

การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติ

นายอนันต์ แก่นจันทร์ วท.บ (เทคโนโลยีการผลิต)

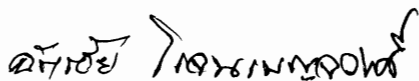
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรม


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ปีการศึกษา 2557

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(ดร.นัตถชัย โรจนเบญจวงศ์)



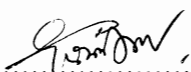
(รศ. ดร.ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์)



(ดร.ชีวิน อรรถสาสน์)



(รศ. ดร.วิวัฒน์ เรืองเลิศปัญญากุล)



(ดร.สุนันท์ ศิริรักษ์โสภณ)

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ (ร่วม)

กรรมการ

กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติ
หน่วยกิต	12
ผู้เขียน	นายอนันต์ แก่นจันทร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ดร.ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ ดร.ชีวิน อรรถสาสน์
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วาริชวิศวกรรม
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2557

บทคัดย่อ

การเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อให้ได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพนั้น มีปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องหลายประการด้วยกัน วิธีการหว่านอาหารและประสิทธิภาพการหว่านอาหารก็เป็นปัจจัยกำหนดอันหนึ่งด้วย โดยวิธีการหว่านอาหารในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อให้สัตว์น้ำในบ่อมีประสิทธิภาพการกินอาหารสูงสุดนั้น อาหารที่หว่านลงไปต้องมีการกระจายตัวที่ดี ไม่ไปกองรวมอยู่ที่ใดที่หนึ่ง และต้องมีระยะทางการหว่านไกลพอสมควร ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป ให้มีประสิทธิภาพสามารถใช้งานได้ง่าย และทำการติดตั้งสะดวก โดยทำการทดสอบหว่านอาหารกุ้งเบอร์ 4S ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ที่ความเร็วรอบของจานเหวี่ยงอาหาร 1000 รอบต่อนาที พบว่าเครื่องหว่านที่ได้รับการปรับปรุงมีประสิทธิภาพดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการหว่านด้วยเครื่องหว่านแบบที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด โดยอาหารที่เครื่องให้อาหารปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพหว่านลงไปมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (Uniformity Coefficient) ระหว่างร้อยละ 76.8 – 83.1 และมีรัศมีของการหว่าน 11.5 เมตร ในขณะที่เครื่องหว่านแบบทั่วไปให้ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายและมีรัศมีของการหว่านเท่ากับ ร้อยละ 56.9 – 72.9 และ 9.5 เมตร ตามลำดับ

คำสำคัญ: การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/เครื่องให้อาหารกุ้ง/สัมประสิทธิ์การกระจาย

Thesis Title	Improvement of automatic feeding machine
Thesis Credits	12
Candidate	Mr. Anant Kaenchan
Thesis Advisors	Assoc. Prof. Dr. Piyabutr Wanichpongpan Dr. Shewin Attasat
Program	Master of Engineering
Field of Study	Aquaculture Engineering
Faculty	Engineering
Academic Year	2014

Abstract

The efficient production of aquaculture, in terms of both quality and quantity, depends on many factors. The feeding practice is one of the determining factors of successful productions. In general, it is presumed that spreading the feed pellets uniformly over a large surface area can improve feed intake. The aim of this study was to develop and evaluate a feeding machine, which is effective, easy to use, and convenient to be installed. The performance of the developed machine was investigated in terms of uniformity of feed distribution by spreading 2-mm-diameter shrimp pellet feed at 1000 rpm of motor speed. The results showed that the improved machine provided better performance than a typical commercial feeder. It provided a uniformity coefficient between 76.8 to 83.1 % and had a feeding distance of 11.5 meters, while the typical one had a uniformity coefficient and a feeding distance of 56.9 - 72.9 % and 9.5 meters, respectively.

Keywords: aquaculture/feeding machine/ uniformity coefficient.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีทางผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ ได้กรุณาให้คำแนะนำพร้อมทั้งชี้แนะแนวทางในการดำเนินงานวิจัยในด้านต่างๆ ตลอดจนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ในระหว่างงานวิจัยที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัย ขอขอบคุณ รศ.ดร.วิวัฒน์ เรืองเลิศปัญญากุล ดร.สุนันท์ ศิริรักษ์โสภณ และ ดร.ฉัตรชัย โจรนเบญจวงศ์ ที่กรุณา ให้เกียรติมาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์นี้ รวมทั้งเพื่อนๆ พี่ๆ ที่ร่วมเรียนในคณะทุกๆ ท่านที่ให้ความรู้ และคำแนะนำดีๆ ซึ่งล้วนแล้วแต่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ได้ทั้งสิ้น

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ช
รายการรูปประกอบ	ซ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญ และที่มาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 การเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย	3
2.2 อาหารกุ้ง การให้อาหาร และการจัดการในระหว่างเลี้ยง	4
2.3 การใช้เครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติ	9
2.4 รูปแบบเครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติ	10
2.5 การวัดการกระจายของข้อมูล	24
3. การดำเนินงานวิจัย	28
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	28
3.2 ออกแบบเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติ	28
3.3 อุปกรณ์ใช้ในการทดลอง	33
3.4 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารกุ้งเพิ่มประสิทธิภาพ	34
3.5 การตั้งค่าเครื่องให้อาหารที่ใช้ในการทดลอง	36

	หน้า
3.6 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร และค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว	36
3.7 การทดสอบการใช้งานเครื่องให้อาหารกึ่งในการเลี้ยงกึ่งในบ่อดิน	36
4. ผลการทดลองและวิจารณ์	39
4.1 การปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพและออกแบบ	39
4.2 การกระจายตัวของเมล็ดอาหาร	42
4.3 ผลการทดสอบการใช้งานเครื่องให้อาหารกึ่งปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพ ในการเลี้ยงกึ่งในบ่อดิน	45
5. สรุปผลการทดลอง	46
เอกสารอ้างอิง	47
ประวัติผู้วิจัย	53

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ผลผลิตกุ้งเลี้ยงโลก ปี 2548 – 2554	3
2.2 การส่งออกกุ้งไทย ปี 2554	4
2.3 โพรตีนที่เหมาะสมกับกุ้งขาวในแต่ละขนาด	5
2.4 ระดับไขมันที่กุ้งขาวต้องการแตกต่างกันตามขนาด	5
2.5 อัตราการให้อาหารที่กำหนดตามน้ำหนักกุ้ง	8
2.6 แสดงเปอร์เซ็นต์ปริมาณการใช้เครื่องอัตโนมัติของแต่ละจังหวัด	10
2.7 ตัวอย่างเครื่องให้อาหารแบบทั่วไปที่มีขายในท้องตลาด	14
3.1 คุณสมบัติของอาหารเม็ดที่ใช้ในการทดลอง	34
3.2 ตัวอย่างแบบเก็บข้อมูลการอดตันที่เกิดขึ้น	34
3.3 โปรแกรมการให้อาหารสูงสุดต่อกุ้งหนึ่งแสนตัวตามอายุกุ้งต่างๆ โดยใช้เครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติ	37
4.1 ข้อมูลการอดตันเครื่องให้อาหารอัตโนมัติ	40
4.2 ข้อเปรียบเทียบในการปรับปรุงเครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติ	41
4.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารอัตโนมัติแบบต่างๆ	44
4.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเลี้ยงด้วยเครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติแบบทั่วไป กับ แบบปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพ	45

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	ตัวอย่างระบบการทำงานนิวมติกEWOS	11
2.2	แสดงตัวอย่างการทำงานเครื่องให้อาหารระบบไฮโดรลิก	12
2.3	แสดงตัวอย่างเครื่องให้อาหารใช้พลังงานไฟฟ้า	13
2.4	แสดงลักษณะท่อกลมช่องการกระจาย4,2 และ ท่อสี่เหลี่ยม	14
2.5	ลักษณะภายนอกและตำแหน่งช่องเข้าสายที่ใช้งาน	18
2.6	ตำแหน่งหน้าสัมผัสและการทำงานของแมกเนติกคอนแทคเตอร์	18
2.7	สัญลักษณ์หน้าสัมผัสของแมกเนติกคอนแทคเตอร์	19
2.8	แมกเนติกคอนแทคเตอร์แบบต่างๆ	19
2.9	โอเวอร์โวลต์รีเลย์ที่เชื่อมต่อกับแมกเนติกคอนแทคเตอร์	19
2.10	โอเวอร์โวลต์รีเลย์แบบต่างๆ	20
2.11	สัญลักษณ์ของโอเวอร์โวลต์รีเลย์	20
2.12	ลักษณะภายนอกของเบรกเกอร์	20
2.13	ลักษณะสวิตช์ปุ่มกดขนาดต่างๆ	21
2.14	การทำงานของสวิตช์เลือก	21
2.15	ลักษณะภายนอกของสวิตช์เลือก	21
2.16	โครงสร้างภายนอกและภายในของหลอดไฟสัญญาณ	22
2.17	หลอดไฟสัญญาณที่ใช้ทั่วไป	22
2.18	วงจรภายในของรีเลย์ตั้งเวลา	22
2.19	ลักษณะภายนอกของรีเลย์ตั้งเวลา	23
2.20	ฟิวส์ และฐานฟิวส์	23
2.21	ปลั๊กฟิวส์ขนาดต่างๆ	24
2.22	ลักษณะของไค้ง	26
2.23	เส้น ไค้งการกระจายของข้อมูล	27
2.24	ลักษณะเส้น ไค้งปกติ กับการกระจายของข้อมูล	27
3.1	ขาตั้ง สำหรับรองถังอาหารและติดตั้งมอเตอร์	29
3.2	ถังใส่อาหารกึ่งพร้อมกรวย และช่องอาหารลงไปจานเหวี่ยง	29
3.3	เหล็กรัดขอบถังและเป็นตัวยึดติดกับโครงขาตั้งและน็อตปรับขึ้นลงให้อาหารออกมากหรือน้อย	30

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.4	งานหว่านและการติดตั้งงานหว่านกับมอเตอร์ไฟฟ้า	31
3.5	แสดงลักษณะปลายท่อหว่านที่ปรับปรุง	31
3.6	มอเตอร์ไฟฟ้า	32
3.7	ตู้คอนโทรลและชุดควบคุม คิวติคอลไทมเมอร์ตั้งเวลานาฬิกาและวินาที	32
3.8	เครื่องให้อาหารกึ่งแบบทั่วไป	33
3.9	เครื่องให้อาหารกึ่งแบบเพิ่มประสิทธิภาพ	33
3.10	การทดสอบประสิทธิภาพการกระจายตัวของเครื่องให้อาหารกึ่ง	35
3.11	ภาพจำลองแสดงจุดเก็บตัวอย่าง	35
3.12	ตั้งเครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติ แบบทั่วไป (ซ้าย) แบบเพิ่มประสิทธิภาพ (ขวา) ที่บ่อเลี้ยง	37
4.1	งานเหียงและก้านเหียงที่ได้รับการปรับปรุง	42
4.2	รูปแบบการกระจายตัวตามแนวยาวของเม็ดอาหาร	43
4.3	รูปแบบการกระจายตัวตามแนวรัศมีของเม็ดอาหาร	43

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของงานวิจัย

การชะลอตัวทางด้านเศรษฐกิจโลกทำให้งานด้านอุตสาหกรรมในประเทศไทยพลอยซบเซาไปด้วย แต่ประเทศไทยยังมีจุดแข็ง และศักยภาพทางด้านการกสิกรรมและการเกษตร ซึ่งได้แก่ การปลูกพืช และเลี้ยงสัตว์ ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งในภูมิภาคเอเชียที่มีศักยภาพทางด้านภูมิศาสตร์ที่เหมาะสมแก่การเป็นแหล่งผลิตอาหารของโลก มีพื้นที่เหมาะสมแก่การทำการเกษตรเป็นอย่างมากทั่วประเทศ

ประเทศไทยมีคำกล่าวที่รู้จักกันทั่วไปว่า ในน้ำมีปลาในนามีข้าว การพัฒนาทางด้านเครื่องจักรกลทางการเกษตรภายในประเทศ จึงนับว่าเป็นแนวนโยบายที่ต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วนอย่างเป็นระบบและเป็นรูปธรรม เพื่อชดเชยแรงงานที่ขาดแคลน และทดแทนการนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรจากต่างประเทศ ชาวนาชาวไร่ได้พยายามคิดค้นประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องมือนำมาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานหลายรูปแบบ นับเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านที่มีค่าเป็นสิ่งที่น่าส่งเสริม และควรนำเทคโนโลยีใหม่ๆ ไปพัฒนาร่วมด้วยเพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ในจังหวัดแถบทะเลฝั่งอ่าวไทยมีการเลี้ยงกุ้งเป็นจำนวนมาก ซึ่งแต่ละปีได้ส่งออกนับเป็นมูลค่ามหาศาล จึงควรมีการพัฒนากระบวนการเลี้ยงให้เหมาะสม ทั้งด้านการควบคุมมลภาวะ การพัฒนาเทคโนโลยีในการเลี้ยงให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่น การสร้างเครื่องมือเครื่องจักรขึ้นมาภายในประเทศจะช่วยลดการนำเข้าเครื่องจักร ส่งผลในการและลดต้นทุนในการเลี้ยงอีกทางหนึ่ง

งานวิจัยนี้ จึงมีแนวคิดในการพัฒนา เครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติ ซึ่งควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นการนำวิชาการด้านวิศวกรรมเครื่องกล ร่วมกับเทคโนโลยีด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ พัฒนาเป็นเครื่องมือเครื่องจักรใช้ในอุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้ง ซึ่งจะสามารถส่งเสริมประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการประกอบการการเลี้ยงกุ้งต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติให้ใช้งานง่าย ติดตั้งสะดวก ลดการอุดตัน และการกระจายตัวของเม็ดอาหารได้สม่ำเสมอ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. การสร้างเครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติ ที่มีการระบบควบคุมการทำงาน (Automatic Shrimp Feeding Machine) ซึ่งสามารถควบคุมปริมาณอาหารกุ้ง และช่วงจังหวะเวลาการให้อาหารกุ้ง และสามารถปรับใช้ได้ตามทุกขนาดของเม็ดอาหารกุ้ง
2. เปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องให้อาหารกุ้งปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพ กับเครื่องให้อาหารกุ้งแบบทั่วไปที่มีขายในท้องตลาด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้ได้ในการทำงาน
2. สามารถลดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงาน
3. ข้อมูลที่ได้ จะเป็นแนวทางในการพัฒนา เครื่องให้อาหารสัตว์น้ำอัตโนมัติต่อไป

