หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมเลี้ยงกุ้งทะเลกันอย่างแพร่หลาย เพราะนอกจากนิยมใช้บริโภคภายในประเทศแล้ว กุ้งทะเลยังเป็นสินค้าออกที่สำคัญ ปัญหาสำคัญของการเลี้ยงกุ้งทะเล คือ การเลือกอาหารที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงกุ้งให้โตได้ขนาดที่ตลาดต้องการ เกษตรกรส่วนใหญ่ที่เลี้ยงกุ้งมักใช้ปลาเป็ดในการเลี้ยง ซึ่งจากการศึกษาเอกสารพบว่า กุ้งได้รับคุณค่าอาหารที่จำเป็นจากปลาเป็ดน้อย ทั้งนี้เพราะปลาเป็ดมีกรดอะมิโนที่จำเป็นไม่ครบถ้วนตามที่กุ้งต้องการ (Kungvankij et al. , 1976) อีกทั้งปลาเป็ดเป็นอาหารสดจึงเกิดการเน่าเสียง่าย (สุภาวดี, 2515) เป็นเหตุให้น้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งเน่าเสียได้ และอาจเป็นสาเหตุให้เกิดโรคแก่กุ้งได้ด้วย ดังนั้นจึงควรที่จะมีการเสริมอาหารชนิดอื่นที่มีกรดอะมิโนครบถ้วน

เมื่อศึกษาเปรียบเทียบจะพบว่า โปรตีนจากเนื้อปลาหมึกมีส่วนประกอบของกรดอะมิโนใกล้เคียงกับที่พบในกุ้งทะเลมาก และยังมีปริมาณกรดอะมิโนแต่ละตัวครบตามที่กุ้งต้องการอีกด้วย (Deshimaru and Shigueno , 1972) ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปลาหมึกป่นเป็นแหล่งโปรตีนเสริมในอาหารอัดเม็ด ซึ่งจะเป็นอาหารสำเร็จรูปสำหรับทดแทนอาหารพวกปลาเป็ด และอาหารสำเร็จรูปชนิดอื่นที่สั่งเข้ามาจากต่างประเทศในราคาสูง การศึกษาครั้งนี้เลือกใช้กุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon* Fabricius) เป็นสัตว์ทดลอง

การใช้ประโยชน์จากปลาหมึกที่พบทั่วไปไม่ว่าจะเป็นการบริโภคสด แช่เย็น ทำเค็ม ทำแห้ง หรือปลาหมึกกระป๋อง จะต้องผ่านขั้นตอนการแยกส่วนที่ไม่ต้องการ อาทิ หนัง เศษเนื้อเยื่อและอวัยวะภายในออกเสียก่อน จากสถิติการประมงแห่งประเทศไทยปี 2520-2525 พบว่า เศษปลาหมึกเหล่านี้จะมีปริมาณร้อยละ 30-40 ของปลาหมึกสดทั้งตัว คือถ้ามีปริมาณปลาหมึกที่จับได้ 116,606 เมตริกตัน จะเป็นส่วนของเศษปลาหมึกมากกว่า 35,000 เมตริกตัน เศษปลาหมึกเหล่านี้ผู้ประกอบการจำหน่ายแก่ชาวบ้านกิโลกรัมละ 0.50 บาท โดยชาวบ้านนำไปเลี้ยงปลาดุก และปลาสวาย จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันยังไม่มีหน่วยงานรัฐบาลหรือเอกชน ทำการศึกษาวิจัยการใช้ประโยชน์จากเศษปลาหมึก ดังนั้นจึงน่าจะมีการทดลองศึกษากรรมวิธีการผลิตปลาหมึกป่น เพื่อใช้เป็นส่วนผสมใน

อาหารสัตว์น้ำอันเป็นการช่วยลดการนำเข้าอาหารสำเร็จรูปจากต่างประเทศ และยังเป็นการพัฒนาการศึกษาอาหารสัตว์น้ำสำเร็จรูปของไทยให้มีความก้าวหน้ายิ่งขึ้น

การตรวจสอบเอกสาร

กุ้งทะเลที่ใช้เป็นอาหารบริโภคมีอยู่มากมายหลายชนิด ซึ่งต่างก็อยู่ในความต้องการของตลาดทั้งภายในและภายนอกประเทศ สำหรับกุ้งทะเลชนิดที่มีความสำคัญในทางเศรษฐกิจ ได้แก่ กุ้งแชบ๊วย *(Penaeus merguiensis)* กุ้งกุลาลาย *(P. semisulcatus)* กุ้งกุลาดำ *(P. monodon)* และกุ้งตะกาดบางชนิด *(Metapenaeus spp.)*

