I

คำนำ

(INTRODUCTION)

จากสถิติการประมงของประเทศไทยประจำปีต่าง ๆ จะเห็นได้ว่ากุ้งเป็นสินค้าที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งไม่แพ้สัตว์น้ำอื่น ๆ เช่น ในปี 2509 จับกุ้งได้ทั้งหมด 44,326 ตัน ส่งไปขายต่างประเทศ 6,984 ตัน มูลค่า 190 ล้านบาท และในปี 2510 จากผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำที่จับได้จากทะเลทั้งหมด 762,187 ตัน เป็นกุ้งเสีย 61,751 ตัน และส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ 8,828 ตัน มูลค่า 259 ล้านบาท (สถิติประมงของประเทศไทย, 2510) จึงไม่มีปัญหาเลยว่ากุ้งมีคุณค่าทางเศรษฐกิจต่อประเทศไทย จากรายงานของ Pietro และพวก (1967) ได้คำนวนประชากรของโลกที่จะสามารถอยู่บนพื้นโลกได้คือ บนพื้นดินมนุษย์จะอาศัยอยู่ได้ 750 ตารางเมตรต่อคน หรืออย่างสูง 350 ตารางเมตรต่อคน สำหรับในทะเลต้องใช้เนื้อที่ถึง 2,500 ตารางเมตรต่อคน และในปัจจุบันนี้ประชากรของโลกเพิ่มขึ้นมีอัตราเร็วกว่าอาหารที่ผลิตได้ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่มนุษย์จะต้องหาทางเพิ่มอาหารให้เพียงพอกับความต้องการของประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในอนาคตท้องทะเลจะมีความสำคัญยิ่ง แต่ก็เป็นที่ทราบกันแล้วว่าจะอาศัยธรรมชาติเพียงอย่างเดียวย่อมไม่เพียงพอ มนุษย์จึงพยายามค้นคว้าหาทางเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกันอย่างแพร่หลาย ทั้งในต่างประเทศและในประเทศไทย ในที่นี้จะกล่าวถึงการเพาะเลี้ยงและเรื่องราวที่เกี่ยวกับกุ้งเท่านั้น โดยเฉพาะกุ้งแชบ๊วยขาว (Penaeus merguiensis de Man) ซึ่งผู้เขียนได้ทำการทดลองเกี่ยวกับเรื่องอาหารของกุ้งชนิดนี้ดังจะได้กล่าวต่อไป

ก่อนจะถึงขั้นเพาะเลี้ยง มีความจำเป็นต้องศึกษาชีวประวัติของสัตว์ที่จะทำการเพาะเลี้ยงจนแน่ชัดเสียก่อน ปัญหาเรื่องอาหารที่จะใช้เลี้ยงสัตว์นั้นก็นับว่าสำคัญยิ่ง เพราะสัตว์ทุกชนิดไม่สามารถผลิตอาหารขึ้นได้เองต่างกับพืชและเป็นที่ทราบกันแล้วว่านับตั้งแต่ตัวอ่อนจนถึงโตเต็มวัย ความต้องการอาหารย่อมแตกต่างกันไปทั้งคุณภาพและปริมาณ ในกุ้งก็เช่นกันพบว่ากุ้งแต่ละชนิด (species) จะกินอาหารต่างกันออกไปดังจะได้กล่าวต่อไป

ตามจังหวัดชายทะเลของประเทศไทย เช่น ปัตตานี สมุทรสาคร สมุทรปราการ สมุทรสงคราม จันทบุรี ระยอง และชลบุรี เป็นต้น มีการทำนากุ้งกันมากพอสมควร โดยการสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำพร้อมทั้งลูกกุ้งขนาดเล็กที่เข้ามากับน้ำไว้จนมีขนาด

ใหญ่พอที่จะนำออกมาขายได้ คือขนาดประมาณความยาวลำตัว 10 เซ็นติเมตรขึ้นไปโดยใช้เวลาประมาณ 3 – 4 เดือน จึงปล่อยน้ำจับกุ้งออกขาย วิธีดังกล่าวนี้ยังไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร เพราะศัตรูต่าง ๆ ของกุ้งที่เข้ามาพร้อมกัน และอุปสรรคด้านต่าง ๆ อีกมากมาย เช่น สภาพการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์และเคมีของน้ำที่ทำให้กุ้งตายหรือเติบโตช้าเกินไป ดังนั้นการจะเพิ่มผลผลิตอาจจะทำได้โดยการศึกษาสภาพการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวแล้วควบคุมให้เหมาะสมซึ่งก็ต้องอาศัยการศึกษาของนักชีววิทยาต่อไป และการกำจัดป้องกันศัตรูต่าง ๆ ที่ทำอันตรายต่อกุ้ง ประการสุดท้ายคือการเพิ่มอาหารนอกเหนือจากอาหารตามธรรมชาติช่วยให้กุ้งมีอาหารเพียงพอและเร่งการเจริญเติบโตของกุ้ง ซึ่งผู้เขียนได้ทำการศึกษาอาหารตามธรรมชาติของกุ้งแชบ๊วยขาว และได้ทดลองเพิ่มอาหารที่หาได้ง่ายและราคาไม่แพงเกินไปช่วยเร่งการเจริญเติบโตของกุ้ง ดังผลการทดลองที่จะได้กล่าวต่อไป

ในบรรดากุ้งที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจทั้งหมด 172 ชนิด (Holthuis & Rosa, 1965) กุ้งในสกุล Penaeus นับว่าเป็นกุ้งที่มีความสำคัญมาก กุ้งในสกุลนี้มีหลายชนิดกระจัดกระจายอยู่ทั่วไปตามประเทศต่าง ๆ ซึ่งกุ้งแต่ละชนิดจะมีจำนวนมากน้อยในแต่ละท้องที่ต่างกันไป ทั้งนี้เพราะสภาพของน้ำทะเล คือ อุณหภูมิ ความเค็ม เกลือแร่ และอาหารต่างกันออกไป โดยเฉพาะความเค็ม Gunter และพวก (1964) ได้รายงานไว้ว่าความเค็มเป็น limiting factor ที่สำคัญ ดังนั้นจึงพบกุ้งชนิดต่าง ๆ ในแต่ละท้องที่มากน้อยต่างกันไป ดังเช่นในประเทศไทยมีกุ้งแชบ๊วยขาว (Penaeus merguiensis de Man) มากกว่ากุ้งชนิดอื่น ๆ และจะมีอยู่ทางด้านตะวันออกของอ่าวไทยมากกว่าทางด้านตะวันตก