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย (สำนักงานพัฒนาวิจัยการเกษตร, 2555)

การเลี้ยงกุ้งของไทยในช่วงเริ่มต้นเป็นการทำนากุ้งแบบธรรมชาติ โดยการสูบน้ำทะเลเข้าสู่บ่อขนาดใหญ่ประมาณ 50-100 ไร่ กักเก็บไว้ประมาณ 20-30 วัน แล้วเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยใช้ถุงอวนกั้นในขณะที่ปล่อยน้ำออก ผลผลิตที่ได้มีทั้งกุ้ง ปลา และสัตว์อื่นๆ ได้ผลผลิตประมาณ 40-50 กิโลกรัม/ไร่ ทั้งนี้นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 ที่กรมประมงประสบความสำเร็จในการเพาะพันธุ์กุ้งแชบ๊วยได้ในโรงเพาะฟัก จึงส่งเสริมให้เกษตรกรที่ทำนากุ้งธรรมชาติ นำลูกกุ้งที่ได้จากการเพาะฟักไปปล่อยเสริม ทำให้ผลผลิตของนากุ้งธรรมชาติเพิ่มเป็น 200 กิโลกรัม/ไร่ จากนั้นการเลี้ยงกุ้งได้เริ่มพัฒนาจากนาธรรมชาติมาสู่ระบบการเลี้ยงแบบพัฒนาเต็มรูปแบบในปี พ.ศ. 2525 โดยใช้บ่อขนาดเล็กลงเหลือขนาด 4-6 ไร่ ใช้พันธุ์กุ้งจากโรงเพาะฟักเพียงอย่างเดียว และมีการให้อาหาร และมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วในปี พ.ศ. 2528-2531 โดยมีการขยายตัวในจังหวัดทางภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย ทำให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สามารถส่งออกและนำรายได้เข้าสู่ประเทศอย่างมหาศาล ดังแสดงในตารางที่ 2.1 - 2.2

ตารางที่ 2.1 ผลผลิตกุ้งเลี้ยงโลก ปี 2548 - 2554 (สมศักดิ์ ปณิตยาศัย, 2555)

หน่วย : พันตัน

ประเทศ/ปี	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554
ไทย	380	500	530	495	563	640	600
จีน	380	400	480	523	560	600	565
เวียดนาม	115	150	170	200	220	215	240
อินโดนีเซีย	230	260	210	230	180	140	150
อินเดีย	100	103	110	87	100	137	170
มาเลเซีย	32	42	62	68	78	105	73
ฟิลิปปินส์	35	36	38	29	35	41	20
อเมริกา กลาง-ใต้	304	395	495	397	382	410	452
อื่น ๆ	125	55	55	55	50	65	65
รวม	1,701	1,941	2,150	2,081	2,168	2,353	2,335

ตารางที่ 2.2 การส่งออกกุ้งไทย ปี 2554 (สมศักดิ์ ปณิตธยาชัย, 2555)

ปริมาณ : ตัน, มูลค่า : ล้านบาท

ประเทศ/ กลุ่มประเทศ	ม.ค. – พ.ย. 53		ม.ค. – พ.ย. 54		% แตกต่าง	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
เอเชีย	108,168	24,763	101,172	28,570	-6.47	15.37
-จีน	10,935	1,500	4,339	907	-60.32	-39.53
-ญี่ปุ่น	70,443	18,579	71,834	22,133	1.97	19.13
-อื่น ๆ	26,790	4,684	24,999	5,530	-6.69	18.06
สหรัฐอเมริกา	180,657	43,965	166,009	47,290	-8.11	7.56
อียู	62,134	13,895	56,011	14,890	-9.85	7.16
ออสเตรเลีย	9,476	2,278	9,000	2,418	-5.02	6.15
อื่น ๆ	31,888	7,228	29,268	7,970	-8.22	10.27
รวม	392,323	92,129	361,460	101,138	-7.87	9.78

กุ้งที่เลี้ยงในประเทศไทยจะมีสองประเภท คือ กุ้งกุลาดำและกุ้งขาว แต่กุ้งขาวจะเป็นพันธุ์ใหม่ที่นิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายเพราะเลี้ยงง่าย สามารถเลี้ยงได้ต่อบ่อจำนวนมากกว่าและได้ราคาสูงกว่าระยะเวลาการเลี้ยงจะใช้เวลาประมาณ 3 - 4 เดือน ขนาดบ่อจะมีรูปทรงแบบต่าง ๆ เช่น กลม สี่เหลี่ยม จตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า มีขนาดไม่แน่นอน โดยปกติจะใช้เนื้อที่ประมาณ 4 - 5 ไร่ ความกว้าง ยาว ประมาณ 45 x 90 เมตร และสามารถเดินรอบได้ ภายในบ่อจะมีเครื่องตีน้ำ ซึ่งมีหลายแบบ วางในตำแหน่งที่ไม่แน่นอน อาหารจะให้โดยคนพายเรือ เหยียงอาหาร ห่างขนานขอบบ่อประมาณ 2 - 3 เมตร ช่วงระยะเวลาให้อาหาร จะห่างกัน 4 ชั่วโมง วันละ 5 - 6 มื้อ การให้อาหารโดยคนจะสามารถหลบหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวาง เช่น เพลตตีน้ำแบบต่างๆ ไม่ว่าจะวางลักษณะใดได้ แต่ลักษณะการกระจายของอาหารจะไม่ค่อยดีเท่าที่ควร จะเป็นลักษณะเลี้ยววงเดือน การให้จะเป็นจุด ๆ ช่วง ๆ ไม่ต่อเนื่อง

2.2 อาหารกุ้ง การให้อาหาร และการจัดการในระหว่างเลี้ยง (กรมประมง, 2558)

อาหารเป็นปัจจัยสำคัญในการจัดการเลี้ยงกุ้งให้ประสบผลสำเร็จ การเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนา นิยมใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูป ความเสื่อมโทรมของบ่อเลี้ยงกุ้งเกิดจากการจัดการให้อาหารไม่ดีขึ้นเกิดการสะสม ของของเสียจากเศษอาหารเหลือตกค้างและสิ่งขับถ่าย เกิดปัญหาต่อเนื่องถึงการจัดการเลี้ยง และการเตรียมบ่อให้มีสภาพแวดล้อมเหมาะสม นอกจากนี้ต้นทุนการผลิตกุ้งมาจากอาหารประมาณ

50-60% การจัดการอาหารผิดพลาดที่ทำให้ได้อัตราแลกเนื้อสูงเกินไปทำให้ต้นทุนอาหาร สูงขึ้น ดัง
การจัดการให้อาหารกึ่งที่ดีจึงมีความจำเป็น เพื่อให้การผลิตกึ่งได้ประสิทธิภาพมากที่สุด
โภชนาศาสตร์ของกึ่งขาว กึ่งขาวแวนนาไม่เป็นกึ่งที่กินอาหารได้หลายชนิด ตั้งแต่แพลงก์ตอนพืช/
สัตว์ ซากแพลงก์ตอน ตะกอน สารอินทรีย์ เป็นต้น การเลี้ยงกึ่งในความหนาแน่นต่ำสามารถใช้อาหาร
ธรรมชาติที่เกิดขึ้นในบ่อได้ โดยไม่ต้องให้อาหารเพิ่มเติม ในการเลี้ยงกึ่งเชิงพาณิชย์นิยมใช้อาหาร
สำเร็จที่ผสมจากวัตถุดิบมีคุณภาพ มีโภชนาการครบถ้วน มีกลิ่นในการดึงดูดให้กึ่งเข้ามากินได้เร็ว มี
ขนาดเหมาะสม ย่อยและดูดซึมง่าย
โปรตีน อาหารกึ่งที่ใช้ในการเลี้ยงกึ่งแบบพัฒนามีโปรตีนระหว่าง 35-50% ถ้าอาหารมีโปรตีนน้อยไป
การเจริญเติบโตจะช้า และกึ่งจะผอมเนื่องจากโปรตีนในกล้ามเนื้อมาใช้ทดแทน อาหารที่มีโปรตีนสูง
เกินไปก็ไม่เหมาะสมเช่นกัน เนื่องจากโปรตีนส่วนเกินถูกใช้เป็นพลังงาน และไนโตรเจนขจัดออกมา
ในรูปของแอมโมเนีย ลูกกึ่ง กึ่งวัยรุ่นมีความต้องการอาหารที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง และกึ่งขนาดที่
ใหญ่ขึ้นมีความต้องการอาหารที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนน้อยลง คำแนะนำสำหรับโปรตีนที่เหมาะสมกับ
กึ่งขาวในแต่ละขนาดดังนี้

ตารางที่ 2.3 โปรตีนที่เหมาะสมกับกึ่งขาวในแต่ละขนาด (กรมประมง,2558)

ขนาดของกึ่ง (กรัม)	ระดับโปรตีนที่แนะนำ
0.002 – 0.25	50%
0.25 – 1.0	45%
1.0 – 3.0	40%
>3.0	35%

ไขมัน เป็นกลุ่มของสารอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดไขมัน ฟอสโฟไลปิด ไทรกลีเซอไรด์ น้ำมัน
ไขมัน และสเตียรอยด์ ที่เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของกึ่ง เป็นองค์ประกอบสำคัญของผนังเซลล์ ช่วย
เสริมกระบวนการเผาผลาญไขมัน เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการลอกคราบและการสืบพันธุ์

ตารางที่ 2.4 ระดับไขมันที่กึ่งขาวต้องการแตกต่างกันตามขนาด(กรมประมง,2558)

ขนาดของกึ่ง (กรัม)	ระดับไขมันที่แนะนำ
0.002 – 0.2	15%
0.2 -1.0	9%
1.0 – 3.0	7.5%
>3.0	6.5%

คาร์โบไฮเดรต เป็นแหล่งพลังงานที่มีราคาถูกในอาหารกุ้ง เช่น แป้ง น้ำตาล และเยื่อใย แต่สัตว์น้ำแต่ละกลุ่มมีความสามารถในการใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานได้ ต่างกัน สัตว์กินเนื้อมีแนวโน้มในการใช้โปรตีนเป็นแหล่งพลังงาน และไม่สามารถเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตได้อย่างมีประสิทธิภาพ สัตว์น้ำที่กินซากและกินพืช สามารถใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานได้ดีขึ้น ในกุ้งที่สามารถย่อยคาร์โบไฮเดรตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าปรับระดับคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสมจะสามารถช่วยลดระดับความต้องการโปรตีน ของกุ้งได้

วิตามิน เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีความจำเป็นแต่ต้องการในปริมาณน้อย เพื่อให้มีการเจริญเติบโต เป็นสารช่วยในกระบวนการเผาผลาญอาหารหลายชนิด ความต้องการ วิตามินในกุ้งขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ เช่น ขนาด อายุ อัตราการเจริญเติบโต และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม กุ้งขนาดเล็กต้องการระดับวิตามินสูงกว่ากุ้งขนาดใหญ่ การเลี้ยงกุ้งหนาแน่นสูงต้องการระดับวิตามินที่สูงกว่าการเลี้ยงความหนาแน่นต่ำ อาการขาดวิตามินในกุ้ง เช่น การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของอวัยวะ การว่ายน้ำที่ผิดปกติ โตช้าหรือตาย การทำอาหารสำเร็จผู้ผลิตจะผสมวิตามินลงไปในระดับเกินความต้องการของกุ้ง เพื่อชดเชยการสูญเสียวิตามินในระหว่างกระบวนการผลิต หรือระหว่างการเก็บกักก่อนที่นำอาหารไปใช้ วิตามินที่ละลายน้ำเช่น วิตามินซี มักสูญเสียไปในหลังการหว่านและระหว่างการกินอาหารของกุ้ง เนื่องจากกุ้งเป็นสัตว์ที่กินอาหารช้า

เกลือแร่ เป็นสารอนินทรีย์ที่มีความจำเป็น ในกระบวนการเผาผลาญอาหารหลากหลาย เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม โซเดียม โพแทสเซียม คลอไรด์ และซัลเฟอร์ แคลเซียม มีความจำเป็นสำหรับการสร้างเปลือก การยึดหยุ่นของกล้ามเนื้อ และการควบคุมสมดุลเกลือแร่ แต่กุ้งสามารถดูดซึมแคลเซียมได้โดยตรงจากน้ำทะเล กุ้งที่เลี้ยงในน้ำทะเลจึงไม่จำเป็นต้องผสมแคลเซียมลงไป ในสูตรอาหาร การเลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำ อาหารกุ้งควรเติม แคลเซียม 2.5% ปริมาณแคลเซียมที่มากเกินไปจะทำให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ฟอสฟอรัสนอกจากจะใช้ในการสร้างเปลือก ยังเป็นองค์ประกอบของสารชีวเคมีสำคัญหลายชนิด สารตัวกลางในกระบวนการเผาผลาญอาหารและตัวเร่งปฏิกิริยาเอนไซม์ กุ้งไม่สามารถดูดซึมฟอสฟอรัสในน้ำมาใช้ประโยชน์ได้ ปริมาณฟอสฟอรัสในอาหารที่ทำให้กุ้งมีการเจริญเติบโตดีแนะนำ คือ 0.34% นอกจากนี้ยังมีเกลือแร่ปริมาณน้อย เช่น เหล็ก ไอโอดีน แมงกานีส ทองแดง โคบอลต์ สังกะสี เซลีเนียม โมลิบดีนัม ฟลูออไรด์ อลูมิเนียม นิเกิล แวนนาเดียม ซิลิกอนและโครเมียม ซึ่งจะมีการผสมลงไป ในรูปของเกลือแร่ผสมล่วงหน้า

การผลิตอาหารกุ้งที่ดี วัตถุดิบต้องบดอย่างละเอียด ผสมทั้งให้เข้ากันดี เพื่อให้องค์ประกอบของอาหารทุกเม็ดมีคุณค่าใกล้เคียงกัน ขนาดเม็ดที่เหมาะสมสำหรับกุ้งแต่ละช่วงน้ำหนัก และต้องจมน้ำเร็ว เพื่อให้กุ้งสามารถเข้าถึงอาหารได้อย่างรวดเร็ว และต้องคงสภาพในน้ำได้นานเพียงพอจนกุ้งกินได้หมด