การเพาะพันธุ์กุ้งทะเล

การเพิ่มผลผลิตกุ้งทะเลให้สูงขึ้นโดยอาศัยการจับจากทะเลเพียงอย่างเดียวย่อมเป็นการไม่เพียงพอ จำเป็นจะต้องพัฒนาด้านการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลขึ้น เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำดังกล่าว อีกทางหนึ่ง การทดลองเพาะพันธุ์กุ้งทะเลนั้นมีหลายประเทศได้ให้ความสนใจศึกษาวิจัยและประสบผลสำเร็จมาแล้วตัวอย่างเช่น งานทดลองของ Hudinaga (1940) ประเทศญี่ปุ่นประสบผลสำเร็จในการทดลองเพาะพันธุ์กุ้ง *Penaeus japonicus* และในปี ค.ศ. 1969 ประเทศไต้หวันได้ประสบผลสำเร็จในการเพาะพันธุ์กุ้งทะเล 6 ชนิด คือ *Penaeus japonicus* Bate, *P. monodon* Fabricius, *P. semisulcatus* de Haan, *P. teraoi* Kubo, *Metapenaeus monoceros* Fabricius และ *M. joyneri* Miers (Liao and Huang, 1972) Ewald (1965) และ Cook (1967) ทดลองเพาะพันธุ์กุ้ง *P. duorarum* Berkenroad Cook and Murphy (1966), Cook (1967), Anon (1970) ทดลองเพาะพันธุ์กุ้ง *P. aztecus* Ives Cook and Murphy (1960), Cook (1967) ทดลองเพาะพันธุ์กุ้ง *P. setiferus* Linn. Oka (1967) ทดลองเพาะพันธุ์กุ้ง *P. orientalis* Kishinouye และกุ้ง *P. latisuleatus* Kishinouye ทดลองเพาะพันธุ์กุ้งโดย Shokita (1970)

สำหรับในประเทศไทย งานทดลองเพาะพันธุ์กุ้งทะเลเริ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2511 โดยกรมประมง ได้ศึกษาเพาะพันธุ์กุ้งทะเลทั้งหมด 7 ชนิดด้วยกันคือ กุ้งแชบ๊วย *(P. merguiensis)*, กุ้งกุลาลาย *(P. semisulcatus)*, กุ้งกุลาดำ *(P. monodon)*, กุ้งตะกาดหางสีฟ้า *(Metapenaeus intermedius)*, กุ้งหัวแข็ง *(M. ensis)*, กุ้งตะกาด *(M. monoceros)*

และกุ้งหัวมัน *(M. brevicornis)* ความสำเร็จของงานทดลองเพาะพันธุ์กุ้งทะเลครั้งนี้ ส่งผลให้การเลี้ยงกุ้งทะเลของไทยขยายตัวเพิ่มขึ้น จากรายงานประจำปี 2518 ของกรมประมง พบว่ามีพื้นที่เลี้ยงกุ้งอยู่เพียง 80,422 ไร่ แต่ในรายงานประจำปี 2527 ของกรมประมง พื้นที่เลี้ยงกุ้งเพิ่มเป็น 200,000 ไร่ นอกจากนี้การศึกษาในเรื่องอาหารสมทบเพื่อให้ลูกกุ้งเจริญเติบโตได้รวดเร็ว และมีอัตราการรอดสูงก็ช่วยให้การเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลก้าวหน้ายิ่งขึ้น (Nakayama, 1971 รายงานของสถานีประมงทะเลสงขลา ปี 2514 เอกสารวิชาการของสถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา ปี 2528)

การเลี้ยงกุ้งทะเล

1. อุปนิสัยการกินอาหารของกุ้งตระกูล Penaeids

บรรจง (2515) ตรวจพบว่ากุ้งแชบ๊วยกินพวก Polychaeta, Crustacean และพืชต่าง ๆ คณิต (2516) ศึกษาชนิดและปริมาณอาหารที่พบภายในกระเพาะอาหารกุ้งทะเล พบว่า มีพวกหอยสองฝา ไดอะตอม Decapods, Euphausia และพวกเศษเม็ดทราย สุทธิชัย (2524) รายงานว่า กุ้งทะเลหลายชนิดจัดเป็นพวก omnivores เนื่องจากเขาพบว่า กุ้งทะเลกินอาหารไม่เลือกชนิด โดยได้ข้อมูลจากการสำรวจบริเวณชายฝั่งแถบอ่าวพังลา

ผลการศึกษาจากต่างประเทศเกี่ยวกับอุปนิสัยการกินอาหารของกุ้งตระกูล Penaeids ได้แก่ รายงานของ Copalakrishnan (1952) ซึ่งศึกษาภายในกระเพาะอาหารของกุ้ง *Penaeus indicus* พบว่ากินอาหารทั้งพืชและสัตว์ เช่นเดียวกับผลงานของ Panikkar (1952)

Eldred et al. (1961) ศึกษาอุปนิสัยการกินอาหารของกุ้ง *Penaeus duorarum* พบว่ากุ้งชนิดนี้ชอบหากินอาหารตามพื้นบริเวณชายฝั่ง Hall (1962) และ Caces-Borja (1968) รายงานว่ากุ้งกุลาดำกินพวก crustaceans, polychaetes, molluscs พืช ซากปลาที่ตายแล้วและตัวอ่อนแมลง

Dall (1968), Mohamed (1970), Caillouet et al. (1972) รายงานยืนยันเช่นเดียวกันคือ พบทั้งพืชและสัตว์ในกระเพาะอาหารของกุ้งทะเล

