บทที่ 5
อภิปรายและสรุปผล

อภิปรายผล

พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและลงเกาะในลูกหอยหวาน *Babylonia areolata* สามารถดูได้จากลูกหอยหวานที่อยู่ในระยะว่ายน้ำจะเริ่มจมลงไปกองที่พื้นและมีการบิดตัวไปมา และในช่วงระยะเวลาการลงเกาะของลูกหอย ลูกหอยหุบวีลัมที่ใช้ว่ายน้ำจากนั้นจะยืดเท้าออกมา และจะเริ่มคลานที่พื้นที่ลงเกาะ ช่วงในระยะนี้เป็นช่วงที่อันตรายในวงจรชีวิตของลูกหอยหวาน เพราะจะมีการตายถึง 80-95% ในกระบวนการลงเกาะนี้จึงมีการศึกษาการเหนี่ยวนำให้ลูกหอยลงเกาะโดยการใช้สารเคมีเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยง

ตัวอ่อนจำนวนมากของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังต้องผ่านระยะว่ายน้ำและระยะคืบคลาน ขณะที่ความสมบูรณ์ของตัวอ่อนเหล่านั้นจะดูได้จากการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ ซึ่งจะมีระยะการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแล้วจึงจะเข้าสู่ระยะลงเกาะ ช่วงของระยะเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเพื่อที่จะไปสู่ระยะลงเกาะจะแตกต่างกันไปตามสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในระยะว่ายน้ำของลูกหอยได้รวดเร็วขึ้น เมื่อมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและอีกสาเหตุหนึ่งที่เป็นสิ่งเหนี่ยวนำให้ตัวอ่อนของลูกหอยลงเกาะได้ คือ ทำเลและสถานที่ที่จะลงเกาะ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Bayne (1965) ว่ากระบวนการยืดระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในลูกหอยได้เกิดจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม อาหารของลูกหอยไม่เพียงพอ และสถานที่ที่ไม่เหมาะสมลูกหอยจึงไม่ลงเกาะ

การอนุบาลลูกหอยหวานแต่ละความหนาแน่น

การเพาะพันธุ์หอยหวาน หอยหวานที่ได้รับการผสมพันธุ์จะฟักฝักไข่และฝักไข่หอยหวาน 1 ฝักจะมีไข่ในฝักไข่ประมาณ 600-700 ฟอง และไข่ในวันแรกจะมีขนาดประมาณ 238.55 ไมครอน การฟักฝักไข่หอยหวานซึ่งฝักไข่ที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้วภายในฝักไข่จะพัฒนาเป็นลูกหอยระยะโทรโคฟอร์และเริ่มฟักออกเป็นลูกหอยระยะวีลิเจอร์ ภายในในวันที่ 4 และลูกหอยระยะวีลิเจอร์มีขนาดประมาณ 448.62 ไมครอน ซึ่งสอดคล้องกับ นิพนธ์ ศิริพันธ์ และจรัญ วงษ์วิวัฒนาวุฒิ (2543) ซึ่งได้สรุปว่า ลูกหอยระยะวีลิเจอร์ ที่ฟักออกจากฝักไข่มีขนาด 400-500 ไมครอน และขนาดของลูกหอยที่ลงเกาะวันแรกมีขนาดประมาณ 802.50 ไมครอน อัตราความหนาแน่นของปริมาณแพลงก์ตอนที่ให้เป็นอาหารของลูกหอยเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ลูกหอยพัฒนาการ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เปลี่ยนแปลงรูปร่างได้เร็ว คือแพลงก์ตอนต้องมีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของลูกหอยและแพลงก์ตอนต้องมีคุณภาพดี การอนุบาลลูกหอยหวานระยะวีลิเจอร์ที่ระดับความหนาแน่น 500, 1,000 และ 1,500 ตัว/ 3 ลิตร อัตราความหนาแน่นที่ 500 ตัว/ 3ลิตร เป็นอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมซึ่งสอดคล้องกับ นิพนธ์ ศิริพันธ์ และจรัญ วงษ์วิวัฒนาวุฒิ (2543) ได้ทดลองอนุบาลหอยหวานระยะ veliger ที่ระดับ 200 ตัว/ ลิตร มีความเหมาะสมมากที่สุดซึ่งที่ระดับ 500 ตัว/ 3ลิตร มีร้อยละการลงเกาะและการรอดตายสูงสุด แต่ความยาวเปลือกสูงสุดที่ 1,500 ตัว/ 3 ลิตร