การให้อาหาร

หลักเกณฑ์ที่ใช้ ต้องทำให้กิ้งได้กินอาหารในปริมาณที่พอดี ในเวลาที่เหมาะสม ทุกมื้อตลอดระยะเวลาเลี้ยง อัตราการให้อาหารขึ้นอยู่กับปริมาณการกิน อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการตายของกิ้ง การให้อาหารปริมาณน้อยเกินไป ทำให้กิ้งโตช้า และทำให้เกิดการกินกันเอง โดยเฉพาะการเลี้ยงกิ้งความหนาแน่นสูง การให้อาหารมากเกินไป ทำให้คุณภาพน้ำและดินในระหว่างเลี้ยงเสื่อมโทรมลง สารอินทรีย์จากอาหารจะกระตุ้นให้เกิดจุลินทรีย์ย่อยและปล่อยแอมโมเนียออกมา ทำให้กิ้งเครียด อ่อนแอ โอกาสติดเชื้อโรคสูงขึ้น และแบคทีเรียที่เจริญเติบโตใช้ออกซิเจนในน้ำจนไม่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของกิ้ง ปัจจัยกำหนดปริมาณการกินอาหารของกิ้ง การกินอาหารของกิ้งมีปัจจัยต่างๆ เข้ามาเป็นตัวแปรกำหนดปริมาณความต้องการกินอาหารในแต่ละมื้อ ปัจจัยเหล่านั้น ได้แก่ ประเภทของอาหาร ขนาดกิ้ง อุณหภูมิ ความหนาแน่น ภูมิอากาศ คุณภาพน้ำ และสุขภาพของกิ้ง ตัวอย่างเช่น อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญและเปลี่ยนแปลงได้ง่ายเกษตรกรไม่สามารถควบคุมได้ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการกินอาหารอยู่ในช่วง 27-31 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิน้ำลดต่ำลงถึง 24 องศาเซลเซียส การกินอาหารของกิ้งจะลดลง 50% และจะไม่กินอาหารเลยเมื่ออุณหภูมิน้ำลดลงถึง 20 องศาเซลเซียส

การกำหนดปริมาณอาหารที่ให้ มีหลายวิธี เช่น การกำหนดปริมาณอาหารตามตารางการให้อาหาร หรือ การให้กินตามปริมาณความต้องการในแต่ละมื้อ

(1) การให้อาหารตามตาราง ตารางที่กำหนดปริมาณความต้องการอาหารคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน กุ้งขนาดเล็กต้องให้อาหารเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวที่สูงกว่ากุ้งขนาดใหญ่ เพราะกุ้งขนาดเล็กมีอัตราการเผาผลาญอาหารที่สูงกว่ากุ้งขนาดใหญ่

ปริมาณอาหารที่ให้ต่อวัน คำนวณจากปริมาณกิ้งและอัตราการกินอาหาร คือ

$$\text{ปริมาณอาหารที่ให้ (กก./วัน)} = \text{ปริมาณกิ้งทั้งหมด} \times \text{เปอร์เซ็นต์การให้อาหาร} / 100$$

$$\text{ปริมาณกิ้งทั้งหมด (กก)} = \text{ปริมาณกิ้งทั้งหมดในบ่อ} \times \text{น้ำหนักเฉลี่ย}$$

$$\text{ปริมาณกิ้งทั้งหมดในบ่อ} = \text{ปริมาณกิ้งที่ปล่อย} \times \text{เปอร์เซ็นต์รอด} / 100$$

ตารางที่ 2.5 อัตราการให้อาหารที่กำหนดตามน้ำหนักกุ้ง

น้ำหนักกุ้ง เฉลี่ย (ก.)	อัตราการให้อาหาร (%ของน้ำหนัก/ วัน)	น้ำหนักกุ้ง เฉลี่ย (ก.)	อัตราการให้อาหาร (%ของน้ำหนัก/ วัน)	น้ำหนักกุ้ง เฉลี่ย (ก.)	อัตราการให้อาหาร (%ของน้ำหนัก/ วัน)
<1	35-25	5.0-5.9	5.5-5.0	13.0-13.9	3.0-2.75
0.1-0.24	25-20	6.0-6.9	5.0-5.5	14.0-14.9	2.75-2.5
0.250-4.9	20-15	7.0-7.9	4.5-4.25	15.-15.9	2.5-2.3
0.5-0.9	15-11	8.0-8.9	4.25-4.0	16.0-16.9	2.3-2.1
1.0-1.9	11-8	9.0-9.9	4.0-3.75	17.0-17.9	2.1-2.0
2.0-2.9	8-7	10.0-10.9	3.75-3.5	18.0-18.9	2.0-1.9
3.0-3.9	7-6	11.0-11.9	3.5-2.25	19.0-19.9	1.9-1.8
4.0-4.9	6	12.0-12.9	3.25-3	20.0-20.9	1.8-1.7

(2) การให้อาหารตามปริมาณความต้องการของกุ้งในแต่ละมือ การคำนวณอาหารจากตารางเป็นการให้อาหารในสภาพที่กุ้งมีความต้องการกินอาหาร ปกติ ไม่มีการรบกวนจากปัจจัยอื่นๆ เป็นแนวทางเบื้องต้นในการกำหนดปริมาณอาหารที่ให้กุ้ง ในสภาวะแวดล้อมปกติที่กุ้งแข็งแรง แต่ในความเป็นจริง ถ้าสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปปริมาณอาหารที่คำนวณนี้อาจมากเกินไป เช่น สภาวะที่น้ำมีออกซิเจนต่ำ กุ้งกินอาหารลดลง การให้ตามตารางที่กำหนดไว้จะทำให้มีอาหารเหลือในบ่อ ในการเลี้ยงกุ้งเกษตรกรจึงนิยมให้อาหารตามปริมาณความต้องการของกุ้งในบ่อ กล่าวคือ ถ้ากุ้งต้องการกินอาหารมาก เราก็เพิ่มปริมาณอาหารที่ให้ในมือต่อไป ถ้ากุ้งกินอาหารลดลง เกษตรกรต้องลดปริมาณอาหารที่ให้ทันทีเพื่อป้องกันไม่ให้มีอาหารเหลือในบ่อ และทำให้ผลการเลี้ยงมีอัตราแลกเปลี่ยนที่ดี วิธีที่เกษตรกรใช้ได้ผล คือ การตรวจสอบโดยใช้ช้อนตรวจสอบการกินอาหารของกุ้ง และปรับปริมาณการกินอาหารของกุ้งตามปริมาณอาหารที่เหลือในบ่อ โดยอาศัยหลักการว่า เมื่อให้อาหารกับกุ้งในปริมาณที่ไม่เพียงพอ กุ้งที่ไม่ได้รับอาหารจะขึ้นมากินอาหารในบ่อ อาหารในบ่อจะหมด แสดงว่าสามารถเพิ่มปริมาณการให้อาหารได้ ส่วนเมื่อให้อาหารมากเกินไป กุ้งไม่ขึ้นมากินอาหารในบ่อ ทำให้อาหารในบ่อเหลือ อาหารในบ่อเหลือมาก ยิ่งแสดงให้เห็นว่าการให้อาหารในมือนั้นมากเกินไปเกินความต้องการกินอาหารของกุ้ง วิธีการนี้จึงเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการให้อาหารตามความต้องการกินอาหารของกุ้ง

วิธีการปฏิบัติในการให้อาหาร ในทางปฏิบัติเมื่อปล่อยกุ้งแล้วเกษตรกรควรให้อาหารในอัตรา 1-2 กก./กุ้ง 1 แสนตัว/วัน ขึ้นกับความหนาแน่นและปริมาณอาหารธรรมชาติในบ่อ

การเลือกเบอร์อาหารเป็น การเลือกขนาดของเม็ดอาหารที่เหมาะสมกับขนาด ของกุ้งตามที่ผู้ผลิตอาหารได้กำหนดไว้ ซึ่งสามารถใช้ได้ โดยในช่วงที่มีการเปลี่ยนเบอร์อาหารนั้น เกษตรกรอาจผสมอาหารสองเบอร์ ให้พร้อมกัน เป็นการค่อยๆ ปรับลดอาหารเบอร์ที่ใช้อยู่และปรับ เพิ่มอาหารเบอร์ใหม่ ซึ่งสัดส่วนของการปรับ นั้น ขึ้นอยู่กับความแตกต่างในด้านขนาดของกุ้งซึ่งถ้ามี มากจะทำให้การปรับเปลี่ยนอาหารยุ่งยากมากขึ้น การปรับเปลี่ยนเบอร์อาหารที่ผิดพลาด ทำให้กุ้งโต ช้าและอาหารเหลือในบ่อ เกิดการเน่าเสียในระหว่างเลี้ยง

อาหารกุ้งขาวเป็นอาหาร โปรตีนต่ำกว่า การผสมอาหารกุ้งกุลาดำปนกับอาหาร กุ้งขาว กุ้งจะได้รับโปรตีนมากขึ้น ทำให้กุ้งเนื้อแน่นและได้น้ำหนักกุ้งมากขึ้น เป็นการเร่งอัตราการเจริญเติบโต ซึ่งเกษตรกรหลายรายนิยมใช้วิธีนี้ในช่วงประมาณ 2-3 สัปดาห์ก่อนจับ เพื่อผลผลิตของกุ้งในบ่อ

การตรวจสอบการกินอาหารโดยใช้ยอ เทคนิคที่ในการวางยอเพื่อตรวจสอบ ปริมาณการกินอาหาร นิยมวางบ่อละ 4 ยอ ระยะแรกจะใส่อาหารที่ 1 กรัม/ยอ เช็ค 3 ชม./ครั้ง จนถึง วันที่ 30 ก็เพิ่มขึ้นเป็น 2 กรัม/ยอ เช็คทุก 3 ชม. เมื่อกุ้งอายุ 50 วัน เพิ่มขึ้น 3 กรัม/ยอ เช็คทุก 2 ชม.ครั้ง จนถึงกุ้งขนาด 60 ตัว/กก. เพิ่มขึ้น 4 กรัม/ยอ เช็ค 2 ชม.ครั้ง เมื่อกุ้งโตได้ขนาด 50 ตัว/กก. ให้ปรับเพิ่มเป็น 5 กรัม/ยอ เช็คทุก 2 ชั่วโมง และใช้อัตราการใส่อาหารในยอปริมาณนี้จนถึงจับกุ้ง

ค่าอัตราแลกเนื้อ (Food conversion ratio : FCR) หมายถึงค่าปริมาณอาหารที่ใช้ ในการผลิตกุ้ง 1 กก.

คำนวณได้จากสูตร อัตราแลกเนื้อ = ปริมาณอาหารที่ใช้ทั้งหมด / ปริมาณกุ้งที่จับได้ทั้งหมด

อัตราแลกเนื้อที่ต่ำ แสดงให้เห็นว่า เกษตรกรมีการให้อาหารอย่างมีประสิทธิภาพ ปกติแล้ว ค่าอัตราการแลกเนื้อที่ต่ำกว่า 1.8 จัดเป็นการให้อาหารที่มีประสิทธิภาพ ค่าอัตราแลกเนื้อที่สูงอาจเนื่องมาจากสูตรอาหารไม่เหมาะสม การให้อาหารมากเกินไป คุณภาพน้ำและดินในบ่อเสื่อมโทรม เกษตรกรจึงต้องคำนวณค่าอัตราแลกเนื้อและนำมาปรับวิธีการให้อาหารและการ จัดการเลี้ยงในรอบต่อไป

2.3 การใช้เครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติ

ในปัจจุบันที่ค่าแรงของแรงงานมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้น การลดการใช้แรงงานคนลงจะทำให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ เทคโนโลยีที่คนเลี้ยงกุ้งทุกคนต้องควยกันตั้งแต่ต้นปี 2553 เป็นต้นมา คือ เครื่องให้อาหารอัตโนมัติหรือออโต้ฟีด ซึ่งนอกจากจะช่วยลดการใช้แรงงานลงได้แล้ว ข้อดีอีกอย่างของการใช้เครื่องให้อาหารคือสามารถให้อาหารกุ้งได้บ่อยขึ้น หลายฟาร์มมีการทดลองใช้มา มากกว่า 2 ปี หลาย ๆ ฟาร์มก็เริ่มมีการทดลองใช้กัน มีการลองผิดลองถูกทดลองกันเรื่อยมา ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาตัวเครื่องออโต้ฟีด การพัฒนาเทคนิคการติดตั้ง รวมทั้งการตั้งเวลาในการหว่านให้อาหาร จนกระทั่งปัจจุบันน่าจะลงตัวมากที่สุดแล้ว การใช้เครื่องออโต้ฟีดนั้นสำคัญอยู่ที่ผู้ใช้งานต้องเข้าใจและศึกษาอย่างละเอียดจะทำให้ได้ประโยชน์สูงสุด ไม่ว่าจะเป็นการลดต้นทุนอย่างเห็นได้

ชัดเจนในเรื่องของค่าอาหารที่สามารถลดลงได้ 20-30 % เวชภัณฑ์ในการควบคุมคุณภาพน้ำ ย่นระยะเวลาในการเลี้ยงและทำไข่ได้ใหญ่ขึ้น ความเคลื่อนไหวในด้านปริมาณการใช้เครื่องออโต้ฟีดในแต่ละจังหวัดพอสรุปได้ดังตารางที่ 2.6 โดยรวมแล้วในปี 53 ที่ผ่านมานั้นมีการใช้เครื่องออโต้ฟีดโดยเฉลี่ยทั่วทั้งประเทศประมาณ 21% และคาดการณ์ว่าปีนี้เองคนเลี้ยงกุ้งบ้านเราจะมีการใช้เครื่องมือ ออโต้ฟีดมากกว่า 50% เลยทีเดียว