Das, Ghosh and Chakrabarti (1982) ศึกษาการกินอาหารของกุ้งในตระกูล Penaeids ซึ่งเลี้ยงอยู่ในบ่อน้ำกร่อย พบว่ามีทั้งพืชและสัตว์อยู่ภายในกระเพาะอาหารของกุ้ง ทั้งนี้รวมทั้งกุ้งในตระกูล Metapenaeids ด้วย อาหารหลักที่พบอยู่ภายในกระเพาะอาหารของกุ้งทั้งสองตระกูล ได้แก่ Bacillariophyceae หรือไดอะตอม Myxophyceae หรือสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว, crustaceans และชิ้นส่วนของพืชชนิดต่าง ๆ

2. อาหารที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งทะเล

จากผลการศึกษาเกี่ยวกับอุปนิสัยการกินอาหารของกุ้งตระกูล Penaeids พบว่ากุ้งในตระกูลนี้ส่วนใหญ่เป็นพวก omnivores และชอบกินอาหารพวกเนื้อสัตว์มากกว่าพืช ดังนั้นอาหารสมทบที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งทะเล จำเป็นต้องคำนึงถึงคุณค่าทางอาหารและราคา สุทธิชัย (2514) ทดลองใช้อาหารพวกเนื้อปลาและหอยรวม 5 ชนิด ในการเลี้ยงกุ้งแชบ๊วย ผลปรากฏว่ากุ้งชอบกินเนื้อหอยลายมากที่สุด อาหารสมทบที่ใช้มีส่วนผสมของปลาป่น และสาหร่าย *Enteromorpha spp.* ผลการเจริญเติบโตอยู่ในเกณฑ์ดี

สุภาวดี (2515) ทดลองใช้ปลาหมึกกล้วย หอยแครง และปลาเป็ด เป็นอาหารสำหรับเลี้ยงกุ้งแชบ๊วย ผลการศึกษาเปรียบเทียบพบว่า กุ้งที่เลี้ยงด้วยปลาหมึกกล้วยมีการเจริญเติบโตดีกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยหอยแครงกับปลาเป็ด และอัตราการตายของกุ้งที่เลี้ยงด้วยหอยแครงน้อยกว่าพวกที่เลี้ยงด้วยปลาหมึกกล้วยและปลาเป็ด

Liao and Huang (1972) ศึกษาอาหารเสริมของกุ้งกุลาดำ โดยมีส่วนประกอบเป็นถั่วเหลืองป่นอัดเม็ด ปลาเป็ด และหอยน้ำจืด ผลการทดลองปรากฏว่าได้ผลผลิต 860 กิโลกรัมต่อเอคแตร์

Kungvankij, Sirikul and Chotiyaputta (1976) ทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำด้วยปลาเป็ดเป็นอาหารหลัก โดยให้ในอัตรา 10% ของน้ำหนักกุ้งทั้งหมดพบว่า อัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 1.33 เซนติเมตรต่อสัปดาห์และอัตราการตายสูง (78.8%)

การเลี้ยงกุ้งทะเลในประเทศเริ่มมีการใช้อาหารสำเร็จรูปเพิ่มมากขึ้นเพราะอาหารสำเร็จรูปมีประโยชน์หลายประการด้วยกัน แต่ราคาของอาหารสำเร็จรูปค่อนข้างสูงเนื่องจาก

ต้นทุนการผลิตสูง ประการสำคัญที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิตลงได้ ก็คือเลือกใช้วัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนซึ่งมีราคาถูกผสมลงในสูตรอาหาร

นิพนธ์ (2521) รายงานว่า จากการเปรียบเทียบระหว่างอาหารผสมอัดเม็ดซึ่งมีระดับโปรตีนต่าง ๆ กัน กับอาหารตามธรรมชาติ โดยใช้กุ้งกุลาดำเป็นกุ้งทดลองซึ่งเลี้ยงภายในกระชังบริเวณนากุ้ง ผลคืออาหารผสมที่มีระดับโปรตีน 40% มีความเหมาะสมทั้งในแง่ของการเจริญเติบโต อัตราการรอด และราคามากกว่าอาหารผสมที่มีระดับโปรตีน 20%, 30% และ 50% (ส่วนผสมที่เป็นแหล่งโปรตีนได้แก่ ปลาป่น กุ้งป่น เศษปลาหมึก ถั่วเหลืองป่น กับมีสัดส่วนผสมต่าง)

สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา กรมประมง (2528) ได้ทดลองศึกษาผลของแหล่งโปรตีนจากวัตถุดิบ 3 ชนิดคือ ปลาป่น (fish meal), กากถั่วเหลือง (soy bean) และรำละเอียด (rice bran) ผลการศึกษาพบว่า อาหารที่มีความเหมาะสมในการทดลองครั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนของอาหารที่ใช้เลี้ยงลูกกุ้งกุลาดำประกอบกับอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกกุ้ง ได้แก่ อาหารสูตรที่มีปลาป่นและรำละเอียดเป็นส่วนผสมอยู่

Balazs, Ross และ Brooks (1970), Kanazawa et al. (1970) Deshimaru และ Shigueno (1972) , Sick และ Andrews (1973) รายงานว่าอาหารที่มีโปรตีนจากถั่วเหลือง (soy bean) สูง จะทำให้กุ้งเจริญเติบโตดี