ประเทศต่าง ๆ ที่ศึกษาค้นคว้าชีวประวัติของกุ้งเพื่อนำไปสู่การเพาะเลี้ยงนั้นมีอยู่ด้วยกันหลายประเทศ ซึ่งประเทศเหล่านั้นแน่นอนที่สุดจะต้องอยู่ติดกับทะเล ประเทศที่มีผลงานการศึกษาค้นคว้าประสพความสำเร็จมาแล้วได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา ศึกษากันอยู่บริเวณ เทกซัส คาลิฟอร์เนีย ฟลอริดา ประเทศญี่ปุ่น ออสเตรเลีย ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย อินเดีย ปากีสถาน และพม่า เป็นต้น ดังได้กล่าวแล้วว่ากุ้งแต่ละชนิดจะมีมากน้อยในที่ต่าง ๆ ผิดกันไป ประเทศใดมีกุ้งชนิดใดมากก็ทำการศึกษาชีวประวัติของกุ้งชนิดนั้น

ดังเช่นในสหรัฐอเมริกาศึกษากุ้งพวก Penaeus setiferus (white shrimp) Penaeus aztecus (brown shrimp) Penaeus duorarum (pink shrimp) Penaeus fluiatilis (white shrimp) กันมากก็เนื่องมาจากมีกุ้งดังกล่าวมาก ในประเทศญี่ปุ่นศึกษากุ้ง Penaeus japonicus กันมากก็ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกัน สำหรับในประเทศไทยแล้วถึงแม้ว่าจะมีการทำนากุ้งมานานกว่า 40 ปี แล้วก็ตาม (วารี กุล, 2505) แต่การศึกษาค้นคว้ากันอย่างจริงจังเพิ่งจะริเริ่มกันเพียงไม่กี่ปีที่ผ่านมานี้เอง โดยหน่วยงานของกรมประมง กระทรวงเกษตร และที่แผนก-วิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย ซึ่งมุ่งศึกษากับกุ้ง-แชบ๊วยขาว (Penaeus merguieusis de Man) เป็นส่วนใหญ่

จากวงจรชีวิตของกุ้งในสกุล Penaeus ดังรูปที่ 1 ซึ่งแบ่งการเจริญเติบโตของกุ้งออกเป็น 5 ระยะ คือ

1. Eggs ไข่อยู่ในทะเลซึ่งจะฟักออกเป็นตัวลอยอยู่ในทะเลในสภาพของแพลงตอน (Plankton)

2. Larvae ฟักออกจากไข่แล้วลอยไปตามกระแสน้ำเข้าสู่ชายฝั่งที่เป็นน้ำกร่อยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ

2.1 Nauplius larvae

2.2 Protozoea larvae

2.3 Mysis stage

3. Post larvae พบส่วนใหญ่อยู่ตามชายฝั่งที่เป็นน้ำกร่อย

4. Juveniles กุ้งเริ่มเจริญเติบโตเต็มที่อยู่ตามชายฝั่งและในนากุ้ง

5. Adults เป็นกุ้งที่เติบโตเต็มที่แล้วเริ่มออกสู่ทะเลลึกเพื่อผสมพันธุ์และวางไข่ในทะเลลึกต่อไป

จากระยะ post larvae จนถึง juvenile กุ้งจะใช้ชีวิตอยู่ตามชายฝั่งและเมื่อโตเต็มที่แล้วกุ้งพวกนี้จำเป็นต้องออกสู่ทะเลลึก ซึ่งก็ยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่นอน ว่าทำไมกุ้งจึงต้องออกสู่ทะเลลึก ถ้าจะกักขังกุ้งเมื่อโตเต็มที่แล้วในนากุ้งจะไม่ได้รับผลสำเร็จกุ้งจะตายหรือหายจากนากุ้งและไม่มีโอกาสที่จะพบกุ้งขนาดใหญ่ได้เลยในนากุ้ง เท่าที่ตรวจพบปรากฏว่ากุ้งขนาดใหญ่ที่สุดที่พบในนากุ้งมีขนาดยาวประมาณ 17 เซ็นติเมตรเท่านั้น (เฉพาะกุ้งแชบวยขาว (Penaeus merguiensis de Man) และพบเพียงจำนวนเล็กน้อยเท่านั้น สาเหตุที่กุ้งจำเป็นต้องออกไปวางไข่ในทะเลลึกยังไม่ทราบแน่นอนอาจจะเป็นเพราะอุณหภูมิ ความเค็ม อาหาร ความกด ฯลฯ และที่อาจจะเป็นไปได้อีกประการหนึ่ง ก็คือการขาดแร่ธาตุที่สำคัญบางอย่างในการลอกคราบหรือสรีรวิทยาของกุ้งเอง ทั้งนี้เพราะในระหว่างการทดลองเลี้ยงกุ้งในห้องปฏิบัติการด้วยอาหารบางชนิด เช่น เนื้อหอยแมลงภู่ พบว่าถ้าเลี้ยงกุ้งในที่น้ำทะเลไม่ถายเท เมื่อกุ้งลอกคราบครั้งที่สองแล้วกุ้งจะตายในวันลอกคราบหรือในวันรุ่งขึ้นเกือบ 100 % และพบว่าเมื่อเลี้ยงกุ้งในห้องทดลองที่มีขนาดประมาณ 12 เซ็นติเมตร/ อัตราการเจริญเติบโตจะน้อยมากหรือไม่เพิ่มขนาดความยาวลำตัวอีกเลย ขึ้นไป