ตารางที่ 2.6 แสดงเปอร์เซ็นต์ปริมาณการใช้เครื่องออโต้ฟีดของแต่ละจังหวัด

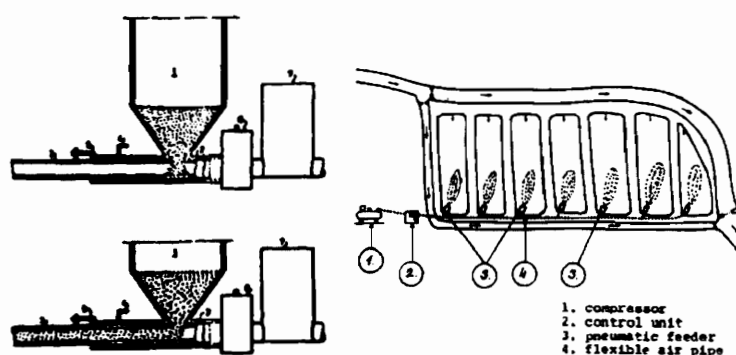
ลำดับผลผลิต	ปี 2553		ปริมาณการใช้
	จังหวัด	ผลผลิต (ตัน)	เครื่อง Auto feeder
1	จันทบุรี	63,022	40%
6	ตราด	33,888	40%
9	นครศรีธรรมราช	28,921	40%
3	สงขลา	50,071	30%
11	กระบี่	23,133	30%
12	ตรัง	12,736	30%
10	พังงา	27,507	25%
7	ชุมพร	30,914	15%
2	สุราษฎร์ธานี	57,729	10%
4	สตูล	37,024	10%
5	ประจวบคีรีขันธ์	36,565	10%
8	ฉะเชิงเทรา	29,491	5%
13	เพชรบุรี	10,648	5%
14	สุพรรณบุรี	9,863	5%
15	สมุทรสาคร	8,732	5%
16	อื่น ๆ	43,272	เฉลี่ย 21%
Total		503,217	

2.4 รูปแบบเครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติ

เครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติแบ่งตามการจัดส่งพลังงาน (Váradí, 2015)

(ก) เครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติโดยใช้พลังงานจากแรงดันลม (Pneumatic-type automatic feeders)

นิวเมติกส์ (pneumatic) มาจากคำว่า นิวมา (pneuma) เป็นภาษากรีกโบราณ หมายถึง ลมหรือลมหายใจทางปรัชญา หมายถึง วิญญาณ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับลมและลมที่เคลื่อนที่ ลมอัดจึงเป็นพลังงาน



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างระบบการทำงานนิวเมติกส์

ระบบนิวเมติก หมายถึง ระบบการส่งถ่ายกำลังโดยอาศัยความดันลมเป็นตัวกลางในการส่งถ่ายกำลัง โดยมีอุปกรณ์ เช่น กระบอกสูบ ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมให้เป็นพลังงานกล เคลื่อนอาหารออก ซึ่งมีข้อดี ข้อเสีย ดังนี้

ข้อดีของระบบนิวเมติก

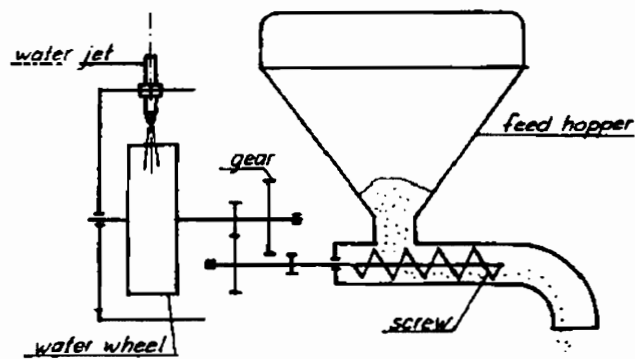
- มีความเร็วในการทำงาน ลมอัดมีความเร็วในการทำงานสูง
- ทนต่อการระเบิด เพราะลมไม่ติดไฟ และไม่ระเบิด
- มีความปลอดภัย เนื่องจากอุปกรณ์ในระบบนิวเมติกไม่เกิดความเสียหายเมื่อใช้งานเกินกำลัง
- สามารถปรับความเร็วในระบบได้ง่าย และสะดวกในการติดตั้ง
- การส่งถ่ายลม สามารถส่งไปตามท่อหรือสายลมในระยะทางไกลๆ ได้โดยง่าย ส่วนลมที่ใช้แล้วสามารถปล่อยทิ้งสู่บรรยากาศได้ทันที โดยไม่ก่อให้เกิดมลพิษ

ข้อเสียของระบบนิวเมติก

- เมื่อลมมีความชื้นและเมื่อความชื้นเข้าไปในระบบจะเกิดสนิม ทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์ที่วัสดุทำปฏิกิริยากับความชื้น เสียหายได้
- ความดันลมจะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยน ซึ่งเมื่ออุณหภูมิสูงลมอัดจะมีความดันสูง และความดันจะลดลงเมื่ออุณหภูมิต่ำลง
- ลมสามารถอัดตัวได้ จึงทำให้การเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทำงานไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากการยุบตัวของลมอัด
- มีเสียงดัง

(ข) เครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติโดยใช้พลังงานจากแรงดันของเหลว (Hydraulic-type automatic feeders)

ระบบไฮดรอลิก เป็นระบบที่มีการส่งถ่ายพลังงาน (Transmission) ของของไหลให้ เป็นพลังงานกล โดยผ่านตัวกระทำ (Actuators) เช่น กระบอกสูบ (Cylinder) มอเตอร์ไฮดรอลิก (Hydraulic Motor) ในอุตสาหกรรมนิยมใช้น้ำมันไฮดรอลิก (Hydraulic Oil) เป็นตัวกลาง ในการส่งถ่ายพลังงาน เพราะน้ำมันไฮดรอลิกมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ ไม่สามารถยุบตัวได้ (Incompressible) จึงทำให้การส่งถ่ายพลังงานมีประสิทธิภาพมาก โดยแรงดันของของเหลวจะส่งกำลังให้เกียร์ทำงานหมุนสกรู เพื่อดำลึยอาหารออกมา



รูปที่ 2.2 แสดงตัวอย่างการทำงานของเครื่องให้อาหารระบบไฮดรอลิก Water-wheel type automatic feeder

ข้อดีระบบไฮดรอลิก

- สามารถส่งกำลังได้มาก โดยใช้อุปกรณ์ขนาดเล็ก
- สามารถควบคุมการทำงานได้ง่าย
- มีคุณสมบัติหล่อลื่นในตัวเอง
- เมื่อเกิดความร้อนขึ้นในระบบ น้ำมันจะเป็นตัวพาความร้อนออกไป
- อายุการใช้งานนาน

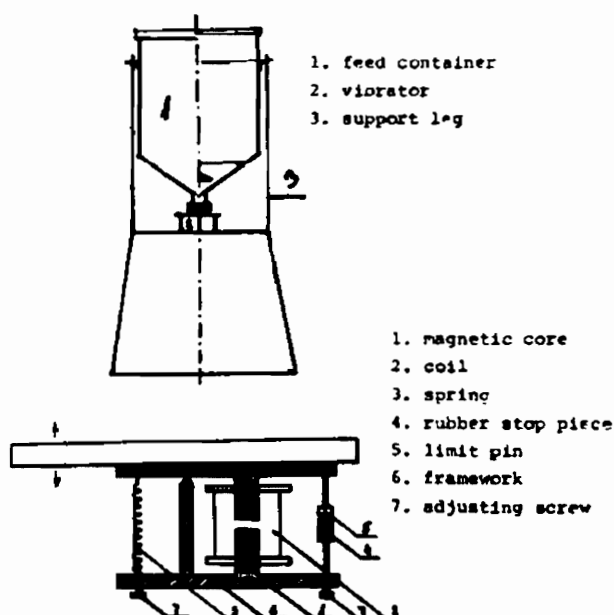
ข้อเสียระบบไฮดรอลิก

- พลังงานไฮดรอลิกไม่พร้อมที่จะใช้งานทันที
- อุปกรณ์ที่ใช้งานต้องผลิตขึ้นอย่างละเอียด ทำให้ราคาแพง
- เกิดมลภาวะ เมื่อเกิดการรั่วของน้ำมัน
- การบำรุงรักษาและตรวจซ่อมค่อนข้างยุ่งยาก
- มีโอกาสเสียหาย แตกหัก และติดไฟได้

(ค) ให้เครื่องอาหารอัตโนมัติโดยใช้พลังงานไฟฟ้า (Electrically operated automatic feeders)

โดยให้เครื่องอาหารประเภทนี้ จะมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ ถังบรรจุอาหาร, ส่วนกระจายอาหาร และ ตัวกั้นอาหาร ซึ่งสามารถแบ่งออกตามชนิดของลักษณะในการกระจายอาหาร ดังนี้

- 1.แบบที่มีลิ้นปิด-เปิดอาหาร เพื่อให้อาหารจากถังบรรจุอาหาร ตกลงสู่บ่อเลี้ยง
- 2.แบบที่อาศัยการเขย่าของตัวกระจายอาหารที่ติดตั้งอยู่ใต้ถังบรรจุอาหารเพื่อให้อาหารตกลงลงสู่บ่อเลี้ยง
- 3.แบบที่อาศัยการหมุนของจานเหวี่ยงอาหารที่ติดตั้งอยู่ใต้ถังบรรจุอาหาร เพื่อกระจายอาหารลงสู่บ่อเลี้ยง โดยปริมาณอาหารจะถูกควบคุม โดยความเร็วในการหมุนของจานเหวี่ยง



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างเครื่องให้อาหารใช้พลังงานไฟฟ้า

ข้อดีระบบมอเตอร์ไฟฟ้า

- มีลักษณะโครงสร้างง่าย ไม่ซับซ้อน
- การบำรุงรักษาน้อยมาก แข็งแรงทนทาน
- ใช้ในสถานที่ที่มีสารไวไฟ หรือสารเคมีได้
- หาซื้อได้ง่าย เป็นที่นิยม

ข้อเสียระบบมอเตอร์ไฟฟ้า

- การควบคุมความเร็วทำได้ยากมาก จะต้องใช้อุปกรณ์ทาง power electronics มาควบคุม คือ inverter ซึ่งมีราคาค่อนข้างแพง

เครื่องให้อาหารแบบต่างๆที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

เครื่องให้อาหารใช้พลังงานไฟฟ้า แบบอาศัยการหมุนของจานเหวี่ยง จะเป็นที่นิยมใช้กันมากในประเทศไทย โดยอาหารในถังบรรจุจะไหลลงผ่านกรวย ไปยังจานเหวี่ยงซึ่งยึดติดกับมอเตอร์โดยมีแกนช่วยเขี่ยอาหารป้องกันการกระจุกตัวของเม็ดอาหาร อาหารจะถูกส่งออกโดยแรงเหวี่ยงผ่านก้านเหวี่ยง ซึ่งอาจมีรูปแบบต่างๆกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.4 และทั้งหมดนี้จะควบคุมด้วยตู้ควบคุม



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะท่อกลมช่องการกระจาย4,2 และ ท่อสี่เหลี่ยม ตามลำดับ

ตัวเครื่องให้อาหารประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ถังบรรจุอาหาร, ส่วนการกระจายอาหาร และส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าควบคุม ส่วนใหญ่จะมีถังบรรจุอาหารทำจากพลาสติก หรือ สแตนเลส มีความสูงอยู่ในช่วง 1.2 - 1.5 เมตร สามารถบรรจุอาหารได้ประมาณ 50 - 150 กิโลกรัม นอกจากนี้ ในแต่ละรุ่นยังมีการออกแบบแตกต่างกันไป เพื่อให้สามารถปรับปริมาณอาหาร หรือ สามารถติดตั้งได้ภายในบ่อเลี้ยง เช่นแบบท่อนลอย เป็นต้น

ตารางที่ 2.7 ตัวอย่างเครื่องให้อาหารกึ่งแบบทั่วไปที่มีขายในท้องตลาด

รูปถังบรรจุอาหารแบบทั่วไป	รายละเอียด
	<p>กว้าง 0.61 เมตร. สูง 1.50 เมตร น้ำหนักโดยประมาณ 75 กิโลกรัม</p> <p>ตู้คอนโทรล และมอเตอร์ เป็นระบบไฟฟ้า 380 โวลต์</p> <ul style="list-style-type: none"> - ปรับสเกลได้ คือ สามารถปรับระยะช่องให้อาหาร ขนาด 16-25 มิลลิเมตร ตามระยะเวลาการเลี้ยง - ถังบรรจุอาหารได้ประมาณ 200 กิโลกรัม <p>ข้อดี บรรจุอาหารกึ่งได้มาก</p> <p>ข้อเสีย มีน้ำหนักมากเคลื่อนย้ายลำบาก</p>

ตารางที่ 2.7 ตัวอย่างเครื่องให้อาหารกึ่งแบบทั่วไปที่มีขายในท้องตลาด (ต่อ)

รูปถังบรรจุอาหารแบบทั่วไป	รายละเอียด
	<ul style="list-style-type: none"> - ถังบรรจุอาหารกว้าง 0.78 เมตร สูง 1.23 เมตร น้ำหนักโดยประมาณ 190 กิโลกรัม - ข้อดีบรรจุอาหารได้ปริมาณมาก - ข้อเสียมีน้ำหนักมากเคลื่อนย้ายลำบาก
	<ul style="list-style-type: none"> - ติดตั้งบนท่อนลอย เพื่อให้สามารถนำไปวางตามจุดต่างๆ ภายในบ่อเลี้ยง - ข้อดีเคลื่อนย้ายในน้ำได้ง่าย - ข้อเสียใส่อาหารยาก ติดตั้งยาก
	<ul style="list-style-type: none"> - ถังบรรจุอาหารสแตนเลส <p>ชุดหวนอาหาร ประกอบด้วย มอเตอร์ 2 ตัว 4 วัตต์ และ 49 วัตต์กินกระแสไฟ 0.28 Amp. ขนาดบรรจุ 100 กิโลกรัม ผู้ควบคุมการทำงาน สเปคเครื่องสามารถหวนอาหารได้ 1 กก. ต่อ 1 นาที สามารถต่อกับชุดหวนอาหารได้ 8 เครื่อง ใช้กระแสไฟ 220 V.</p> <ul style="list-style-type: none"> - ข้อดี มีน้ำหนักเบา - ข้อเสีย ติดตั้งยาก ใช้การติดตั้งบนหลักปักเท่านั้น มีการอุดตันบ่อย ใช้มอเตอร์ 2 ตัว
	<p>เครื่องประกอบด้วย</p> <p>เครื่องให้อาหารอัตโนมัติที่สามารถควบคุมเวลาและปริมาณได้</p> <p>ท่อลำเลียง (จะลอยอยู่บนผิวน้ำ)</p> <p>หัวจ่ายอาหารจะอยู่เหนือผิวน้ำ และสามารถเคลื่อนย้ายตาม ความต้องการของผู้เพาะเลี้ยง</p>

ตารางที่ 2.7 ตัวอย่างเครื่องให้อาหารกึ่งแบบทั่วไปที่มีขายในท้องตลาด (ต่อ)