การทดสอบการกระตุ้นการลงเกาะด้วย โปรแทสเซียมคลอไรด์ (KCl)

การเหนี่ยวนำการลงเกาะและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างโดยการใช้ โปรแตสเซียมคลอไรด์ (KCl) มีผลกับลูกหอยหวาน *Babylonia areolata* โดยที่ระดับความเข้มข้นที่ 10 มิลลิโมล ลูกหอยจะลงเกาะแต่ที่ 20 มิลลิโมล ขึ้นไปเป็นพิษทำให้ลูกหอยตาย ในการใช้โปรแทสเซียมคลอไรด์ ที่ปริมาณความเข้มข้นสูง ๆ จะทำให้ลูกหอยมีอัตราการตายสูงและมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเพื่อที่ลงเกาะในความเข้มข้นต่ำ ๆ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Bryan and Qian (1998) มีรายงานการใช้โปรแทสเซียมคลอไรด์ ที่ปริมาณความเข้มข้นสูง ๆ จะทำให้ลูกหอยมีการตายใช้กับลูกหอยเป้าฮื้อ *H. diversicolor* โดยแช่ที่ความเข้มข้น 30 มิลลิโมล กับ 40 มิลลิโมล และโปรแทสเซียมคลอไรด์จะเหนี่ยวนำให้ลงเกาะที่ความเข้มข้น 10 และ 20 มิลลิโมล ซึ่งเหมือนกับการรายงานของ Kang et al. (2004) ได้รายงานการเหนี่ยวนำการลงเกาะโดยใช้โปรแทสเซียมคลอไรด์ในหอยเป้าฮื้อ *H. discus hannai* ที่ความเข้มข้น 14-19 มิลลิโมล จะมีการลงเกาะที่ดีและเริ่มเป็นพิษที่ 24 มิลลิโมล แต่แตกต่างกับ Gallardo and Sanchez (2001) ได้ทดลองการเหนี่ยวนำการลงเกาะของหอยสังข์ *Chorus giganteus* โดยใช้โปรแทสเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 20-30 มิลลิโมล ทำให้ลูกหอยลงเกาะและเป็นพิษที่ 40-50 มิลลิโมลซึ่งจะเห็นได้ว่าหอยแต่ละชนิดทนความเข้มข้นได้แตกต่างกันและความเข้มข้นที่ลงเกาะก็แตกต่างกัน Barlow (1990) ได้กล่าวว่าในปริมาณความเข้มข้นของโปรแทสเซียมคลอไรด์ ที่ปริมาณความเข้มข้นสูง ๆ จะทำให้ลูกหอยมีการตายโดยทดลองใช้กับลูกหอยเป้าฮื้อ *H. rufescens* และจะเหนี่ยวนำให้เกิดการลงเกาะที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ ซึ่งได้เหมือนกับการรายงานของ Li et al. (2006) ได้กล่าวว่าในการศึกษาการลงเกาะและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของลูกหอยเป้าฮื้อ *H. diversicolor supertexta* ในการใช้สารเคมีโปรแทสเซียมคลอไรด์เหนี่ยวนำการลงเกาะ โดยลูกหอยจะลงเกาะและเปลี่ยนแปลงได้ดีในความเข้มข้นที่เหมาะสมและระยะเวลาที่แช่ลูกหอยที่เหมาะสมด้วย ซึ่งได้สอดคล้องกับการทดลองการกระตุ้นด้วยสารเคมีที่จะเป็นพิษในปริมาณความเข้มข้นสูง ๆ และลงเกาะที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Kawahara et al. (1995) ได้รายงานการเหนี่ยวนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในตัวอ่อนของ *S. intermedius* โดยใช้ potassium chloride และ potassium chloride นี้เป็นตัวการสนับสนุนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างซึ่งใช้ได้กับสัตว์ทะเลที่ไม่มีกระดูกสันหลังอีกด้วย การเปลี่ยนแปลงรูปร่างและการลงเกาะของตัวอ่อนหอยเป๋าฮื้อ *H. rufescens* ทำการเหนี่ยวนำโดยการเพิ่มความเข้มข้นของ K^+ (Yool et al., 1986) การเปลี่ยนแปลงรูปร่างและการลงเกาะจะขึ้นอยู่กับ K^+ และลักษณะจำเพาะของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดอีกด้วย เพราะฉะนั้นการเพิ่มปริมาณของ K^+ จะทำให้ไปกระตุ้นเยื่อหุ้มเซลล์ของลูกหอยและจะทำให้เกิด depolarization ที่เยื่อหุ้มเซลล์ของลูกหอย (Baloun & Morse, 1984; Morse, 1985)