เรื่องที่เกี่ยวกับกุ้งที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจเท่าที่รวบรวมได้จากเอกสารต่างๆ ในปัจจุบันนับว่ามีมากพอสมควร ซึ่งผู้เขียนจะยกเอามาเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ และพอจะแยกออกเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

1. รูปร่างลักษณะ (Morphology)

มีผู้ศึกษารวบรวมไว้มาก เช่น Adcock (1906) เป็นผู้จำแนกชนิดกุ้งในครอบครัว Penaeidae Young (1959) ได้บรรยายรูปร่างส่วนประกอบของกุ้ง Penaeus setiferus ~~(Linnaeus, 1758)~~ ได้อย่างครบถ้วน Hundinaga (1935) และ Menon (1937) ได้ศึกษารูปร่างลักษณะของตัวอ่อนระยะหลัง(Post larvae) ของกุ้ง Penaeus indicus และ Penaeus japonicus

2. ชีวประวัติ (Life History)

มีผู้ศึกษาชีวประวัติของกุ้งในสกุลต่าง ๆ ไว้มากมายดังเช่น Anderson (1956) พบว่ากุ้ง Penaeus setiferus มีอายุอยู่ได้ประมาณ 1 ปี สำหรับกุ้งตัวนี้ได้มีผู้ศึกษาชีวประวัติได้อย่างละเอียด Kubo (1955) ศึกษากุ้งชนิดต่าง ๆ ในสกุล Penaeus 9 ชนิด พบว่ากุ้งดังกล่าวมีอายุอยู่ได้ประมาณ 1 ปี หรือกว่านั้น Panikkar และ Menon (1956) ศึกษาวงจรชีวิตของกุ้งในครอบครัว Penaeidae, Mohamed (1967) ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับชีววิทยาของกุ้ง Penaeus indicus และ Peneaus monodon Williams (1955) ทำการทดลองค้นคว้าอยู่ที่ North Carolina พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งต่าง ๆ ในระยะตัวอ่อนวัยหลัง (Post larvae) ได้ผลดังต่อไปนี้

Penaeus setiferus มีอัตราการเจริญเติบโต 36 มม.ต่อเดือน
Penaeus duorarum มีอัตราการเจริญเติบโต 52 มม.ต่อเดือน
Penaeus aztecus มีอัตราการเจริญเติบโต 46 มม.ต่อเดือน

Racek (1955) พบว่ากุ้ง Penaeus merguiensis de Man มีมากในรัฐควีนส์แลนด์ ออสเตรเลียตะวันตก ซึ่งเรียกกุ้งชนิดนี้ว่า "Banana prawn" และ Queneshi (1955) รายงานว่าพบกุ้งชนิดนี้มีมากทางปากีสถานเช่นเดียวกันโดยเรียกว่า "Jaino"

3. พฤติกรรม (Behavior)

3.1 Growth, Kubo (1955) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของกุ้งในสกุล Penaeus 9 ชนิด และกุ้งชนิดอื่น ๆ อีกหลายชนิดพบว่าอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งนั้นขึ้นอยู่กับอายุ เช่นเดียวกับที่ Lindner and Andersen (1956) พบว่าการเจริญเติบโตของกุ้งขึ้นกับอายุกล่าวคือ ถ้ากุ้งอายุน้อยอัตราการเจริญเติบโตจะสูงและอัตราการเจริญเติบโตจะลดลงเมื่ออายุมากขึ้น จากการทดลองของ Lindner & Andersen (1956) พบว่าเมื่อเริ่มเลี้ยงกุ้งด้วยขนาดเริ่มแรก 10 ซ.ม. อัตราการเจริญเติบโต 3 ซ.ม. ต่อเดือน และถ้าเลี้ยงกุ้งด้วยขนาดเริ่มแรก 17 ซ.ม. อัตราการเจริญเติบโตน้อยกว่า 1 ซ.ม.

ต่อเดือน เท่านั้น Kubo (1955) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งในระยะ juvenile ทั้งตัวผู้และตัวเมียเท่ากัน แต่ต่อจากนั้นอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งตัวเมียจะสูงกว่าของตัวผู้ George (1959) ศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของกุ้ง Metapenaeus monoceros ทั้งในนากุ้งและในห้องปฏิบัติการ จากรายงานของ Kubo (1955) ที่กล่าวถึงผลงานของ Wakano ว่าที่อุณหภูมิ 19.29 องศาเซ็นติเกรด กุ้ง Penaeus monodon จะมีอัตราการเพิ่มขนาดความยาว 1.43 ซ.ม. ต่อ 26 วัน โดยเลี้ยงด้วยอาหารรวม 3 ชนิด คือ เนื้อกุ้ง เนื้อหอยนางรม,และปลาตัวเล็ก ๆ วันละครั้ง Hall (1962) รายงานว่ากุ้ง Penaeus indicus ที่เลี้ยงในนากุ้งในประเทศมาเลเซียมีอัตราการเจริญเติบโต 0.102 มม.ต่อวัน สำหรับในประเทศไทย วิเศษสังข์ (1968) ได้ทำการทดลองเลี้ยงกุ้ง Penaeus merguiensis de Man ในกรงในนากุ้งด้วยเนื้อหอยแมลงภู่พบว่าอัตราการเจริญเติบโต 0.11 ซ.ม. ต่อ 7 วัน ซึ่งนับว่าน้อยมากทั้งนี้เนื่องมาจากเลี้ยงกุ้งจำนวนมากเกินไปในกรงอันจำกัด สำหรับในห้องปฏิบัติการ เมื่อใช้กุ้งทดลองเริ่มแรก 2.96 ถึง 3.36 ซ.ม. กุ้งจะมีอัตราการเจริญเติบโตดังนี้