Broom (1970) รายงานผลการทดลองเลี้ยงกุ้ง *Penaeus setiferus* และ *P. duorarum* โดยใช้ปลาป่น ปลาหมึก พืชและสาหร่าย เป็นอาหารเสริมพบว่า กุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดสูง

Deshimaru และ Shigueno (1972) รายงานว่าไม่ควรใช้ปลาป่นปริมาณมากในสูตรอาหารสำหรับกุ้ง เพราะในปลาป่นมีปริมาณของ Phenylalanine, Lysine, Histidine และ Argenine ต่ำ

Venkataramaiah, Lakshmi และ Gunter (1973) รายงานว่าถ้าใช้พวกพืช (vegetable matter) ผสมลงในอาหารใช้เลี้ยงกุ้ง *Penaeus aztecus* จะทำให้ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนเป็นเนื้อดีและอัตราการรอดสูง

Zein-Eldin and Corliss (1979) ทดลองเลี้ยงกุ้ง *P. aztecus* ด้วยอาหารที่มี Shrimp meal, ร้ำข้าว โปรตีนจากพืช วิตะมินและเกลือแร่เป็นส่วนประกอบในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน ผลปรากฏว่า อาหารสูตรที่มีระดับโปรตีน 50% ให้อัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด

Barbieri and Cuzon (1980) พยายามหาส่วนผสมอาหารที่ให้คุณค่าทางอาหารสูง แต่ราคาต่ำ ผลการทดลองกับกุ้ง *P. japonicus* พบว่าสูตรอาหารที่มีคุณสมบัติดังกล่าวมีส่วนผสมดังนี้คือ กุ้งป่น ปลาป่น CPSP 80, single cell protein, โปรตีนจากพืช (ระดับโปรตีน 56.2%) โดยราคาต่ำกว่าอาหารสูตรเดิม 30% และให้อัตราการเจริญเติบโตกับอัตราการรอดสูง

Clarke and Wickins (1980) ทดลองเลี้ยงกุ้ง *P. merguiensis* โดยศึกษาในแง่ของปริมาณไขมันในอาหารที่ใช้เลี้ยง พบว่าจำเป็นต้องมีไขมันที่ได้จากสัตว์เป็นส่วนผสมในอาหารกุ้งด้วย

Cho, Cowey และ Watanabe (1983) วิเคราะห์พบว่า ปลาป่นจะมีองค์ประกอบของ Lysine, Methionine และ Cystine สูงกว่าในกากถั่วเหลือง และร้ำละเอียดซึ่งเป็นสำเหตุหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ

Sultan, Siddhajraju and Menon (1982) ทำการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการนำเอา frog flesh waste จากโรงงานมาผสมในอาหารกุ้ง ผลการทดลองกับกุ้ง *P. indicus* ได้ค่าการเปลี่ยนเป็นเนื้อเท่ากับ 3.01-4.96 และกุ้ง *P. monodon* ได้ค่าการเปลี่ยนเป็นเนื้อเท่ากับ 5.87-8.21

อาหารเสริมพวกปลาหมึกป่น (squid meal) จัดว่าเป็นอาหารที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งทะเลตระกูล Penaeids ทั้งนี้ผู้ศึกษายืนยันหลายท่านด้วยกัน อาทิ Subrahmanyam and Oppenheimer (1969), Hudinaga (1969), Kitabayashi et al. (1971), Deshimaru and Shigueno (1972) และ Kittaka (1975)

Kawada et al. (1955) ได้ศึกษาหาองค์ประกอบของกรดอะมิโนในส่วนเครื่องในของปลาหมึก และปลารวม 4 ชนิด พบว่าในเครื่องในปลาหมึกมีกรดอะมิโนที่สำคัญ ๆ อยู่ถึง 16 ชนิด รวมทั้งวิตะมินบี ชนิดกรดอะมิโนที่พบนี้ใกล้เคียงกับที่พบในเนื้อปลาหมึกและเนื้อปลาปริมาณวิตะมินบีในส่วนเครื่องในปลาหมึกมีค่าสูง โดยเฉพาะวิตะมินบี-2 และบี-12

งานวิจัยของ Takahashi (1956) สนับสนุนผลการศึกษาของ Kawada et al.(1955) พบว่าปริมาณ crude protein ในส่วนเครื่องในปลาหมึกมีปริมาณพอ ๆ กับในส่วนเนื้อปลาหมึก แต่เนื่องจากราคาวัตถุดิบที่เป็นส่วนเครื่องในมีราคาถูกมาก จึงเหมาะสมที่จะนำมาเป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์น้ำ

Sudo et al. (1971) ทดลองผสมน้ำมันตับปลาหมึกปริมาณ 4.4% ของน้ำหนักอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้ง *P. japonicus* ปรากฏว่ากุ้งเจริญเติบโตดี