การทดสอบการกระตุ้นการลงเกาะด้วย GABA และ H_2O_2

GABA (gamma-aminobutyric acid) เป็น กรดอะมิโน ซึ่งได้มาจากกระบวนการดีคาร์บอคซิเลชัน และจะเกิด กรดกลูตามิก ซึ่งกรดแกมมาอะมิโนบิวทีริก นี้เป็นสารสื่อประสาท ในการทดลองใช้ GABA ที่ 6 ชั่วโมง ลูกหอยไม่มีการลงเกาะ แต่ที่ 12 ชั่วโมง ในส่วนของถังที่ไม่ใส่สารเคมียังไม่มีลูกหอยหวานลงเกาะ แต่มีการลงเกาะของลูกหอยเกิดขึ้น 2 ระดับความเข้มข้น คือ 0.01 และ 0.001 มิลลิโมล และที่ 0.001 มิลลิโมล มีลูกหอยลงเกาะมากสุดซึ่งสอดคล้องกับ Bryan and Qian (1998) ที่รายงานการใช้ GABA กับลูกหอยเป๋าฮื้อ *H. diversicolor* โดยเป็นพิษที่ความเข้มข้น 1 กับ 0.1 มิลลิโมล และจะลงเกาะได้ดีที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิโมล แต่แตกต่างกับ Sawatpeera et al. (2004) ศึกษาการลงเกาะโดยใช้ GABA กับลูกหอยเป๋าฮื้อ *H. asinina* โดยเป็นพิษที่ความเข้มข้น 1 มิลลิโมล และจะลงเกาะได้ดีที่ความเข้มข้น 0.001 มิลลิโมล และยังแตกต่างกับ Li et al. (2006) ได้กล่าวว่าในการศึกษาการลงเกาะและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของลูกหอยเป๋าฮื้อ *H. diversicolor supertexta* ในการใช้สารเคมี GABA เหนี่ยวนำการลงเกาะ โดยลูกหอยจะลงเกาะได้ดีที่ความเข้มข้น 0.001 มิลลิโมล ซึ่งการใช้สารเคมีจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ดีในความเข้มข้นที่เหมาะสมและระยะเวลาที่แช่ลูกหอยที่เหมาะสมด้วย Barlow (1990) ได้กล่าวว่าในปริมาณความเข้มข้นของ กรดแกมมาอะมิโนบิวทีริก ที่ปริมาณความเข้มข้นสูง ๆ จะทำให้ลูกหอยมีการตายโดยทดลองใช้กับลูกหอยเป๋าฮื้อ *H. rufescens* และจะเหนี่ยวนำให้เกิดการลงเกาะที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ ซึ่งได้สอดคล้องกับการทดลองการกระตุ้นด้วยสารเคมีที่จะเป็นพิษในปริมาณความเข้มข้นสูง ๆ และลงเกาะที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ

การเหนี่ยวนำให้ลูกหอยลงเกาะและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างโดยใช้กรดแกมมาอะมิโนบิวทีริก ซึ่งการใช้สารสื่อประสาทจะทำให้เกิด depolarization ที่ผนังเซลล์ซึ่งจะมีไหลของ คลอไรด์ หรือ อนุมูลต่าง ๆ (Baloun & Morse, 1984) ในการศึกษาของ Boettcher and Targett (1998)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ได้กล่าวว่าการเหนี่ยวนำการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในหอยสังข์กระโดดกับการกระตุ้นด้วย GABA, H_2O_2 และ KCl การตอบสนองของลูกหอยในการกระตุ้นจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารเคมีและช่วงระยะเวลาในการแช่ลูกหอย ในการตอบของลูกหอยกับสารเคมีต่าง ๆ ที่กล่าวมาเป็นบทบาทหน้าที่ของ second messenger pathways ในการทำให้ลูกหอยมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและลงเกาะ ชนิดของสารเคมีที่ใช้กระตุ้นในหอยสังข์กระโดดให้มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและกลไกการควบคุมได้รับรู้มาจากการรับรู้สารเคมีในสภาวะแวดล้อม (chemoreception) แต่สาร GABA และ H_2O_2 จะเหนี่ยวนำแบบธรรมชาติจะเกี่ยวกับ PLC (phospholipase C)/ DAG (diacyl glycerol)/ IP_3 และ AC (adenylate cyclase)/ cAMP ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ second messenger system ในการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของหอยสังข์กระโดด