กุ้งที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู่มีอัตราการเจริญเติบโต	0.21 ซ.ม.ต่อ 7 วัน
กุ้งที่เลี้ยงด้วยข้าวสุกมีอัตาการเจริญเติบโต	0.11 ซ.ม.ต่อ 7 วัน
กุ้งที่เลี้ยงด้วยมันหมูมีอัตราการเจริญเติบโต	0.08 ซ.ม.ต่อ 7 วัน
กุ้งที่เลี้ยงด้วยรำข้าว	0.11 ซ.ม.ต่อ 7 วัน
กุ้งที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายผสมหอยแมลงภู่ มีอัตราการเจริญเติบโต	0.22 ซ.ม.ต่อ 7 วัน

พบว่ากุ้งมักจะตายภายหลังการลอกคราบมาก จากรายงานของ วงศ์วิญญูตระการ (1969) ซึ่งทำการทดลองเลี้ยงกุ้ง Penaeus merguiensis de Man ในห้องปฏิบัติการพบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารรวม 5 ชนิด คือ เนื้อหอยลาย เนื้อหอยแครง เนื้อหอยแมลงภู่ และเนื้อปลาสีกุน มีอัตราการเจริญเติบโต 1.94 ซ.ม. ต่อ 60 วัน เมื่อใช้กุ้งขนาดเริ่มแรก 6.5 – 7.5 ซ.ม. และมีอัตราการเจริญเติบโต 1.15 ซ.ม. ต่อ 60 วัน เมื่อใช้กุ้งขนาดเริ่มแรก 9.7 – 13.3 ซ.ม. กุ้งที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแครงชนิด

เดียวมีอัตราการเจริญเติบโต 1.46 ซ.ม. ต่อ 60 วัน เมื่อใช้กุ้งขนาดเริ่มแรก 8.8 – 12.1 ซ.ม. นอกจากนี้ สรรพานิช, (1968) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการเจริญเติบโตของกุ้งแชบ๊วยขาว บริเวณนากุ้งที่ตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี โดยศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพบางประการ ซึ่งเกี่ยวกับเรื่องนี้ผู้เขียนเองในฐานะที่ร่วมอยู่ในคณะวิจัยกุ้งแชบ๊วยขาว ที่ได้รับทุนจากสภาวิจัยแห่งชาติปี 2512 ได้สังเกตและศึกษาไว้อย่างละเอียด พบว่าอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันไปโดยเฉพาะอัตราการตายอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงความเค็มเป็นสำคัญ

3.2 Migration, Panikkar และ Menon (1956) รายงานว่ากุ้ง Penaeus indicus จะเข้ามาสู่บริเวณน้ำกร่อยก่อนที่จะมีความยาว 10 มม. และขนาดสูงสุดที่พบในน้ำกร่อยคือ 120 มม. ซึ่งได้ผลตรงกับ Panikkar และ Aiyar (1939) ที่ได้ศึกษาไว้ Miura และ Yamaguchi (1955) ได้ทดลองเกี่ยวกับการฝังตัวของ Penaeus japonicus ซึ่งพบว่ากุ้งชนิดนี้จะฝังตัวในเวลากลางวัน Longhurst (1965) ศึกษากุ้ง Penaeus duorarum ทางแถบ Nigerian รายงานว่าพบกุ้งชนิดนี้มากในระยะลึก 15 – 25 ฟาธอม (1 ฟาธอม = 6 ฟุต) และรายงานผลของ Crosnier (1964) ที่พบว่ากุ้งชนิดนี้มากในอ่าว Biafra ซึ่งพื้นดินเป็นโคลนในระดับลึก 20 – 30 ฟาธอม เช่นเดียวกับ Rossignol และ Repelin (1962) พบกุ้งชนิดนี้มีมากในระยะลึก 20 – 25 ฟาธอม Lindner (1968) ได้รายงานผลการศึกษาของ Trent ที่ศึกษา White shrimp (Penaeus fluviatilis) ว่าได้พบกุ้งชนิดนี้ที่ผิวดินมากกว่าในระดับที่สูงขึ้นมา ในระหว่างการสำรวจถึงแม้ว่าจะจับกุ้งชนิดอื่นได้มากในระดับที่สูงขึ้นมาแต่จะไม่ค่อยพบ white shrimp เลย และจะพบกุ้งชนิดนี้มากในฤดูที่มีอุณหภูมิและความเค็มต่ำ Gunter และพวก (1964) รายงานว่ากุ้งชนิดต่าง ๆ จะมีจำนวนมากน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความเค็มของน้ำทะเล โดยได้อ้างว่าในทางตอนเหนือของสหรัฐอเมริกาน้ำทะเลมีความเค็มต่ำจะพบ white shrimp (Penaeus fluviatilis) มาก และที่ความเค็มสูงขึ้นจะพบ brown shrimp (Penaeus aztecus) มาก ยิ่งที่ความเค็มสูงมากขึ้นจะพบ pink shrimp

(Penaeus duorarum) มาก พวกpink shrimp สามารถอยู่ในน้ำทะเลที่เป็น hypersaline มีความเค็มถึง 65 % สำหรับพวก brown shrimp และ white shrimp จะอยู่ได้ในน้ำทะเลที่มีความเค็มต่ำกว่า 45 % จากการศึกษาที่ Alabama และที่ Texas พบว่าตัวอ่อนของกุ้งต่าง ๆ จะอยู่ได้ในที่มีความเค็มต่างกันดังนี้