รูปถังบรรจุน้ำแบบทั่วไป	รายละเอียด
	<p>รัศมีการให้อาหารมีระยะทางถึง 20 เมตร</p> <p>ข้อดี ถังบรรจุน้ำอยู่บนฝั่ให้อาหารง่าย</p> <p>ข้อเสีย ใช้มอเตอร์ 2 ตัวใช้หมุนสกรูเกลียวในการป้อนอาหารไปยังจานเหวี่ยงและใช้หมุนจานเหวี่ยงอีกหนึ่งตัว ถ้าตัวหนึ่งตัวใดเสียก็ไม่สามารถหว่านอาหารได้</p>
	<p>ทำมาจากถังพลาสติกสีน้ำเงินขนาด 200 ลิตร เต็มใบ ความสูงถึง 90 cm นำมาต่อเข้ากับกรวยบังคับอาหารลงจานเหวี่ยง ซึ่งทำมาจากแผ่นสังกะสีรางน้ำ มีขนาดความสูงของถังรวมขาตั้ง 170 cm รอยต่อระหว่างถังให้อาหารและกรวย มีเหล็กรัดขอบเพิ่มความแข็งแรงและเป็นตัวยึดกับโครงขาตั้ง ซึ่งจะมั่นคงสำหรับปรับขึ้นลง เพื่อให้อาหารออกมาหรือน้อยตามต้องการ มีน้ำหนักรวมทั้งหมด 30 กิโลกรัม</p> <p>ข้อดี บรรจุน้ำได้มาก</p> <p>ข้อเสีย มีความสูงมาก เคลื่อนย้ายไม่สะดวกและติดตั้งยาก</p>

ส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าควบคุม มีอุปกรณ์ดังนี้

มอเตอร์

มอเตอร์ที่นำมาใช้นี้มีหลายชนิดแตกต่างกัน (อรณัต์ บุญสม และ รัตพล เย็นสำราญ, 2555) เช่นแบบที่ใช้กับชนิดไฟฟ้ากระแสตรง 1 เฟสหรือกระแสสลับ 3 เฟสหรือเป็นตามหลักการสร้างและการทำงานของมอเตอร์ เช่นอินดักชันมอเตอร์ วิธีการควบคุมมอเตอร์นั้น จำเป็นต้องศึกษา และเข้าใจเกี่ยวกับการติดตั้ง และการใช้งานมอเตอร์ ปั้มน้ำ และเครื่องให้อาหาร เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อเลือกขนาดของสายเมนขนาดของเมนฟิวส์หรือเมนสวิตช์ได้ถูกต้อง มิฉะนั้นอาจทำให้เกิดความเสียหายแก่มอเตอร์ และปั้มน้ำได้ เช่น มอเตอร์ไหม้ ทำงานเกินกำลัง สายเมนร้อนจัด และไหม้ เป็นสาเหตุของการเกิดไฟฟ้า

ลัดวงจร สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับมีระบบแรงดันไฟฟ้าได้หลายระบบด้วยกัน เช่นระบบ 1 เฟส 2 สาย แรงดัน 220 โวลต์ ระบบ 3 เฟส 3 สาย แรงดัน 380 โวลต์ หรือ ระบบระบบ 3 เฟส 4 สาย แรงดัน 380 โวลต์ เป็นต้น นอกจากนี้มอเตอร์ยังมีขนาดต่าง ๆ กัน ทำให้ต้องเลือกขนาดสายเมนที่ถูกต้อง มอเตอร์กระแสสลับที่ใช้กันมักเป็นแบบ อินดักชั่นมอเตอร์ (Induction Motor) ซึ่งจะมีหลายขนาดแรงม้า และสามารถสตาร์ทด้วยตัวเองได้

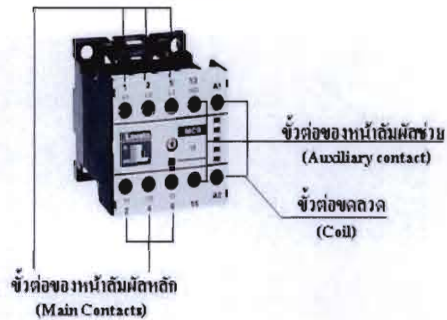
หลักการควบคุมมอเตอร์

ในการควบคุมมอเตอร์จะต้องพิจารณาความจำเป็นต่าง ๆ เกี่ยวกับการเลือก การออกแบบ การติดตั้ง และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ ซึ่งต้องคำนึงถึงวิธีการควบคุมและวิธีการทำงาน ฉะนั้นความจำเป็นอีกอย่างหนึ่งคือการออกแบบเครื่องควบคุม (Controller) มอเตอร์ เพื่อให้เหมาะสมกับเครื่องจักรที่จะใช้ มอเตอร์ขับ ความหมายของการควบคุมมอเตอร์ (Motor Control) คือการบังคับให้มอเตอร์ทำงานหรือหยุดตามที่เรากำลังต้องการ ซึ่งอาจใช้อุปกรณ์หลายอย่างในการควบคุม เช่นเบรกเกอร์ (Breaker) สวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch) หรือแมกเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor) รีเลย์ตั้งเวลา (Timer Relay) เป็นต้น เพื่อที่จะให้มอเตอร์เกิดอัตราเร่งในการเริ่มหมุนรวมทั้งการควบคุมความเร็ว (Speed Control) และกลับทางหมุน (Reversing) ของมอเตอร์อีกด้วย

หลักการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในการควบคุมมอเตอร์

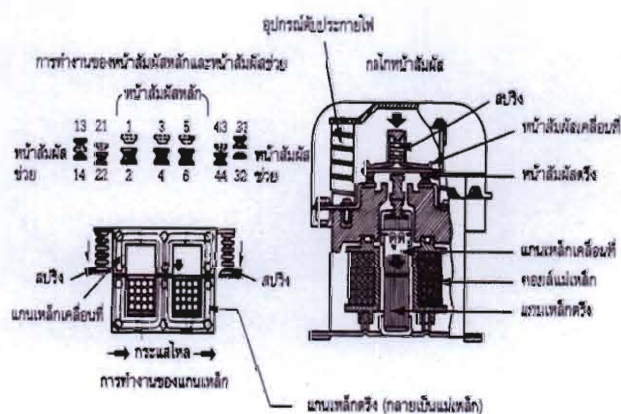
1. แมกเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor) เป็นอุปกรณ์ควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าทำหน้าที่เป็นตัวตัดและต่อวงจรเหมือนสวิตช์ไฟฟ้าทั่วไป โดยคอนแทคเตอร์ทำงานอาศัยอำนาจแม่เหล็กแทนการสับสวิตช์ด้วยมือโดยตรงในตัวคอนแทคเตอร์จะมีหน้าสัมผัส (Contact) จำนวนหลายชุดติดอยู่บนแกนเดียวกันและทำงานพร้อมกันหน้าสัมผัส (Contact) จะมีทั้งแบบปกติเปิด (Normally Open; NO) แบบปกติปิด (Normally Close; NC) จำนวนหน้าสัมผัสทั้งสองแบบจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการนำคอนแทคเตอร์ไปใช้งาน หน้าสัมผัสจะแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ

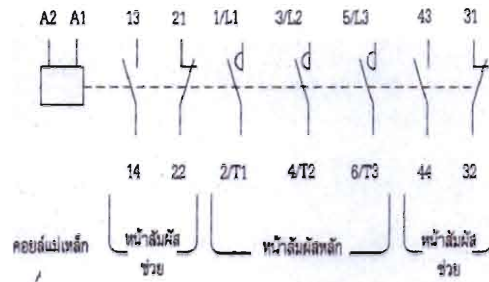
- หน้าสัมผัสหลัก (Main Contact) เป็นหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open; NO) ใช้สำหรับเปิดหรือปิดวงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เครื่องใช้ไฟฟ้าโดยเฉพาะ เช่นมอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น ทั้งนี้เพราะหน้าสัมผัสถูกออกแบบให้มีขนาดใหญ่เหมาะสำหรับใช้กับกระแสไฟฟ้าสูง สังเกตดูได้จากสกรูที่หน้าสัมผัสจะมีขนาดใหญ่และจะมีตัวอักษรกำกับเป็น L1 , L2 , L3 และ T1 , T2 , T3
- หน้าสัมผัสช่วย (Auxiliary Contact) หน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open ; NO) หรือแบบปกติปิด (Normally Close ; NC) หน้าสัมผัสช่วยนั้นจะมีขนาดเล็กกว่าหน้าสัมผัสหลักจึงทนกระแสไฟฟ้าได้น้อยกว่าจึงใช้เฉพาะในวงจรควบคุมเท่านั้นไม่สามารถนำไปต่อใช้เปิดหรือปิดวงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เครื่องใช้ไฟฟ้าหรือมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรงได้



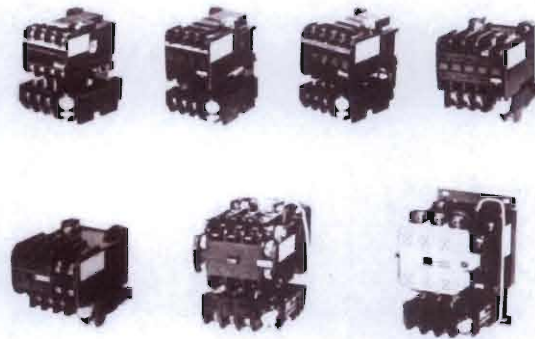
รูปที่ 2.5 ลักษณะภายนอกและตำแหน่งช่องเข้าสายที่ใช้งาน

คอนแทคเตอร์จะประกอบด้วยกลไกของหน้าสัมผัสและส่วนของแกนเหล็กกลไกของหน้าสัมผัสจะประกอบด้วยหน้าสัมผัสหลัก และหน้าสัมผัสช่วยส่วนของแกนเหล็กจะประกอบด้วยแกนด้วยแกนเหล็กจริง และแกนเหล็กเคลื่อนที่ตัวกล่องของคอนแทคเตอร์จะทำด้วยเรซิน (Resin) ส่วนด้านบนเป็นกลไกหน้าสัมผัส และด้านล่างเป็นแกนเหล็ก หน้าสัมผัสจริงจะถูกยึดกับตัวกล่องส่วนหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ที่จะต่อกับแกนเหล็กที่เมื่อแกนเหล็กถูกแรงแม่เหล็กดูดจะทำให้หน้าสัมผัสเคลื่อนที่ของหน้าสัมผัสหลัก และหน้าสัมผัสช่วยถูกดึงเข้ามาสัมผัสกับหน้าสัมผัสจริงได้ เมื่อปล่อยกระแสไฟไหลในคอยล์จะทำให้แกนเหล็กจริงกลายสภาพเป็นแม่เหล็กระหว่างแกนเหล็กจริงกับแกนเหล็กเคลื่อนที่ จะเกิดฟลักซ์แม่เหล็ก (Magnetic Flux) ไหลผ่านเกิดเป็นวงจรแม่เหล็กขึ้นแกนเหล็กเคลื่อนที่จะถูกแรงดูดแม่เหล็กดูดให้เคลื่อนที่จะพาให้กลไกของหน้าสัมผัสหลัก และหน้าสัมผัสช่วยที่ต่ออยู่นั้นเคลื่อนที่ลงมาด้านล่าง ทำให้หน้าสัมผัสหลักปิดหน้าสัมผัสช่วยแบบปิด a และหน้าสัมผัสแบบเปิด b ได้สภาพที่แรงดูดแม่เหล็ก ดังรูปที่ 2.6 เรียกว่า “ คอนแทคเตอร์ทำงาน ” หน้าสัมผัสของคอนแทคเตอร์มีหลายชุดเมื่อคอนแทคเตอร์ทำงานหน้าสัมผัสบางชุดจะปิดบางชุดก็จะเปิด ถ้าเขียนด้วยสัญลักษณ์แสดงการเปิดปิดของหน้าสัมผัสก็จะแสดงในรูปที่ 2.7





รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์หน้าสัมผัสของแมกเนติกคอนแทคเตอร์



รูปที่ 2.8 แมกเนติกคอนแทคเตอร์แบบต่างๆ

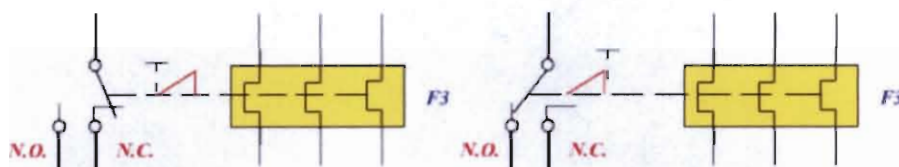
2. โอเวอร์โหลดรีเลย์ (Overload Relay) โอเวอร์โหลดรีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการตัดต่อวงจรเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้โหลดนิยมใช้เป็นสวิตช์เปิดปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้าไปที่มอเตอร์ หรือปั๊ม ซึ่งจะใช้คู่กับแมกเนติกคอนแทคเตอร์ ดังรูปที่ 2.9 การป้องกันกระแสเนื่องจากภาระกระแสเกินการใช้งานมอเตอร์ ไฟฟ้านั้นมีอยู่บ่อยครั้งที่มีการใช้งานมอเตอร์เกินพิกัด จนทำให้มอเตอร์เกิดความร้อนสูง ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อตัวมอเตอร์ได้ฟิวส์ หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ในวงจรมอเตอร์นั้นจะไม่ปลดวงจรออกเนื่องจากตัวมันจะทำหน้าที่ในการป้องกันการลัดวงจรของมอเตอร์เท่านั้น และกระแสเกินพิกัดของมอเตอร์ก็ไม่สูงพอที่จะสั่งให้ฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ทำงานด้วย ทำให้ต้องมีการติดตั้งโอเวอร์โหลดรีเลย์เพิ่มเติมเพื่อทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ในกรณีที่มีการใช้โหลดเกิน ได้แก่ รีเลย์โหลดเกิน (Overload Relay) ในวงจรมอเตอร์