Fenucci and Zein-Eldin (1979) ทดลองใช้อาหารกุ้งที่มี α-soy กับปลาหมึกป่นเป็นส่วนประกอบ (เนื่องจากมีราคาถูก) ผลปรากฏว่า กุ้ง *P. aztecus* เจริญเติบโตดีและอัตราการรอดสูง เมื่อใช้อาหารที่มีปลาหมึกป่นปนอยู่ 15% ถ้าปริมาณปลาหมึกป่นมากกว่านี้อัตราการเจริญกลับลดลง

ในแง่ความเหมาะสมของระดับโปรตีนในอาหารกุ้ง มีผู้ทำการศึกษาอยู่หลายท่านด้วยกัน อาทิ

Aquacop (1979) ศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของกุ้ง *P. japonicus* โดยใช้อาหาร 3 ชนิด ซึ่งมีปริมาณโปรตีนและกรดไขมันในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน พบว่าอาหารชนิดที่มีปริมาณโปรตีน 60% ให้การเจริญเติบโตดีและอัตราการรอดสูงถึง 90%

Bages and Sloane (1981) พบว่าที่ระดับโปรตีน 34.3% เหมาะสำหรับอาหารกุ้งที่ใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำระยะ postlarva โดยที่เขายังพบว่าคาร์โบไฮเดรทเป็นตัวที่ทำให้ระบบเมตาบอลิซึมเกี่ยวกับการนำโปรตีนไปใช้ประโยชน์แก่ร่างกายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Lin et al. (1981) รายงานเช่นเดียวกับ Bages and Sloane (1981) คือ *P. monodon* เจริญเติบโตดี ถ้าเลี้ยงด้วยอาหารกุ้งที่มีระดับโปรตีน 35%

ส่วน Ali (1982) ทดลองเลี้ยงกุ้ง *P. indicus* พบว่าระดับโปรตีน 20% ให้ผลการเจริญเติบโตดีที่สุด รวมทั้งค่าการเปลี่ยนเป็นเนื้อซึ่งผลขัดแย้งกับ Sambasivam, Subramanian and Krishnakutty (1982) ที่พบว่าอาหารผสมที่มีระดับโปรตีน 50-60% ทำให้กุ้ง *P. indicus* เจริญเติบโตดี อัตราการเปลี่ยนเป็นเนื้อดีและอัตราการรอดสูง

Lee, Smith และ Lawrence (1984) รายงานว่าระดับโปรตีนในอาหารมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการทำงานของน้ำย่อย (enzymes)ในกุ้งทุกขนาด ส่วนแหล่งของโปรตีนมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการทำงานของน้ำย่อยในกุ้งขนาดเล็กเท่านั้น

ปัจจัยอื่น ๆ ที่สำคัญในการใช้อาหารผสมอัดเม็ดเพื่อเลี้ยงกุ้งคือ ขนาดของอาหาร รูปร่างของอาหาร อัตราการจมของอาหาร ความละเอียดหรือหยาบของส่วนประกอบของอาหาร และความสามารถในการคงรูปของอาหารในน้ำ (Meyers and Zein-Eldin, 1972)

Sick et al. (1972) แนะนำว่าอาหารผสมอัดเม็ดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.3 เซนติเมตร ยาว 1.5 เซนติเมตร มีความเหมาะสมสำหรับการจับกินของกุ้งตระกูล Penaeids

ปริมาณอาหารที่ให้แก่กุ้งโดยทั่วไปจะให้ในปริมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัว ทั้งนี้มีรายงานยืนยันจากผู้ศึกษาหลายท่าน อาทิ Broom (1970), Hysmith et al, (1972), Kungvankij, Sirikul and Chotiyaputta (1976) และ Rajyalakshmi (1982)

3. อิทธิพลของสภาวะแวดล้อมที่มีต่อการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล

ความหนาแน่นของกุ้งต่อหน่วยพื้นที่ของบ่อเลี้ยง เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งซึ่งมีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการตายของกุ้ง จากการศึกษาของ Subrahmanyam and Oppenheimer (1970) แนะนำว่า ความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งเท่ากับ 40-80 กรัมต่อตารางเมตร ส่วน Deshimaru and Shigueno (1972) ทดลองเลี้ยงกุ้ง *P. japonicus* โดยมีความหนาแน่นสูงถึง 500 กรัมต่อตารางเมตร Sick et al. (1972) ศึกษาเปรียบเทียบความหนาแน่นของกุ้งต่อหน่วยพื้นที่ โดยใช้ความหนาแน่น 40, 60, 80 กรัมต่อตารางเมตร ผลคือที่ระดับความหนาแน่นของกุ้ง 40 กรัมต่อตารางเมตรจะให้อัตราการเจริญเติบโตดีที่สุดและอัตราการตายน้อยที่สุด Zein-Eldin and Meyers (1973) แนะนำว่าการเลี้ยงกุ้ง *P. aztecus* ควรใช้ความหนาแน่น 20-60 กรัมต่อตารางเมตร เป็นค่าที่เหมาะสม Forster and Beard (1974) ก็ยืนยันผลในทำนองเดียวกันว่า กุ้งที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่นต่ำ จะมีการเจริญเติบโตดีและอัตราการตายต่ำ Aravindakshan et al. (1982) ทดลองเลี้ยงกุ้ง *P. indicus* โดยใช้อัตราความหนาแน่นที่ปล่อยเท่ากับ 5, 10, 20, 40 ตัวต่อกรง (กุ้งมีขนาด 30-35 มิลลิเมตร) ผลการเจริญเติบโตเรียงตามลำดับคือ 28.1, 22.0, 18.6 และ 10.4 มิลลิเมตรต่อเดือน Venkatesan and Bose (1982) เลี้ยงกุ้ง *P. monodon* ความหนาแน่น 25-40 ตัวต่อตารางเมตร