white shrimp พบมากในทะเลที่มีความเค็ม 10 %

brown shrimp พบมากในทะเลที่มีความเค็ม 10 – 20 %

pink shrimp พบมากในทะเลที่มีความเค็ม 18 % หรือมากกว่าและรายงานไว้ด้วยว่าความเค็มเป็น limiting factor ทำนองเดียวกับรายงานของ Lindner (1968) ที่เสนอผลงานของ Zein-Eldin ที่ศึกษาเกี่ยวกับความเค็มกับกุ้งในระยะตัวอ่อนระยะหลัง (Post larva) พบว่า white shrimp และ brown shrimp ทนต่อความเค็มได้กว้าง Zein-Eldin เป็นผู้ที่อธิบายได้ว่าสาเหตุที่พบกุ้งในระดับความลึกต่าง ๆ กัน หรือพบในที่ต่าง ๆ กันมากน้อยกว่ากันก็เนื่องมาจากความเค็มของน้ำทะเลเป็นสำคัญ ผลการศึกษาผลของความเค็มโดยการวัด Osmoconcentration และ Chloride ในเลือดของกุ้งในระยะ juvenile และ adult พบว่า larva ของ brown shrimp และ pink shrimp สามารถปรับเลือดให้เข้ากับความเค็มที่ต่ำได้ดีกว่า white shrimp และพบว่า adult pink shrimpทนต่อความเค็มที่ต่ำได้น้อยกว่าพวก brown shrimp พวก white shrimp ชอบความเค็มที่ต่ำแต่พวก juvenile และ adult brown shrimp ไม่ชอบความเค็มที่ต่ำ และพบว่าถ้าอุณหภูมิต่ำกุ้งจะปรับตัวต่อผลของความเค็มได้ยาก พวก post larva ของ brown shrimp จะมีชีวิตรอดอยู่ได้น้อยที่อุณหภูมิสูง

3.3 Activity patterns พฤติกรรมที่สำคัญของกุ้งอีกประการหนึ่งคือการฝังตัว โดยมีผู้ศึกษาค้นคว้ากันมากมาย เช่น Fuss (1964) ได้ศึกษาการฝังตัวของกุ้ง pink shrimp (Penaeus duorarum) ที่ St. Andrew Bay; Florida โดยการสร้างกรงที่เปิดทางด้านผิวดิน แล้วเฝ้าดูกุ้งทดลองตลอด 24 ชั่วโมง พบว่ากุ้งจะฝังตัวในเวลาที่มีแสงสว่าง Wickham (1967) ได้ทำการทดลองกับกุ้งชนิดนี้ได้ผลเช่น

เดียวกัน Kubo (1955) ได้ศึกษา Activity ของกุ้ง Penaeus japonicus และกุ้งอื่น ๆ อีก พบว่ากุ้งจะมี activity ต่าง ๆ กันตามแสงสว่าง กล่าวคือถ้ามีแสงสว่างกุ้งจะฝังตัว และออกเคลื่อนไหวหากินเมื่อไม่มีแสงสว่าง

4. สรีรวิทยา (Physiology)

ในด้านสรีรวิทยาก็มีรายงานไว้มาก ในที่นี้จะกล่าวถึงเรื่องราวบางตอนที่เกี่ยวข้อง เช่น Dall (1965) พบว่า Metapenaeus sp. ในช่วง Intermolt ที่ Cuticle จะประกอบด้วยอนินทรีย์สาร 38.7 % โดยน้ำหนักและอนินทรีย์สารนี้จะเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) เสียถึง 98.5 % อีก 34.3 % เป็น chitin สำหรับพวกอนินทรีย์สาร เมื่อกุ้งลอกคราบจะไม่สามารถดูดกลับมาจากคราบเดิมได้ แต่กุ้งจะสร้างขึ้นมาใหม่จากการ reduce chitin protein ได้ 39 % Dall รายงานว่าการสร้าง chitin นั้นไม่ได้อยู่ที่ glycogen แต่อยู่กับปริมาณอาหารที่ได้รับ ซึ่งการสร้าง chitin นั้นเชื่อกันว่าเลือดเป็นตัวนำ acid mucopolysaccharide ไปที่ epidermis เพื่อชักนำให้เกิด Chitin ขึ้น ในด้าน Calcium metabolism Dall ได้อธิบายว่าเหงือกเป็น simple membrane ในการแลกเปลี่ยนแคลเซี่ยมกับภายนอก นอกจากที่เหงือกแล้วก็มี abdominal cuticle และที่ anus อีกด้วย สำหรับแหล่งที่กำจัดแคลเซี่ยม คือที่ midgut และที่ Antennal gland Dall พบว่าแคลเซี่ยมจะหมดไปจาก artificial seawater ที่มีแคล-เซี่ยมต่ำอย่างรวดเร็ว ถึงแม้ว่าจะเพิ่มแคลเซี่ยมลงไปในน้ำที่มีแคลเซี่ยมต่ำนั้น ก็จะไม่ไปเพิ่มปริมาณแคลเซี่ยมในร่างกายของกุ้งอีกเลย

เป็นที่ทราบกันแล้วว่าการลอกคราบนั้นมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของกุ้งและสัตว์ชนิดอื่น ๆ อีกในพวก Arthropod การลอกคราบนั้นไม่จำเป็นเฉพาะเพื่อการเพิ่มขนาดลำตัวให้ใหญ่โตขึ้น แต่อาจจะเป็นการลดขนาดลงก็ได้ ซึ่งขบวนการลอกคราบนั้นจำเป็นต้องมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมทุกอย่าง แร่ธาตุที่จำเป็นต่อการลอกคราบมากที่สุดได้แก่แคลเซี่ยม ซึ่ง Turner (1966) และ Carlisle/(1959) + Knowles ได้ศึกษาและอธิบายขบวนการลอกคราบไว้อย่างละเอียด ผู้ที่ทำการทดลองศึกษาเกี่ยวกับการลอกคราบ

ของกุ้งมี George (1959) ได้ศึกษาการลอกคราบของกุ้ง Metapenaeus monoceros Scudamore (1948) รายงานไว้ว่าสภาพแวดล้อมที่ควบคุมการลอกคราบของพวก Crustacea ที่สำคัญคือ แสงสว่างและอุณหภูมิ Stephen (1955) ได้ศึกษาการลอก-คราบของกุ้งน้ำจืด Cambarus sp. พบว่าถ้ากุ้งอยู่ในที่มืดตลอดเวลากุ้งจะไม่มีการลอกคราบ และในฤดูที่มีกลางวันยาวกว่ากลางคืนจะทำให้ระยะเวลาการลอกคราบสั้นลง ~~Templeman (1936)~~ Travis (1954) Robert (1957) รายงานไว้ว่าการลดอุณหภูมิจะเป็นเครื่องกีดกั้นการลอกคราบของกุ้ง และถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะช่วยเร่งการลอกคราบให้เร็วขึ้น Passano (1960) พบว่าถ้ากุ้งมีโปรตีนในร่างกายมาก เมื่อลอกคราบแคลเซี่ยมจะแข็งตัวได้น้อย ทำให้คราบใหม่ไม่แข็งตัวในที่สุดกุ้งจะตาย