รูปที่ 2.9 โอเวอร์โหลดรีเลย์ที่เชื่อมต่อกับแมกเนติกคอนแทคเตอร์



รูปที่ 2.10 โอเวอร์โหลดรีเลย์แบบต่างๆ



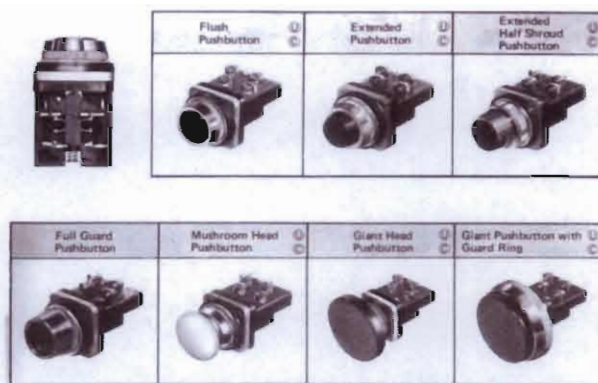
รูปที่ 2.11 สัญลักษณ์ของโอเวอร์โหลดรีเลย์

3. เบรกเกอร์ (Breaker) เบรกเกอร์เป็นสวิตช์เปิด - ปิดที่ใช้ในงานไฟฟ้าทั่ว ๆ ไปแต่มีคุณภาพที่สูงกว่า เพราะว่าเบรกเกอร์นอกจากจะทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิด - ปิดวงจรไฟฟ้าแล้วยังสามารถควบคุมและป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินในวงจรและการลัดวงจร ทำงานโดยอาศัยความร้อนและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อเบรกเกอร์ตัดวงจรแล้วมันยังสามารถใช้งานได้อีก



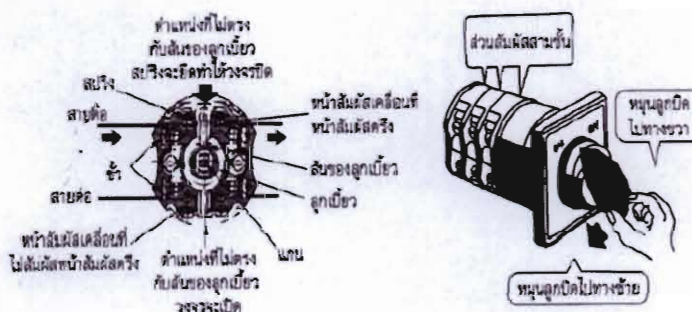
รูปที่ 2.12 ลักษณะภายนอกของเบรกเกอร์

4. สวิตช์ปุ่มกด (Push Button Switch) เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าสัมผัสอยู่ในซึ่งสามารถควบคุมการเปิด - ปิดของหน้าสัมผัสนั้นได้โดยใช้มือกดที่ปุ่ม เมื่อใช้นิ้วมือกดที่ปุ่มแรงจากการกดจะทำให้กลไกภายในบังคับให้หน้าสัมผัสเปิดหรือปิด แต่เมื่อปล่อยมือจากการกดหน้าสัมผัสจะคืนสู่สภาพเดิมด้วยแรงสปริงโดยทั่วไปนิยมเรียกกันว่า “หน้าสัมผัสชนิดกดติดปล่อยดับ” รูปร่างภายนอกแสดงในรูปที่



รูปที่ 2.13 ลักษณะสวิตช์ปุ่มกดขนาดต่างๆ

4. สวิตช์เลือก (Selector Switch) สวิตช์เลือก หมายถึง สวิตช์ที่ใช้ในการเลือกโหมดการต่าง ๆ ของเครื่องจักร สวิตช์เลือกมักจะมีลูกบิดภายในเมื่อหมุนลูกบิดด้านหน้าลูกบิดภายในจะเคลื่อนที่ทำให้เกิดการเปิด - ปิดหน้าสัมผัสได้ ดังรูปที่ 2.14 แสดงการทำงานของสวิตช์เลือก และรูปที่ 2.15 ลักษณะภายนอกของสวิตช์เลือกโดยทั่วไป

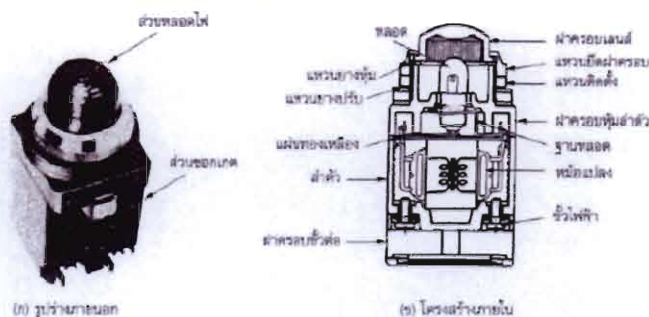


รูปที่ 2.14 การทำงานของสวิตช์เลือก



รูปที่ 2.15 ลักษณะภายนอกของสวิตช์เลือก

5. หลอดไฟสัญญาณ (Pilot Lamp) หลอดไฟสัญญาณเป็นหลอดที่ใช้แสดงสถานะของการควบคุม เช่น เครื่องกำลังทำงาน เครื่องหยุดเครื่องชำรุด เป็นต้น หลอดไฟสัญญาณจะประกอบด้วยหลอดอยู่ภายในฝาครอบที่ทำเป็นเลนส์สีต่าง ๆ ด้านล่างจะเป็นวงจรที่ทำหน้าที่ลดแรงดันไฟเพื่อจ่ายให้หลอด ซึ่งภายในเป็นหม้อแปลงขนาดเล็กดังรูปที่ 2.16 โครงสร้างภายนอกและภายในของหลอดไฟสัญญาณ



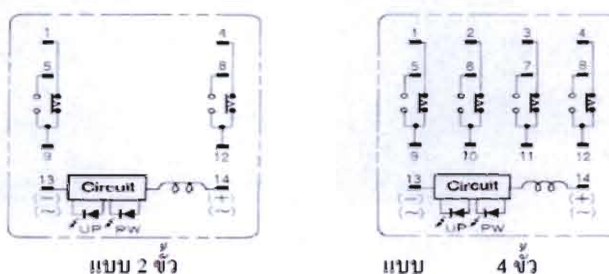
รูปที่ 2.16 โครงสร้างภายนอกและภายในของหลอดไฟสัญญาณ



รูปที่ 2.17 หลอดไฟสัญญาณที่ใช้ทั่วไป

6. รีเลย์ตั้งเวลา (Timer Relay) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในงานควบคุมที่สามารถตั้งเวลาการทำงานของหน้าสัมผัสได้จึงนำไปใช้ในการควบคุมแบบอัตโนมัติ แบ่งลักษณะการทำงานของหน้าหน้าสัมผัสได้ 2 แบบคือ

- แบบหน่วงเวลาหลังจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้า (On - Delay) เมื่อจ่ายจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับรีเลย์ตั้งเวลาแล้ว หน้าสัมผัสจะอยู่ในตำแหน่งเดิมและเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้หน้าสัมผัสจึงจะเปลี่ยนตำแหน่งเป็นสถานะตรงข้ามและค้างตำแหน่งจนกว่าจะหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับรีเลย์ตั้งเวลา
- แบบหน่วงเวลาหลังหยุดกระแสไฟฟ้าเข้า (Off - Delay) เมื่อจ่ายจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับรีเลย์ตั้งเวลาแล้ว หน้าสัมผัสจะเปลี่ยนตำแหน่งเป็นสถานะตรงข้ามทันที เมื่อหยุดกระแสไฟฟ้าแล้วและถึงเวลาที่ตั้งไว้หน้าสัมผัสจึงจะกลับอยู่ในสถานะเดิม



รูปที่ 2.18 วงจรภายในของรีเลย์ตั้งเวลา



รูปที่ 2.19 ลักษณะภายนอกของรีเลย์ตั้งเวลา

7. ฟิวส์ (Fuse) ฟิวส์คืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของวงจรไฟฟ้าเพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดจากการใช้กระแสไฟฟ้า เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลเข้าวงจรไฟฟ้ามากเกินไปหรือเกิดไฟฟ้าลัดวงจรมี 2 ประเภท คือ

- ชนิดมาตรฐานทำงานทันที (Non Time Delay Fuse)
- ชนิดหน่วงเวลา (Time Delay Fuse) ฟิวส์กำลังที่เหมาะสมสำหรับการป้องกันมอเตอร์จะเป็นฟิวส์ชนิดหน่วงเวลา เนื่องจากกระแสเริ่มแรกในขณะสตาร์ทมอเตอร์มีค่าสูงกว่ากระแสปกติประมาณ 5 - 8 เท่า

ฟิวส์ตามมาตรฐาน IEC (International Electro technical Commission) มีขนาดเป็นแอมแปร์ (A) ดังนี้ 6 , 10 , 20 , 25 , 32 , 40 , 50 , 63 , 80 , 100 , 125 , 160 , 200 , 250 , 315 , 400 โดยที่ฟิวส์มีคุณสมบัติต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ฟิวส์ทำด้วยโลหะผสมระหว่างตะกั่วกับดีบุก และบิทมัสผสมอยู่ด้วย
- ฟิวส์มีจุดหลอมเหลวต่ำ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านฟิวส์จะทำให้ฟิวส์ร้อน ซึ่งถ้าร้อนมากถึงจุดหนึ่งฟิวส์จะขาด เช่น กรณีเกิดไฟฟ้าลัดวงจร
- ขนาดของฟิวส์ที่ใช้ตามบ้านมีหลายขนาด เช่น 10 , 15 และ 30 แอมแปร์ ฟิวส์แต่ละขนาดจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านไปได้มากน้อยต่างกัน ถ้ากระแสไฟฟ้าผ่านมากเกินไปขนาดที่กำหนดของฟิวส์จะทำให้ฟิวส์ขาด เช่น ฟิวส์ขนาด 10 แอมแปร์ คือ ฟิวส์ที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ไม่เกิน 10 แอมแปร์



รูปที่ 2.20 ฟิวส์ และฐานฟิวส์



รูปที่ 2.21 ปลั๊กฟิวส์ขนาดต่างๆ

2.5 การวัดการกระจายของข้อมูล (Measures of Dispersion) (คณาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์, 2558)

เป็นสถิติประเภทหนึ่งที่กำลังออกมาเป็นตัวเลข เพื่อใช้อธิบายลักษณะการกระจายของข้อมูล การที่ข้อมูลชุดหนึ่งๆ ประกอบด้วยคะแนนที่มีค่าต่างๆ กันเราเรียกว่า เป็นข้อมูลที่มีการกระจาย ถ้าข้อมูลชุดนั้นประกอบด้วยคะแนนที่มีค่าต่างกันมาก เรียกว่า เป็นข้อมูลที่มีการกระจายมาก ถ้าข้อมูลชุดนั้นประกอบด้วยคะแนนที่มีค่าต่างกันน้อย เรียกว่า เป็นข้อมูลที่มีการกระจายน้อย และถ้าข้อมูลชุดนั้นประกอบด้วยคะแนนที่มีค่าเท่ากันหมด เรียกว่า เป็นข้อมูลที่ไม่มีการกระจาย

การวัดการกระจายนิยมใช้ควบคู่กับการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง เพราะจะช่วยอธิบายลักษณะของข้อมูลได้ชัดเจนขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางเป็นเพียงการบอกค่ากลางของข้อมูลชุดนั้น แต่เรายังไม่ทราบชัดเจนถึงลักษณะการกระจายของข้อมูลว่าคะแนนต่างๆ ในชุดข้อมูลนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน หรือแตกต่างกันมาก ถ้าเรามีทั้งค่าแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางและค่าการกระจายก็จะทำให้เข้าใจลักษณะข้อมูลนั้นได้ชัดเจนขึ้นมากกว่ามีแต่ค่าแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางเพียงอย่างเดียว

การวัดการกระจายของข้อมูล แบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ

1. การวัดการกระจายสัมบูรณ์ (Absolute Variation) คือการวัดการกระจายของข้อมูลเพียงชุดเดียว เพื่อดูว่าข้อมูลชุดนั้นแต่ละค่ามีความแตกต่างกันมากหรือน้อยเพียงไร นิยมใช้กันอยู่ 4 ชนิด คือ

- พิสัย (range)
- ส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ (quartile deviation)
- ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย (mean deviation หรือ average deviation)
- ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

2. การวัดการกระจายสัมพัทธ์ (Relative Variation) คือการวัดการกระจายของข้อมูลที่มีมากกว่า 1 ชุด โดยใช้อัตราส่วนของค่าที่ได้จากการวัดการกระจายสัมบูรณ์ กับค่ากลางของข้อมูลนั้นๆ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบการกระจาย

ของข้อมูลเหล่านั้น มีอยู่ 4 ชนิด คือ

- สัมประสิทธิ์ของพิสัย (coefficient of range)
- สัมประสิทธิ์ของส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ (coefficient of quartile deviation)
- สัมประสิทธิ์ของส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย (coefficient of average deviation)
- สัมประสิทธิ์ของความแปรผัน (coefficient of variation)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation : S.D.)

เป็นการวัดการกระจายของคะแนนรอบๆ ค่าเฉลี่ย (Mean) คล้ายๆ กับส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย แต่แก้ปัญหา ค่าสัมบูรณ์โดยใช้วิธียกกำลังสอง ค่าผลต่างระหว่างคะแนนแต่ละตัวกับค่าเฉลี่ย ทำให้เครื่องหมายลบ หายไปเมื่อหาค่าเฉลี่ยของผลรวม

กรณีข้อมูล ไม่ได้แจกแจงความถี่ มีสูตรดังนี้

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร แทนด้วย σ	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง แทนด้วย s
$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}}$	$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$

จะเห็นได้ว่า ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก็คือรากที่สองของความแปรปรวน เขียนเป็นสูตรได้

$$\text{ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน}^2 = \text{ความแปรปรวน}$$

ดังนั้นถ้าทราบความแปรปรวนของข้อมูลแล้ว จะสามารถหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ โดยการถอดรากที่สองของความแปรปรวนนั้น เขียนเป็นสูตรในรูปสัญลักษณ์ได้ดังนี้

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad \text{หรือ} \quad s = \sqrt{s^2}$$

ในทางกลับกันถ้าทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้ว จะสามารถหาค่าความแปรปรวนได้ โดยการยกกำลังสองค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานนั้น

วัดการกระจายด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ใช้สัมประสิทธิ์ของความแปรผัน (Coefficient of Variation : C.V.)