นาน 90 วัน โดยไม่มีอาหารเสริมพบว่าที่ความหนาแน่น 25 ตัวต่อตารางเมตร ได้ผลผลิต 521.2 กิโลกรัมต่อเฮคแตร์ น้ำหนักเฉลี่ย 25.7 กรัม ความยาวเฉลี่ย 154.5 มิลลิเมตร ส่วนที่ความหนาแน่น 40 ตัวต่อตารางเมตร ได้ผลผลิต 496.5 กิโลกรัมต่อเฮคแตร์ น้ำหนักเฉลี่ย 14.4 กรัม ความยาวเฉลี่ย 129.5 มิลลิเมตร

ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเลี้ยงกุ้ง มีข้อควรคำนึงได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (D.O.) เป็นต้น

ธรรมนูญ (2511) ศึกษาผลของสิ่งแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งแชบ๊วย *(P. merguiensis)* พบว่าที่ความเค็ม 26-29ส่วนในพันส่วนทำให้กุ้งเจริญดีที่สุด ส่วนอัตราการใช้ออกซิเจนจะแปรตามอุณหภูมิโดยตรง นอกจากนี้ยังแปรตามขนาดตัวของกุ้งและความเค็มที่เริ่มขึ้นและลดลงอีกด้วย

ทวีศักดิ์ และคณะ (2514) ยืนยันผลการสำรวจการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของกุ้งแชบ๊วยที่ระดับความเค็ม 15-25 ส่วนในพันส่วน ว่าเป็นช่วงที่เหมาะสมกับการเลี้ยงกุ้ง

สุภาวดี (2515) พบว่าสภาพแวดล้อมทางกายภาพและเคมีของบ่อเลี้ยงมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและอัตราการตายของกุ้ง

Venkataramaiah, Lakshmi and Gunter (1975) รายงานว่ากุ้ง *P. aztecus* ที่เลี้ยงที่ความเค็ม 25-30 ส่วนในพันส่วน จะให้ผลการเจริญเติบโตดี

Raj and Raj (1982) ทดลองผลของความเค็ม 5, 15, 25, 35 และ 45 ส่วนในพันส่วนต่อกุ้ง 3 ชนิด ปรากฏว่า กุ้ง *P. indicus, P. monodon* และ *P. semisulcatus* แสดงอัตราการเจริญสูงสุดที่ระดับความเค็ม 25 ส่วนในพันส่วน

Kepenyes (1984) ได้แนะนำวิธีการใช้ระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำให้มากขึ้น โดยอาศัยหลักการการเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ การกำจัดแอมโมเนียและปริมาณน้ำที่ใช้ ผลการทดลองพบว่าได้ผลผลิตจากการเลี้ยงกุ้งสูง และเหมาะกับบริเวณที่อยู่ห่างไกลทะเล

Varadi (1984) ใช้ระบบการไหลผ่านน้ำเข้ากับระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเพิ่มขึ้นและเป็นการกำจัดของเสียออกจากบ่อ

ปัญหาสำคัญที่ประสบในการทำฟาร์มกุ้ง จากการศึกษารวบรวมของ Kurian (1982) ได้แก่ การเตรียมและดูแลรักษาบ่อเลี้ยง การควบคุมศัตรูของกุ้ง ความหนาแน่นของกุ้งต่อพื้นที่ การยนล่งลูกกุ้ง แหล่งอาหารที่มีราคาถูก การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของน้ำในบ่อเลี้ยงและโรคกุ้ง สำหรับเรื่องโรคกุ้ง มีผู้สำรวจพบการระบาดของโรคอาทิ เยาวนิตย์ ลิลา และสุดา (2528) พบลักษณะผิดปกติของกุ้งกุลาดำและกุ้งแชบ๊วยอันเป็นผลเนื่องมาจากโรคพยาธิจำพวกไมโครสปอริเดียน (microsporidian) สกุล *Thelohania* อาการของโรคเหล่านี้คือ กล้ามเนื้อรอบลำไส้จากต่อมบดย่อยอาหารจนถึงโคนหางจะมีสีขาวขัน สังเกตและเหลวปราศจากเส้นใยของกล้ามเนื้อ

Couch (1978) ก็พบโรคที่เกิดจากพยาธิไมโครสปอริเดียน 4 สกุล ในกุ้งตระกูล Penaeids อาการที่พบคือกุ้งเคลื่อนไหวช้าลง มีสภาพเครียดกว่ากุ้งปกติ ตายง่าย

Johnson (1978) รายงานว่าพยาธิไมโครสปอริเดียน ทำให้กุ้งไม่สามารถแพร่พันธุ์ได้ตามปกติ