5. การเพาะเลี้ยง (Rearing)

ในด้านการเพาะเลี้ยงได้มีผู้ทำการทดลองศึกษาจนได้รับความสำเร็จทั้งในประเทศไทยและในต่างประเทศ เช่น Ewald (1965) ได้ทดลองเลี้ยงกุ้ง pink shrimp (Penaeus duorarum) ในห้องปฏิบัติการจากระยะไข่จนถึงระยะตัวอ่อนวัยหลังได้สำเร็จอาหารที่ใช้เลี้ยงได้แก่ unicellular algae และพวก yeast โดยใช้อุณหภูมิ 26 องศาเซ็นติเกรด พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้งผิดกันไปในแต่ละตัวที่เจริญเร็วที่สุดจากไข่ถึงระยะตัวอ่อนวัยหลังใช้เวลา 15 วัน Prise (1967) ได้ทำการทดลองเลี้ยง spot shrimp จากไข่ของกุ้งตัวเมียที่จับได้จากทะเล นำมาฟักไว้ที่ 53 องศาฟาเรนไฮ พบว่าไข่จะฟักตัวออกภายใน 41 วัน และเลี้ยงตัวอ่อนนี้ได้ 83 วัน และรายงานต่อไปว่าตัวอ่อนในระยะแรก ๆ อยู่ได้ในที่อุณหภูมิต่ำ เมื่ออายุมากขึ้นจะอยู่ได้ในที่อุณหภูมิสูงขึ้น และพบว่าที่ 51 องศาฟาเรนไฮ กุ้งจะลอกคราบ 4 – 5 วันต่อครั้ง โดยมีอัตราการตายสูงในขณะกุ้งลอกคราบ Lindner (1968) ได้รายงานผลการศึกษาของ Temple ที่ศึกษาตัวอ่อนวัยหลังของ brown shrimp (Penaeus aztecus) ทางอาวเม็กซิโก โดยได้พยายามเพาะไดอะตอม เพื่อใช้เป็นอาหารของกุ้งตัวอ่อน ทำทั้งในห้องทดลองและในบ่อที่สร้างขึ้นเป็นพิเศษ จากรายงานของ Lindner (1968) ที่รายงานผลการทดลองของ Cook เกี่ยวกับวิธีการเพาะเลี้ยงไดอะตอม โดยใช้สารพวก

NO_3, PO_4, EDTA (Ethylene diaminetetra acetate) Fe, และพวก trace metal mixture ในประเทศญี่ปุ่น **Fujinaga** (1967) ได้รายงานเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงกุ้ง Penaeus japonicus ไว้เช่นเดียวกับที่อ่าวเบงกอล **Rajyalakshmi** (1961) ได้ศึกษากุ้งในสกุล Palaemon เพื่อนำไปสู่การเพาะเลี้ยงในอนาคต สำหรับในประเทศไทยที่ทำกันจนประสบความสำเร็จ ได้แก่การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม (Macrobrachium rosenbergi de Man) จากรายงานของพรหมานนท์และสหวัชรินทร์ (1969) ที่ทำการเพาะเลี้ยงกุ้งชนิดนี้ที่สถานีประมงทะเลสงขลา บริเวณทะเลสาบสงขลาโดยได้ทำการศึกษาชีวประวัติของกุ้งชนิดนี้ตลอดจนวิธีการไว้อย่างละเอียด จากผลการทดลองเลี้ยงกุ้งชนิดนี้ในอ่างซีเมนต์ ตั้งแต่ฟักออกจากไข่จนถึงระยะโตเต็มวัยได้สำเร็จในบ่อทดลอง และพบว่าอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งไม่เท่ากัน บางตัวโตเร็วบางตัวโตช้าทั้งที่ได้อาหารเท่ากัน ซึ่งสรุปได้ว่าอัตราการเจริญเติบโต 10 มม. ต่อเดือน ด้านอาหารพบว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงลูกกุ้งคือ ไข่ปลากะบอกสดเป็นอาหารที่เหมาะที่สุดในขณะนี้ และได้ให้ความคิดเห็นไว้ว่ากุ้งมักจะทำลายกันเอง ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากการขาดแร่ธาตุบางอย่าง เช่น แคลเซี่ยมที่จำเป็นต่อการสร้างคราบก็เป็นได้

6. อาหารของกุ้ง (Food Study)

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าปัญหาเรื่องอาหารนั้นสำคัญมากในการเพาะเลี้ยง แม้การดำรงชีวิตอยู่ของสิ่งที่มีชีวิตซึ่งสัตว์ต่าง ๆ มีความต้องการอาหารต่างกัน ในกุ้งได้มีผู้ทำการศึกษาชนิดของอาหารกันไว้พอสมควร เช่นเดียวกับผู้เขียนเองได้ทำการศึกษาอาหารธรรมชาติของกุ้ง Penaeus merguiensis de Man ไว้อย่างละเอียด ดังจะได้กล่าวต่อไป จากเอกสารต่าง ๆ เท่าที่หาได้มีรายงานพอสรุปได้ดังนี้ **Gopalakrishnan** (1952) ได้ทำการศึกษาอาหารของกุ้ง Penaeus indicus โดยวิธีการตรวจกระเพาะอาหาร (stomach content) พบว่ากุ้งชนิดนี้เป็น Omnivorus กินทั้งพืชและสัตว์ และกุ้งจะไม่มีการเลือกกินอาหารตามฤดูกาลหรือตามขนาดของอาหาร แต่ว่าจะขึ้นกับปริมาณอาหารที่มีอยู่และสามารถที่จะกินได้ เช่น พวก Ctenophore Medusae พวกเนื้อหอย เนื้อปลา ไดอะตอม สาหร่าย แต่ว่ากุ้งชนิดนี้ชอบกินอาหารเล็กมากกว่า Penaeus -