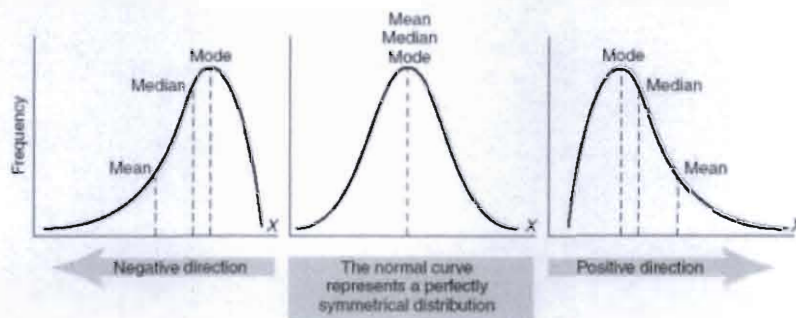
$$C.V. = \frac{\sigma}{\mu} \quad \text{หรือ} \quad \frac{s}{\bar{x}}$$

ความสัมพันธ์ระหว่างการแจกแจงความถี่ ค่ากลาง และการกระจายของข้อมูล

จากข้อมูลที่มีการแจกแจงความถี่ ถ้านำข้อมูลเหล่านี้มาเขียนให้เป็นเส้นโค้งของความถี่ จะได้เส้นโค้งของความถี่ 3 ลักษณะ (ในระดับสูงขึ้น นักเรียนจะได้ศึกษาเส้นโค้งของความถี่มากกว่า 3 ลักษณะ) ดังนี้

1. เส้นโค้งปกติ หรือเส้นโค้งรูประฆังคว่ำ (normal curve or bell-shaped curve)
2. เส้นโค้งเบ้ลาดทางขวา หรือเส้นโค้งเบ้ทางบวก (positively curve)
3. เส้นโค้งเบ้ลาดทางซ้าย หรือเส้นโค้งเบ้ทางลบ (negatively curve)

ลักษณะของโค้งเป็นดังนี้



รูปที่ 2.22 ลักษณะของโค้ง

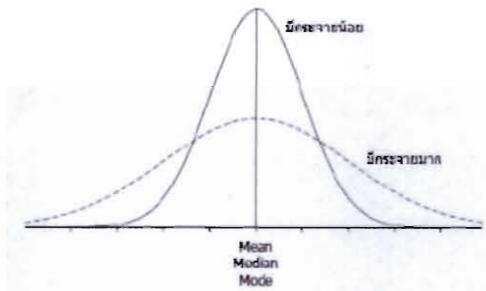
เส้นโค้งของความถี่ของข้อมูลมีความสัมพันธ์กับค่ากลางของข้อมูล คือ

1. โค้งปกติ จะพบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิต = มัธยฐาน = ฐานนิยม
2. เส้นโค้งเบ้ลาดทางขวา จะพบว่า ฐานนิยม < มัธยฐาน < ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
3. เส้นโค้งเบ้ลาดทางซ้าย จะพบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิต < มัธยฐาน < ฐานนิยม

เส้นโค้งของความถี่ที่พบเสมอๆ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลทางด้านประชากร เกษตร สังคม เศรษฐกิจ หรือ วิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มักเป็นข้อมูลที่เกิดขึ้นหรือเป็นไปตามธรรมชาติ และจะมีเส้นโค้งความถี่เป็นรูปเส้นโค้งปกติ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับความสูง น้ำหนัก ราคา ผลผลิตทางการเกษตร มักมีรูปเป็นเส้นโค้งปกติ

ลักษณะของเส้นโค้งปกติ

เส้นโค้งปกติมีความโด่งมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ การกระจายของข้อมูล ถ้าข้อมูลมีการกระจายมากเส้นโค้งปกติจะโด่งน้อย หรือค่อนข้างแบน แต่ถ้าข้อมูลมีการกระจายน้อย เส้นโค้งปกติจะโด่งมากหรือค่อนข้างสูง ดังรูป



รูปที่ 2.23 เส้นโค้งการกระจายของข้อมูล

ลักษณะของเส้นโค้งปกติ	บทสรุป
	<ul style="list-style-type: none">$\mu_1 = \mu_2$$\sigma_1 < \sigma_2$ข้อมูลชุดที่ 1 กระจายมากกว่าชุด 2
	<ul style="list-style-type: none">$\mu_1 < \mu_2$$\sigma_1 = \sigma_2$ข้อมูลชุดที่ 1 กระจายมากกว่าชุด 2$\frac{\sigma_1}{\mu_1} > \frac{\sigma_2}{\mu_2}$
	<ul style="list-style-type: none">$\mu_1 < \mu_2$$\sigma_1 < \sigma_2$ยังสรุปไม่ได้ จนกว่าจะทราบ σ และ μ ของข้อมูลทั้งสองชุด

รูปที่ 2.24 ลักษณะเส้นโค้งปกติ กับการกระจายของข้อมูล

บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติ และพัฒนาเครื่องให้ใช้งานง่าย ติดตั้งสะดวก โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1. สำรวจความต้องการเกี่ยวกับคุณลักษณะของเครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติ จากการได้ร่วมกับเกษตรกรผู้เลี้ยงกึ่งและสัมภาษณ์ผู้ประกอบการบางรายเพื่อให้เห็นความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณลักษณะของเครื่องให้อาหารกึ่ง นำข้อมูลมาเป็นแนวทางในการกำหนดหน้าที่การทำงาน และวางแผนภาพโครงร่างของเครื่อง หรือแนวคิดในการออกแบบ
2. ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติ โดยการดำเนินการตามกระบวนการออกแบบสร้าง ทั้งทางด้านส่วนเครื่องกล (Mechanics) และด้านระบบควบคุม (Control) ทดสอบการทำงานและปรับปรุงให้เครื่องมีความสามารถตามคุณลักษณะที่กำหนดไว้
3. ทดลองใช้เครื่องทำงานภาคสนาม ทดสอบต้นแบบว่าทำงานได้ตามคุณลักษณะหรือไม่ โดยนำไปทดสอบและเก็บข้อมูลการใช้งานในพื้นที่เป้าหมาย
4. สรุปผลและนำเสนอผลการวิจัย

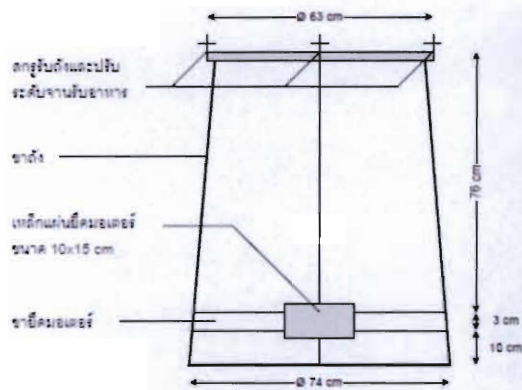
3.2 ออกแบบเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติ

ออกแบบโดยคำนึงถึงความแข็งแรง มีน้ำหนักเบา มีความสะดวกสบายในการนำไปใช้งาน โดยจะเน้นเพิ่มประสิทธิภาพลดการอุดตันของอาหาร และให้มีการกระจายตัวของเม็ดอาหารดีขึ้น วัสดุของการหว่านที่ไกล

ส่วนประกอบเครื่องให้อาหารกึ่งเพิ่มประสิทธิภาพที่ใช้

1. ขาดังหรือขารองตั้งบรรจุอาหารกึ่ง
2. ถังใส่อาหารกึ่งพร้อมกรวย บังคับอาหารลงจานเหวี่ยงอาหาร
3. จานเหวี่ยงอาหาร
4. มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด ½ แรงม้า
5. ตู้คอนโทรล พร้อมชุดควบคุม

ขาตั้งหรือขารองถังบรรจุอาหารกึ่ง ของเครื่องให้อาหารเพิ่มประสิทธิภาพ



รูปที่ 3.1 ขาตั้ง สำหรับรองถังอาหารและติดตั้งมอเตอร์

ขนาดขาตั้งหรือขารองถังบรรจุอาหารมีขนาดดังนี้

- ขาเหล็กตั้ง ใช้เหล็กแป๊ป ขนาด 19 มิลลิเมตร ขนาดความยาว 78 เซนติเมตร

3 ท่อน

- ฐานขาบน-ล่าง ใช้เหล็กแป๊ป ขนาด 12 มิลลิเมตร

เอามาตัดเป็นรูปวงกลมให้มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 63 เซนติเมตรฐานขาด้านบน

1 ท่อน

เอามาตัดเป็นรูปวงกลมให้มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 74 เซนติเมตรฐานขาด้านล่าง

1 ท่อน

- เหล็กแป๊ปยึดมอเตอร์ ใช้เหล็กแป๊ป ขนาด 12 มิลลิเมตร

6 ท่อน

เหล็กแผ่นขนาด 10 x 15 เซนติเมตร

1 แผ่น

นำทั้งหมดมาเชื่อมต่อตาม (รูปที่ 3.1)

ถังใส่อาหารกึ่งพร้อมกรวย บังคับอาหารลงจานเหวี่ยง ของเครื่องให้อาหารปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพ

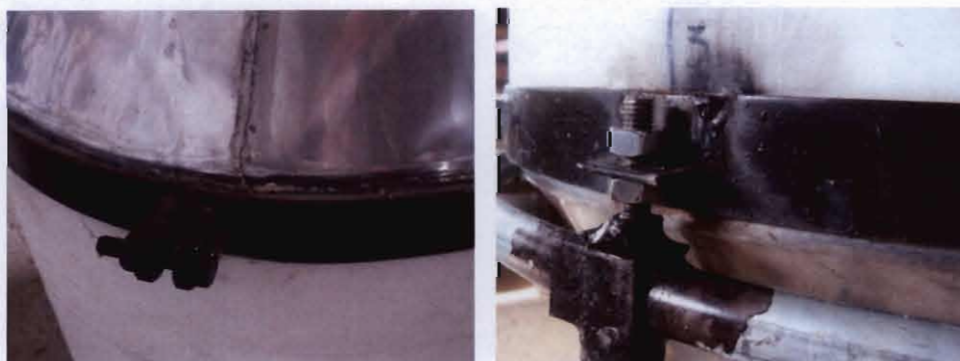


รูปที่ 3.2 ถังใส่อาหารกึ่งพร้อมกรวย และช่องอาหารลงจานเหวี่ยง

ถังใส่ออาหารทำมาจากถังพลาสติกสีขาวขนาด 200 ลิตรตัดครึ่ง มีเส้นผ่าศูนย์กลางถัง 59 เซนติเมตร ความสูง 44 เซนติเมตร นำมาต่อเข้ากับกรวยบังคับอาหารลงจานเหวี่ยง ซึ่งทำมาจากแผ่นสังกะสีวาง น้ำ มีความสูงของกรวย 45 เซนติเมตร, เส้นผ่าศูนย์กลางกรวยขอบบนต่อจากถัง 58 เซนติเมตร ความกว้างรูกรวยล่าง 10 เซนติเมตร, ความกว้างรูจ่าย 4 เซนติเมตร มีความลาดเอียงประมาณ 30° เพื่อให้อาหารไหลลงได้ง่าย รอยต่อระหว่างถังใส่ออาหารและกรวย มีเหล็กรัดขอบเพิ่มความแข็งแรงและเป็นตัวยึดกับโครงขาตั้ง ซึ่งออกแบบให้มีน้ำหนักเหลือเพียง 15 กิโลกรัมและมีความสูงรวมเพียง 123 เซนติเมตรให้สะดวกในการติดตั้ง โดยจะมีนอตสำหรับปรับขึ้นลง เพื่อให้อาหารออกมากหรือน้อยตามต้องการ

วิธีการปรับปริมาณการไหลลงของอาหาร

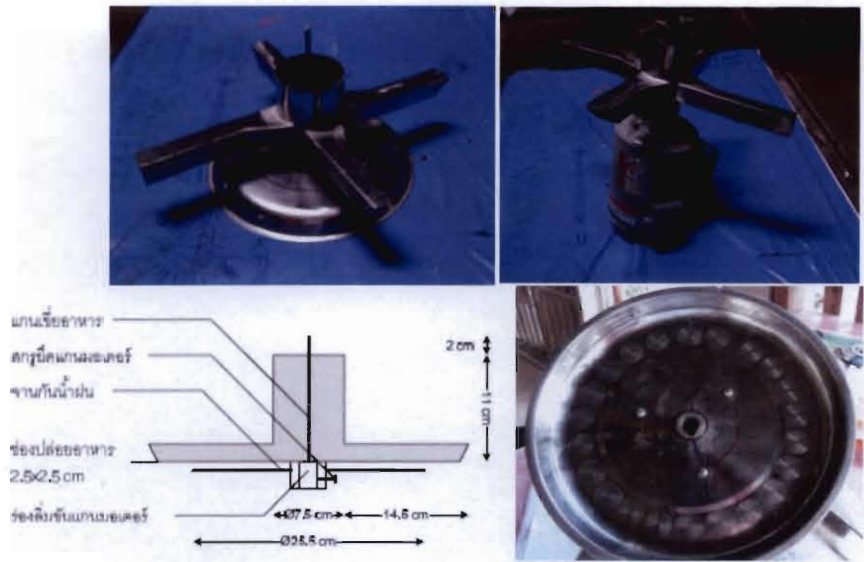
ทำได้โดยการปรับระดับของนอตยึดถังบรรจุอาหารที่ติดตั้งที่ขอบทางด้านบนจำนวน 3 ชุด การหมุนนอตขึ้นเพื่อยกถังบรรจุอาหาร จะทำให้มีระยะห่างก้นกรวยกับจานรองมากขึ้นทำให้อาหารที่ไหลลงมีปริมาณมาก ในทางตรงข้าม ถ้าปรับนอตให้มีระยะห่างก้นกรวยกับจานรองลดลง จะทำให้อาหารที่ไหลลงมีปริมาณน้อยลง การทดลองครั้งนี้ปรับที่ 4 มิลลิเมตร เมื่อปรับได้ก็หมุนนอตด้านบนลงมายึดหูกรวยให้แน่นทั้ง 3 ชุด



รูปที่ 3.3 เหล็กรัดขอบถังและเป็นตัวยึดติดกับโครงขาตั้ง (ซ้าย) และนอตปรับขึ้นลงให้อาหารออกมาก หรือน้อย (ขวา)

จานเหวี่ยงอาหาร ของเครื่องให้อาหารปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพ

ประกอบด้วยจานรองรับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร สูง 11 เซนติเมตร ก้านเขย่าอาหาร ยาว 13 เซนติเมตร มีก้านหวั่น ขนาดพื้นที่หน้าตัด 2.5×2.5 เซนติเมตร ยาว 14.5 เซนติเมตร ทำหน้าที่เป็นท่อปล่อยอาหาร และมีจานก้นน้ำฝนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.5 เซนติเมตร รูปที่ 3.4 แสดงภาพจานเหวี่ยงและการติดตั้ง