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาการเลี้ยงลูกหอยหวานจากการทดลองความหนาแน่นของลูกหอยหวานใน 3 ระดับ คือ 500, 1,000 และ 1,500 ตัว/ 3 ลิตร จากการทดลองพบว่า อัตราการลงเกาะของลูกหอยหวานที่ระดับ 500 ตัว/ 3 ลิตร มีอัตราการลงเกาะและการรอดตายสูงที่สุด มีอัตราการลงเกาะสะสม (7 วัน) ร้อยละ 20.73 ± 0.90 และอัตราการรอดตายร้อยละ 39.64 ± 12.8 ส่วนของความยาวเปลือกที่ 1,500 ตัว/ 3 ลิตร มีความยาวเปลือกของลูกหอยหวาน 2.02 ± 0.14 มิลลิเมตรซึ่งมีความยาวมากที่สุด

การศึกษาการทดลองการกระตุ้นการลงเกาะด้วยโปรแทสเซียมคลอไรด์ ใน 3 ระดับ คือ 12, 15 และ 18 มิลลิโมล ระยะเวลา 6 ชั่วโมง อัตราการลงเกาะที่ระดับ 15 มิลลิโมล จะมีอัตราการลงเกาะสูงที่สุด มีอัตราการลงเกาะเฉลี่ยร้อยละ 49.43 ± 2.52 ส่วนของอัตราการรอดตายที่ระดับ 18 มิลลิโมล จะมีอัตราการรอดตายสูงที่สุด มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยร้อยละ 96.85 ± 1.49 และส่วนของความยาวเปลือกที่ระดับ 12 มิลลิโมล มีความยาวเปลือกเฉลี่ยมากที่สุดซึ่งมีความยาวเปลือกเฉลี่ย 3.21 ± 0.20 มิลลิเมตร

การศึกษาการทดลองการกระตุ้นการลงเกาะโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ใน 3 ระดับ คือ 0.025, 0.050 และ 0.075 มิลลิโมล ระยะเวลา 5 ชั่วโมง อัตราการลงเกาะที่ระดับ 0.075 มิลลิโมล จะมีอัตราการลงเกาะสูงที่สุด ซึ่งมีอัตราการลงเกาะเฉลี่ยร้อยละ 4.47 ± 0.37 แต่การลงเกาะของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีอัตราการลงเกาะที่ต่ำมากจึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการผลิตลูกหอยหวานในเชิงพาณิชย์

การศึกษาการทดลองการกระตุ้นการลงเกาะของ GABA ที่ 4 ระดับความเข้มข้น คือ 1, 0.1, 0.01 และ 0.001 มิลลิโมล จากการทดลองภายใน 6 ชั่วโมง ไม่มีลูกหอยหวานลงเกาะ ส่วนที่ 9 ชั่วโมง ระดับ 1 มิลลิโมล ลูกหอยตายหมด และที่ 12 ชั่วโมง ถังที่ไม่ใส่สารเคมีไม่มีลูกหอย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ลงเกาะ แต่มีการลงเกาะของลูกหอยเกิดขึ้นที่ 2 ระดับ คือ 0.01 และ 0.001 มิลลิโมล ที่ระดับ 0.01 มิลลิโมล ลงเกาะร้อยละ 2.67 ± 0.42 และที่ระดับ 0.001 มิลลิโมล ลงเกาะร้อยละ 0.47 ± 0.23 และสุดท้ายที่ 24 ชั่วโมง ที่ระดับ 0.01 มิลลิโมล ลงเกาะร้อยละ 23.67 ± 0.70 และที่ระดับ 0.001 มิลลิโมล ลงเกาะร้อยละ 9.00 ± 0.42

ข้อเสนอแนะ

การทดลองความหนาแน่นและการทดลองการกระตุ้นการลงเกาะด้วยสารเคมีที่ได้ทำการทดลองไป ควรนำไปทดลองในระดับที่ใกล้เคียงกับสภาพการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์มากขึ้น โดยนำไปใช้กับโรงเพาะฟักขนาดใหญ่เพื่อใช้ในการผลิตลูกหอยหวานในเชิงพาณิชย์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University