indicus และ Metapenaens dobsoni พบพวกไดอะตอมมากมีสัตว์เล็ก ๆ เป็นพวก mollusc และ worm จึงสรุปว่ากุ้งกินพวกสิ่งเน่าเปื่อย (detritus) ของสัตว์และพืชที่อยู่ที่ผิวดินบริเวณที่กุ้งอาศัยอยู่ Lindner (1968) ได้รายงานผลการศึกษาของ Moore ที่ทำการศึกษา brown shrimp ในปี 1966 – 1967 บริเวณนอกฝั่ง Galveston and Freeport, Texas โดยการลากอวนเวลากลางคืนในระยะลึก 12.7 – 63.6 เมตร พบว่ากุ้งกินพวกปลาหมึก crustaceans starfish (echinoderms) nematodsและชิ้นส่วนของปลา และพบว่ากุ้งตัวผู้และตัวเมียกินอาหารเหมือนกัน โดยการวัดปริมาณอาหารในกระเพาะเป็นเปอร์เซนต์ของความจุของกระเพาะอาหาร Kubo (1955) ได้อ้างผลงานของ Nakano (1931 – 33) ว่ากุ้งส่วนมากกินอาหารแต่ในเวลากลางคืน รายงานของ Tiews (1968) พบว่ากุ้ง Penaeus merguiensis de Man ชอบกินอาหารพวกแพลงตอนพวกพืช Kubo (1955) พบว่ากุ้ง Metapenaeus joyneri กินพวก Crustacea หอยสองฝา หอยฝาเดียว และพวก Polychaete Penaeus japonicus กินพวกเนื้อสัตว์ขนาดเล็กได้แก่พวกปลา หอย และ crustacea, Hall (1962) รายงานว่ากุ้งในสกุล Penaeus จะกินพวก crustacea ขนาดใหญ่ Polychaete หอย ปลา และพืชด้วย Renfro & Pearcy (1966) รายงานว่ากุ้ง Pasiphaea pacifica จะกินพวก arrow worm และกุ้ง Sergestes similis กินพวก copepods Tiewes (1968) พบว่ากุ้ง Penaeus semisulcatus Penaeus condiculatus และ Metapenaeus monoceros กินพวก Benthonic foraminiferans

คุณค่าทางอาหาร

อาหารแต่ละชนิดย่อมมีคุณค่าทางอาหารต่างกัน ถึงแม้ว่าอาหารเหล่านั้นจะมีคุณค่าทางอาหารเท่ากัน แต่สัตว์ที่กินเข้าไปก็นำไปใช้ประโยชน์ได้ไม่เท่ากัน (Gramp-ton, 1956)

โดยมากแล้วการแยกคุณค่าทางอาหารที่ปฏิบัติทั่วไปแบ่งออกเป็น 6 ส่วน ดังนี้

1. water
2. Ether extract
3. Crude fiber
4. Nitrogen free extract
5. Crude protein
6. Ash

Carbohydrate นั้นมีค่าเท่ากับ crude fiber รวมกับ Nitrogen free extract

ซึ่งจะได้กล่าวแต่ละหัวข้อดังนี้

1. Water สิ่งที่มีชีวิตทุกชนิดต้องประกอบไปด้วยน้ำซึ่งจะมากน้อยยอมแล้วแต่ชนิด สัตว์ทุกชนิดถ้ากินอาหารที่มีน้ำมากหรือกินน้ำเข้าไปมาก จะทำให้กินอาหารอื่นได้น้อยลง ทั้งนี้เพราะความจุของกระเพาะอาหารที่จำกัดนั้นเอง

2. Ether extract เป็นส่วนที่สามารถสกัดออกมาได้ด้วย ether ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ 8 ชนิด แต่ที่เป็นอาหารได้ (nutrient) มีอยู่ 4 อย่างคือ Glycerides of fatty acid, Free Fatty acid, Cholesteral, Lecithin อาหารทุกชนิดมีส่วนประกอบของ ether extract ต่างกัน และ Food value ของ ether extract ก็ไม่คงที่ ทั้งนี้พบว่า Fat เป็นตัวสำคัญที่ทำให้ต่างกันไป จากการศึกษาที่ Macdonald Colledge Nutrition Department พบว่าอาหารต่าง ๆ มี ether extract อยู่ประมาณ 2 – 20 % และสัตว์ที่กินเข้าไปจะย่อยได้ไม่เท่ากันจึงนำไปใช้เป็นประโยชน์ได้ไม่เท่ากัน

3. Crude fiber ได้แก่กาก (residue) ของอาหารที่ไม่ละลายภายหลังต้มด้วยกรดและด่างออนแล้ว ค่าของ Crude fiber จะแตกต่างกัน

ตามชนิดอาหาร สาเหตุที่สำคัญก็เนื่องมาจาก lignin ที่มีมากน้อยต่างกัน Crude fiber นี้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับ Carbohydrate

4. Nitrogen free extract เป็นคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ดีไม่มีกากและมีคุณค่าทางอาหารสูง คาร์โบไฮเดรตเป็นสารที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียว ประกอบไปด้วยคาร์บอน เป็นสำคัญและ ไฮโดรเจน ออกซิเจน จำนวนคาร์โบไฮเดรตมีอยู่ในอาหารชนิดต่าง ๆ แตกต่างกันไปและสัตว์ต่าง ๆ สามารถนำไปเป็นประโยชน์ได้ต่างกันด้วย คาร์โบไฮเดรตจากอาหารต่าง ๆ ประกอบด้วยน้ำตาล (sugar) ชนิดต่าง ๆ ที่มีคาร์บอนตั้งแต่ 2 ตัว ขึ้นไป