การผลิตปลาหมึกป่นเพื่อใช้เป็นส่วนประกอบอาหารกุ้ง

กระบวนการผลิตอาหารสัตว์น้ำแบบสำเร็จรูปประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ คือ การเตรียมวัตถุดิบ กรรมวิธีก่อนการทำแห้ง และการทำแห้ง ผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์น้ำที่ได้สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานโดยที่คุณค่าทางอาหารเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ในทางอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์น้ำสำเร็จรูป Brennan, Butters, Cowell and Lilly (1976) รวบรวมผลการศึกษาไว้เป็นลำดับขั้นตอนโดยเริ่มจาก

1. การเตรียมวัตถุดิบ

สิ่งที่ต้องคำนึงในขั้นตอนการผลิตอาหาร ได้แก่ คุณภาพและปริมาณของวัตถุดิบ ซึ่งต้องมีมากพอสำหรับป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ส่วนคุณสมบัติของ

วัตถุดิบประการอื่นคือ รูปร่างลักษณะ ความสามารถในการคงสภาพเมื่อเก็บรักษาไว้ระยะเวลาหนึ่ง และราคาจัดว่าเป็นปัจจัยที่ต้องพิจารณาควบคู่กันไป Griffiths and Smith (1964) อธิบายถึงรูปทรงของวัตถุดิบว่า มีความสำคัญต่อการบรรจุหีบห่อ การควบคุมน้ำหนักที่บรรจุลงในภาชนะ การแช่แข็ง การบรรจุกระป๋อง และกระบวนการผ่านความร้อนด้วยวิธีต่าง ๆ ลักษณะวัตถุดิบที่ดีจะต้องมีรูปร่างสม่ำเสมอ ขนาดใกล้เคียงกัน สำหรับแหล่งวัตถุดิบที่จะนำมาผลิตอาหารสัตว์ หากได้มาจากพวกเศษเนื้อเยื่อที่เหลือทิ้ง (waste) ตามโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ก็จะเป็นการทำให้ขั้นตอนอุตสาหกรรมครบวงจร และราคาวัตถุดิบประเภทนี้มักมีราคาต่ำ

ก่อนที่จะนำวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นต่อไป ควรที่จะผ่านกรรมวิธีการทำความสะอาด (cleaning) เพื่อกำจัดส่วนที่ไม่ต้องการออกจากวัตถุดิบ การคัดขนาด (sorting) เป็นการแยกประเภทของวัตถุดิบออกตามขนาด รูปร่างลักษณะ หรือสี และการคัดคุณภาพ (grading) เป็นการแบ่งคุณภาพของวัตถุดิบ ทั้งนี้จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพแยกตามประเภทของวัตถุดิบโดยไม่ปะปนกัน

2. กระบวนการผ่านความร้อน

เป็นกรรมวิธีก่อนการทำแห้ง เพื่อแปรสภาพวัตถุดิบให้มีสภาพเหมาะสมต่อกระบวนการผลิตขั้นต่อไป ข้อควรคำนึงสำหรับกระบวนการผ่านความร้อนแก่วัตถุดิบ (Brennan et al., 1976) ได้แก่ ชนิดและราคาของเชื้อเพลิง ผลกระทบของเชื้อเพลิงที่มีต่อวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ ค่าบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ การควบคุมการทำงานของเครื่องจักร และความปลอดภัย

การนึ่งด้วยหม้อนึ่งไอน้ำระบบความดันเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก เพราะมีข้อดีอยู่หลายประการ เช่น ค่าใช้จ่ายต่ำ ภายในหม้อนึ่งมีเนื้อที่มากสามารถบรรจุวัตถุดิบได้ปริมาณมาก และยังมีระบบควบคุมการทำงานของเครื่องมือดีกว่าเครื่องมือประเภทอื่น (Bigelow, 1921 และ Brody, 1971)

3. การทำแห้ง (Van Arsdel et al., 1973)

การทำแห้งถือเป็นวิธีการถนอมอาหารประการหนึ่ง นอกจากนี้ยังใช้เป็นการลดปริมาตรและน้ำหนักของอาหารที่ต้องการเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน Potter (1968) สรุปผลการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยในการทำแห้งว่า พื้นที่ผิวของอาหาร อุณหภูมิ ความเร็วลม และความแห้งของอากาศมีผลต่อการทำแห้ง โดยกำหนดสภาวะต่าง ๆ ที่มีผลต่อการทำแห้งคือ ความดันบรรยากาศ การระเหยกับอุณหภูมิ และเวลากับอุณหภูมิ ในด้านคุณสมบัติของอาหารที่มีผลต่อการทำแห้งได้แก่ ความเป็นเนื้อเดียวกันของอาหาร (homogeneous) ปริมาณของแข็งในอาหาร องค์ประกอบของน้ำ โครงสร้างของเซล ความเป็นรูพรุน และการหดตัวของอาหาร ซึ่งเกี่ยวข้องกับความแข็งของอาหาร และเทอร์โมพลาสติคของอาหาร

