหอยที่กินอาหารในแต่ละสูตรมีค่า specific growth ต่างกัน (p=9.52E-15) โดยอาหารสูตร 25%, 30% และ 40% มีค่า specific growth ไม่แตกต่างกัน (p=0.659) แต่ต่างจากอาหารสูตร 5%, 10% และ 15% ส่วนในเดือนที่ 2 ผลการศึกษาก็ยังคงเป็นเช่นเดียวกับในเดือนที่ 1 คืออาหารสูตร 25%, 30% และ 40% มีค่า specific growth ไม่แตกต่างกัน (p=0.236) แต่ต่างจากอาหารสูตร 5%, 10% และ 15% เมื่อพิจารณารวม 2 เดือนพบว่าหอยที่กินอาหารสูตร 25%, 30% และ 40% มีค่า specific growth ไม่แตกต่างกัน (p=0.236) แต่ต่างจากอาหารสูตร 5%, 10% และ 15% เมื่อพิจารณาทั้งแง่ของการเติบโตของหอยเป๋าฮื้อและแง่ของต้นทุนของวัตถุดิบอาหารแล้วจะเห็นว่าระดับโปรตีน 25 % เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการผลิตอาหารสำหรับหอยเป๋าฮื้อเพราะให้ค่าการเติบโตไม่แตกต่างจากระดับ 30% และ 40% และมีต้นทุนวัตถุดิบต่ำที่สุด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าระดับโปรตีนที่เหมาะสมในการผลิตอาหารสำเร็จสำหรับหอยเป๋าฮื้อ *H. ovina* คือระดับ 25 % เมื่อใช้ปลาป่นเป็นแหล่งโปรตีน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Uki and Watanabe (1992)

โดยปกติการเติบโตของหอยเป๋าฮื้อในสภาพโรงเลี้ยงมักจะแตกต่างจากการเติบโตในธรรมชาติ เนื่องจากมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ในธรรมชาติหอยเป๋าฮื้อ *H. ovina* มีค่า specific growth โดยเฉลี่ยประมาณ 0.075 ต่อเดือน (ข้อมูลยังไม่ได้ตีพิมพ์) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่า specific growth ของหอยชนิดนี้ในสภาพการทดลองที่ได้รับอาหารสำเร็จในสูตรต่าง ๆ พบว่ามีเพียงอาหารสำเร็จในสูตร ปลาป่นและปลาหมึกป่นที่ให้ค่า specific growth แตกต่างจากค่าในธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.000368) และเมื่อเปรียบเทียบค่า specific growth ของหอยที่กินอาหารสำเร็จที่ระดับโปรตีน 5%, 10%, 25%, 30% และ 40% กับค่าในธรรมชาติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=7.73E-21) โดยไม่พบความแตกต่างระหว่างค่า specific growth ของหอยที่กินอาหารสูตรโปรตีน 15% และ 20% กับค่าในธรรมชาติ (p=0.225) อธิบายได้ว่าอาหารในธรรมชาติของหอยเป๋าฮื้อ *H. ovina* น่าจะมีระดับโปรตีนอยู่ที่ประมาณ 15 - 20% ซึ่งตรงกับการศึกษาของ Uki (1981) จากเหตุผลดังกล่าวนี้ยิ่งเป็นการยืนยันว่าการที่หอยกินอาหารสูตรปลาป่นและปลาหมึกป่นแล้วมีอัตราการเติบโตสูงกว่าอัตราการเติบโตในธรรมชาติน่าจะเกิดจากอาหารสำเร็จมีระดับโปรตีนสูงกว่าคือ 30% และมีกลิ่นที่ดีจึงดึงดูดให้หอยเป๋าฮื้อกินอาหารในปริมาณมาก