คาร์โบไฮเดรตเป็นบ่อเกิดแห่งพลังงานและความร้อนที่รองมาจากพวกไขมัน และถ้าในสัตว์มีคาร์โบไฮเดรตมากเกินไปอาจจะเปลี่ยนไปเป็นไขมันได้เป็นสาเหตุให้สัตว์อ้วน ถ้าสัตว์กินโปรตีนมากเกินไปมันอาจจะเปลี่ยนให้เป็นคาร์โบไฮเดรตได้ ความต้องการพลังงานและความร้อนของสัตว์ขึ้นอยู่กับการเคลื่อนไหวและออกกำลังกายของสัตว์เอง

5. Crude protein จำนวนโปรตีนที่ได้จากการวิเคราะห์ใช้แฟคเตอร์ 6.25 คูณจำนวนไนโตรเจนที่มีอยู่ในอาหารตามวิธีของ Kjeldahl (A.O.A.C., 1965) ด้วยเหตุที่ว่าโปรตีนประกอบด้วนไนโตรเจน 16 % แต่ก็มิใช่แต่เฉพาะแต่โปรตีนเท่านั้นที่ประกอบด้วยไนโตรเจน 16 % โดยปกติในอาหารต่าง ๆ มีไนโตรเจนประมาณ 13 – 18 % โปรตีนประกอบไปด้วยกรดอมิโน (amino acids) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะมีกรดอมิโนชนิดใดมากน้อยย่อมขึ้นกับชนิดของอาหาร และสัตว์จะนำไปใช้ได้ต่างกัน ประการสำคัญการเจริญเติบโตของสัตว์นั้นขึ้นอยู่กับชนิดของกรดอมิโนด้วย โปรตีนมีหน้าที่โดยตรงในการสร้างความเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอตลอดจนให้พลังงานด้วย

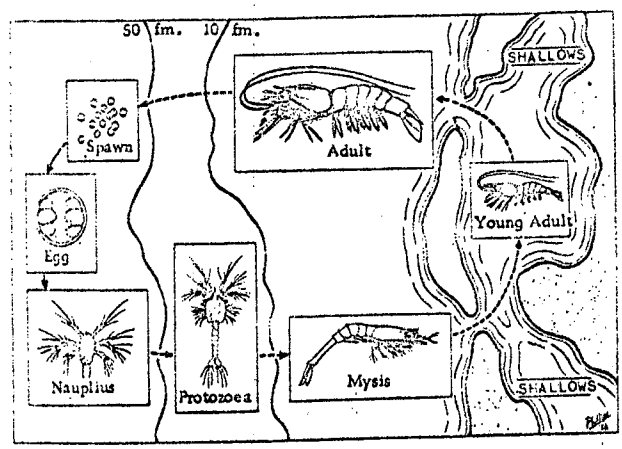
005753

6. Ash เป็นกากของอนินทรีย์สาร (inorganic residue) ที่เหลือจากการเผาที่ 500 องศาเซ็นติเกรด ซึ่งไม่มีประโยชน์ในแง่คุณค่าอาหารของกุ้ง แต่อาหารอาหารใดมี ash มาก แสดงว่ามีแร่ธาตุที่นอกเหนือไปจากแคลเซี่ยม คือจะมีเหล็ก

ทองแดง ฟอสฟอรัส และไอโอดีนอยู่มากด้วย

อาหารแต่ละชนิดให้พลังงานไม่เท่ากัน โดยอาหารพวกไขมันจะให้พลังงานสูงกว่าพวก คาร์โบไฮเดรต และโปรตีน สำหรับพวก คาร์โบไฮเดรตและไขมันจะถูกออกซิไดส์จนสมบูรณ์ แต่โปรตีนจะถูกออกซิไดส์ได้เป็นเพียงบางส่วน (Grampton, 1959)

สัตว์จะกินอาหารจนได้รับพลังงานเพียงพอต่อร่างกายเสมอไป โดยไม่คำนึงว่าอาหารที่กินเข้าไปนั้นจะมีคุณค่าทางโปรตีนและอื่น ๆ พอเหมาะกับความต้องการหรือไม่ การให้อาหารที่มีพลังงานสูงจะทำให้สัตว์อิ่มเร็ว หรือกินได้น้อยกว่าปกติ



รูปที่ 1

แสดงวงจรชีวิตของกุ้งในสกุล Penaeus

White shrimp (Penaeus setiferus)

(จาก Commercial Fisheries Review

Vol.50 No.1 : January, 1963)

วัตถุประสงค์

(OBJECTIVE)

วัตถุประสงค์ในการวิจัยเรื่อง "อาหารของกุ้งแชบ๊วยขาว (Penaeus merguiensis de Man)" ครั้งนี้ ได้กล่าวโดยละเอียดในตอนที่ II อุปกรณ์และวิธีดำเนินการทดลอง และในตอนที่ III ผลการทดลองซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาชนิดอาหารตามธรรมชาติของกุ้งแชบ๊วยขาวทั้งในนากุ้งและในทะเล

2. เพื่อดูอัตราการเจริญเติบโต ทั้งในด้านอัตราการเพิ่มขนาดความยาว น้ำหนักตัว ตลอดจนน้ำหนักและคุณค่าทางอาหารที่กุ้งกินเข้าไปเพื่อก่อให้เกิดการเจริญเติบโต เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารชนิดต่าง ๆ ที่หาได้ง่ายและราคาไม่แพงจนเกินไป เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มอาหารให้กับกุ้งในนากุ้งต่อไป

3. เพื่อศึกษาค้นคว้าอาหารที่หาได้ง่ายและราคาไม่แพงจนเกินไปที่จะใช้กุ้งทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อประโยชน์ในการศึกษาวิจัยเรื่องราวและชีวประวัติของกุ้งแชบ๊วยขาวต่อไปในอนาคต

4. เพื่อดูระยะเวลาการลอกคราบ อัตราการตาย ของกุ้งแชบ๊วยขาว เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารชนิดต่าง ๆ ทั้งในห้องปฏิบัติการและในนากุ้ง