หลักการการทำแห้งมีหลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประโยชน์ในด้านการใช้งาน และลักษณะของอาหารที่จะทำแห้ง อาทิ การใช้อากาศร้อนทำแห้ง (Hot-Air Drying) มักใช้ในการอบแห้งพวกผลไม้ พืชผักต่าง ๆ และเมล็ดธัญพืช หรือการทำแห้งบนพื้นผิวที่ร้อน (Drying by Contact with a Heated Surface) วิธีนี้จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราการแห้งสูงกว่าการใช้อากาศร้อนทำแห้ง เครื่องมือในการทำแห้งตามหลักการนี้มีหลายชนิด ได้แก่ เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum drier) เครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ (vacuum drier) สำหรับเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งที่นิยมใช้เป็นชนิดเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกคู่ (double drum drier) Spadaro, Wadsworth and Vix (1966) กล่าวสรุปเรื่องปัจจัยต่อการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง ได้แก่ ความเร็วลูกกลิ้ง ความดันไอน้ำ และความหนาของแผ่นฟิล์มที่จับอยู่บนผิวลูกกลิ้ง ซึ่งควบคุมโดยการปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง ข้อดีของเครื่องมือชนิดนี้มีอัตราการทำแห้งสูง และเป็นเครื่องมือที่สามารถใช้ความร้อนที่ผลิตขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับข้อจำกัดคือ ลักษณะอาหารที่จะทำแห้งต้องมีลักษณะเป็นของเหลวข้นและสามารถจับเป็นฟิล์มบาง ๆ บนผิวลูกกลิ้ง ประเภทของอาหารที่ใช้วิธีนี้ทำแห้งได้แก่ อาหารนม ซุป อาหารเด็กอ่อน และอาหารสัตว์ สำหรับเครื่องมือประเภทอื่น ๆ การทำงานมีความสลับซับซ้อนเช่น เครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศ จึงทำให้ต้องใช้ทุนสูง และเครื่องมือชนิดนี้ก็เหมาะกับอาหารที่สามารถทนต่อความร้อนสูงได้เพียงชั่วขณะ อาทิ น้ำผลไม้ เป็นต้น

เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกคู่เป็นเครื่องมือทำแห้ง ประกอบด้วยลูกกลิ้งทรงกระบอก 2 ตัว หมุนเข้าหากันด้วยความเร็วที่ควบคุมได้ ตัวอย่างอาหารที่จะทำแห้งใส่ทางด้านบนของลูกกลิ้ง อาหารที่สับเป็นแผ่นฟิล์มบนผิวลูกกลิ้งได้รับความร้อนจากไอน้ำที่จะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ความเร็วลูกกลิ้งที่เหมาะสมจะทำให้อาหารแห้งพอดี (ระดับความชื้นประมาณ 5-6%) เมื่อถึงตัวใบมีดที่จะขูดอาหารออกจากตัวลูกกลิ้ง ถ้าหากลูกกลิ้งหมุนเร็วเกินไปจะทำให้อาหารไม่แห้ง แต่ถ้าลูกกลิ้งหมุนช้าไปอาหารอาจไหม้ อุณหภูมิที่ผิวลูกกลิ้งจะต้องสูงกว่า 212°ฟ (~ 100°ซ) และรักษาระดับที่อุณหภูมิประมาณ 300°ฟ (~ 150°ซ) ความหนาของแผ่นฟิล์มอาหารต้องน้อยกว่า 1/16 นิ้ว เวลาที่ใช้ในการทำแห้งประมาณ 1 นาที หรือน้อยกว่า ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร วิธีการอบแห้งแบบนี้ถือว่าเป็นวิธีที่มีต้นทุนการผลิตถูกที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีการทำแห้งแบบอื่น ๆ โดยเปรียบเทียบกันในแง่ของความต้านทานความร้อนสัมพัทธ์ (Potter, 1968)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษากรรมวิธีการผลิตปลาหมึกป่นจากเนื้อเยื่อส่วนที่เหลือใช้ของปลาหมึก

2. ศึกษาการใช้ปลาหมึกป่นที่ผลิตขึ้นเป็นส่วนผสมอาหารกุ้ง เพื่อเปรียบเทียบผลในด้านการเจริญเติบโต อัตราการตายและผลผลิต กับการใช้ปลาป่นเป็นส่วนผสมอาหารกุ้ง

3. ศึกษาถึงผลกระทบของอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมทางเคมีและฟิสิกส์บางประการในบ่อทดลอง

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัยนี้

1. ได้ข้อมูลในการผลิตปลาหมึกป่นจากเนื้อเยื่อส่วนที่เหลือใช้ ซึ่งจะเป็นแนวทางสำหรับ

2. สามารถใช้ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกป่นทดแทนในอาหารกุ้งแบบสำเร็จรูป ซึ่งมีราคาแพงและต้องสั่งซื้อเข้ามาจากต่างประเทศ อันเป็นเหตุให้ต้องสูญเสียเงินตราต่างประเทศ

3. การวิจัยในโครงการนี้ จะทำให้การใช้ประโยชน์จากปลาหมึกในขั้นอุตสาหกรรมครบวงจร โดยช่วยให้สามารถใช้เนื้อเยื่อจากปลาหมึกได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งจะเป็นทางช่วยให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น