รูปที่ 3.4 จานเหวี่ยงและการติดตั้งจานเหวี่ยงกับมอเตอร์ไฟฟ้า

ขนาดความสูงของจานรอง 11 เซนติเมตร สามารถรองรับอาหารกึ่งเมื่อจานรองหมุนจะทำให้อาหารกึ่งไม่ให้กระเด็นออก แล้วส่งไปตามก้นหว่านอาหารทั้ง 4 ก้น ในจานเหวี่ยงอาหารจะมีก้นเขี่ยอาหารอยู่อีกหนึ่งก้น ซึ่งจะหมุนตามจานเหวี่ยง มีก้นเขี่ยยื่นเข้าไปถึงบรรจุอาหารทำหน้าที่ช่วยให้อาหารไหลลงได้ดียิ่งขึ้น ปลายท่อหว่านใช้ท่อสี่เหลี่ยมนำมาทำให้ได้แบบตามรูปที่ 3.5 สามารถกดฟันขึ้นหรือลงได้ เพื่อปรับให้อาหารที่หว่านออกไปได้ระยะใกล้และไกล และเพิ่มการกระจายตัว



รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะปลายท่อหว่านที่ปรับปรุง

มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด ½ แรงม้า

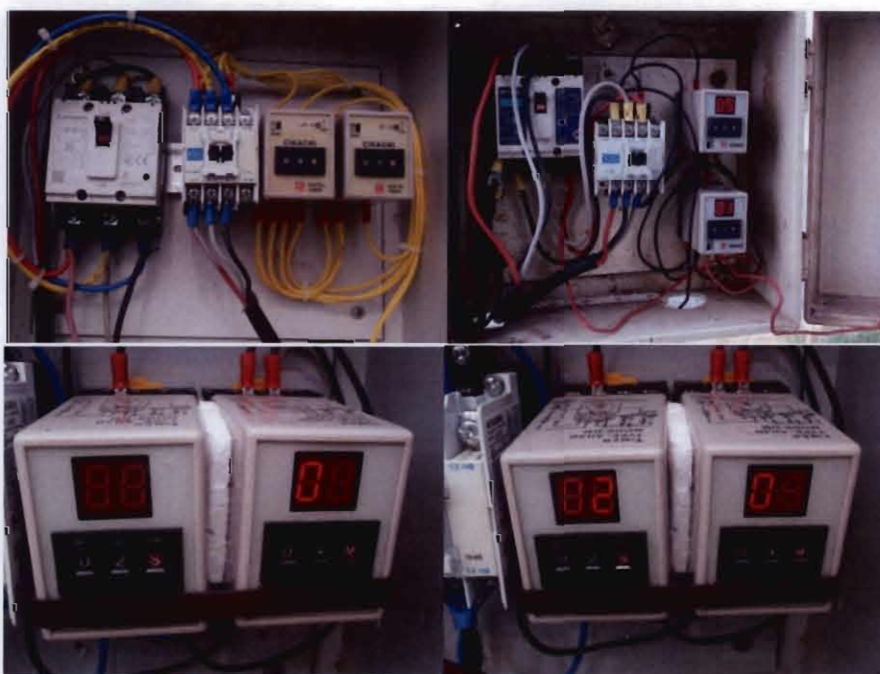
ใช้มอเตอร์ขนาด 1/2 แรงม้า กับไฟฟ้า 3 เฟส ดังแสดงในรูป 3.6



รูปที่ 3.6 มอเตอร์ไฟฟ้า

ตู้คอนโทรล พร้อมชุดควบคุม

ชุดอุปกรณ์ในการควบคุมการทำงานของเครื่องให้อาหาร ประกอบด้วย เบรกเกอร์, แมกเนติกคอนแทคเตอร์, และดิจิตอลไทมเมอร์ (รูปที่ 3.7)



รูปที่ 3.7 ตู้คอนโทรลและชุดควบคุม ดิจิตอลไทมเมอร์ตั้งเวลานานาทีและวินาที

ตู้ขนาด 30x 30 เซนติเมตร, เบรกเกอร์ 3 เฟส 30 แอมแปร์, แมกเนติก 380 โวลต์, ดิจิตอลไทมเมอร์ 380 โวลต์ สามารถปรับเวลาการหว่านและปริมาณอาหารในการหว่าน

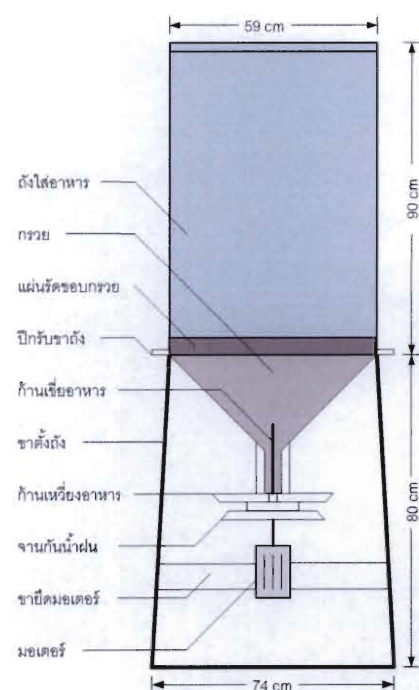
ใช้เบรกเกอร์ เป็นตัวปิดเปิดวงจรไฟฟ้า ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน และลัดวงจร ส่วน แมกเนติกคอนแทคเตอร์ เป็นตัวตัดและต่อวงจรไฟฟ้า ดิจิตอลไทมเมอร์ มี 2 ตัวตัวที่ 1 ตั้งเวลาทำงานเป็นนาทีเพื่อ

หยุดตัวที่ 2 ตั้งเวลาเป็นวินาทีเพื่อหว่าน ออกแบบให้หยุด 3 นาที และหว่าน 2 วินาที

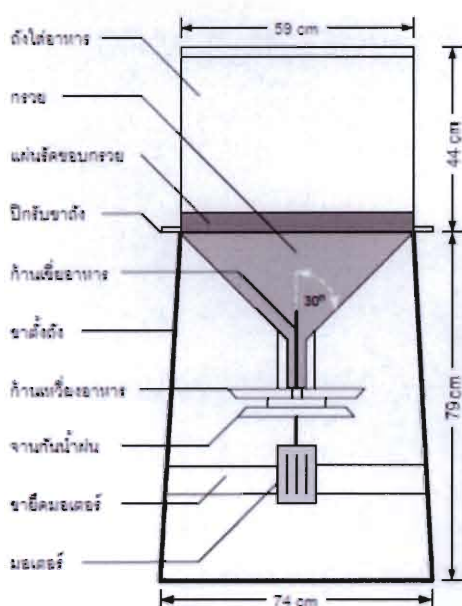
3.3 อุปกรณ์ในการทดลอง

3.3.1 เครื่องให้อาหารกึ่ง

เครื่องให้อาหารกึ่งแบบทั่วไป และ แบบเพิ่มประสิทธิภาพที่ใช้ในการทดลองแสดงในรูปที่ 3.8 และ 3.9



รูปที่ 3.8 เครื่องให้อาหารกึ่งแบบทั่วไป



รูปที่ 3.9 เครื่องให้อาหารกึ่งแบบเพิ่มประสิทธิภาพ

3.3.2 อาหารเม็ด

อาหารเม็ดที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติ เป็นอาหารกึ่ง เบอร์ 4S ซึ่งมีคุณสมบัติดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของอาหารเม็ดที่ใช้ในการทดลอง

ชนิดของอาหารเม็ด	ขนาด (mm)		ความชื้น (%)	Bulk density (kg/m ³)
	ความยาว	เส้นผ่านศก.		
อาหารเม็ดแบบจม	3	2	11	800

3.3.3 พื้นที่ที่ใช้ในการทดลอง

ใช้บ่อเลี้ยงกึ่งขนาดกว้าง 60 x 80 ตารางเมตร ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหาร

3.4 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารกึ่งเพิ่มประสิทธิภาพ

3.4.1 การทดสอบอาหารอุดตัน

เก็บข้อมูลจำนวนครั้งที่พบเมื่อให้อาหารตามตารางที่ 3.2 ในการหว่านอาหารกึ่งของเครื่องให้อาหารกึ่งแบบทั่วไปและเครื่องให้อาหารกึ่งแบบเพิ่มประสิทธิภาพ

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างแบบเก็บข้อมูลการอุดตันที่เกิดขึ้น

ชื่อฟาร์ม.....วันที่ เดือน.....ปี.....

ชนิดเครื่องให้อาหารกึ่ง	จำนวน(วัน)ในการหว่าน 1 รอบการเลี้ยง	เบอร์อาหาร3,3P		เบอร์อาหาร4S,4	
		ใช้ในการเลี้ยง (วัน)	อุดตัน (ครั้ง)	ใช้ในการเลี้ยง (วัน)	อุดตัน (ครั้ง)
แบบทั่วไป					
แบบเพิ่มประสิทธิภาพ					

3.4.2 การทดสอบการกระจายตัวของเม็ดอาหาร

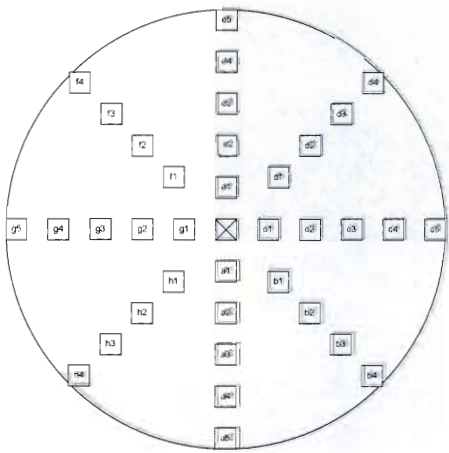
ทำการทดลองที่ เพชรกระบี่ฟาร์ม เลขที่ 92 หมู่ 5 ต.หาดเจ้าสำราญ อ.เมือง จ. เพชรบุรี เพื่อทดสอบการกระจายตัวของเม็ดอาหาร โดยตั้งเครื่องให้อาหารกึ่งที่ความเร็วรอบของมอเตอร์ 1000 rpm และติดตั้งเครื่องให้อาหารกึ่งบนสะพานห่างจากขอบบ่อ 14 เมตร ทางด้านยาวของบ่อ อยู่สูงจากพื้นบ่อ 2 เมตร ปรับระยะห่างระหว่างปลายกรวยกับจานเหวี่ยง 4 มิลลิเมตร ตั้งเวลาหว่านอัตโนมัติ 2 วินาที ที่พื้นบ่อจะวางถุงอาหารกึ่งที่แกะแล้วซึ่งมีขนาด 1 ตารางเมตร ต่อถุงติดกัน บนขนาดพื้นที่ 25×25

ตารางเมตร ได้เครื่องหว่านอาหารกุ้ง และจะเก็บอาหารกุ้งที่ตกลงบนถุงอาหารที่กำหนดไว้ตามรูปที่ 3.11 มาชั่งน้ำหนัก แล้วบันทึกน้ำหนักของอาหารที่ตกในจุดเก็บตัวอย่างเป็นกรัมต่อตารางเมตร (g/m^2)



รูปที่ 3. 10 การทดสอบประสิทธิภาพการกระจายตัวของเครื่องให้อาหารกุ้ง

เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการให้อาหารกุ้งของเครื่องที่ได้รับการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพ และแบบทั่วไป โดยการชั่งน้ำหนักของอาหารเม็ดที่ตกลงในจุดเก็บตัวอย่างตามที่กำหนดไว้ ดังแสดงในรูปที่ 3.12 แล้วคำนวณจำนวนอาหารที่ตกเป็นน้ำหนักต่อตารางเมตร (g/m^2) เพื่อนำไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร (Coefficient of variation, CV) และค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว (Uniformity Coefficient, UC)



รูปที่ 3.11 ภาพจำลองแสดงจุดเก็บตัวอย่าง

3.5 การตั้งค่าเครื่องให้อาหารที่ใช้ในการทดลอง

ใส่อาหารกึ่งเบอร์ 4s ปริมาณ 10 กิโลกรัม ตั้งระยะเวลาในหว่าน 2 วินาทีต่อครั้งโดยหว่านอาหารออกไปก่อน 5 ครั้ง เพื่อให้เครื่องให้อาหารอยู่ในสภาวะพร้อมใช้งาน จากนั้นจึงเริ่มเก็บผลการทดลอง โดยเก็บอาหารกึ่งตามจุดเก็บที่กำหนดไว้ขึ้นมาชั่งน้ำหนัก การทดลองละ 3 ซ้ำ เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างเครื่องให้อาหารทั้ง 2 แบบ

3.6 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร และค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว

ค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร (CV) สามารถคำนวณจากสูตร

$$CV = \frac{\text{ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน}}{\text{ค่าเฉลี่ย}} \times 100$$

ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว (UC) สามารถคำนวณจากสูตรของ Christiansen (1942) ดังนี้

$$UC = 100 \left(1.0 - \frac{\sum x}{mn} \right)$$

เมื่อ	m	=	น้ำหนักอาหารเฉลี่ยที่ตกลงในพื้นที่เก็บตัวอย่าง (g/m ²)
	n	=	จำนวนจุดที่เก็บตัวอย่าง
	x	=	ค่าสัมบูรณ์ของผลต่างของน้ำหนักอาหารที่ตกลงในพื้นที่เก็บตัวอย่างแต่ละจุด
		=	กับค่าเฉลี่ยของอาหารที่ตกทั้งหมด (g/m ²)
	UC	=	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว (%)

3.7 การทดสอบการใช้งานเครื่องให้อาหารกึ่งในการเลี้ยงกึ่งในบ่อดิน

ทำการเปรียบเทียบข้อมูลการเลี้ยงกึ่งในบ่อดิน ของบ่อที่ใช้เครื่องให้อาหารกึ่งแบบทั่วไปและแบบปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพ โดยในการทดลองได้พยายามควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเลี้ยงในแต่ละรอบให้ใกล้เคียงกัน ได้แก่ ขนาดบ่อ, อัตราการลงกึ่ง, และอัตราการป้อนอาหาร และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเลี้ยงภายหลังการจับกึ่งแล้ว ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต (ADG), อัตรารอด และอัตราการแลกเนื้อ (FCR) และความสม่ำเสมอของขนาด ใช้โปรแกรมการให้อาหารตามตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 โปรแกรมการให้อาหารสูงสุดต่อกุ้งหนึ่งแสนตัวตามอายุกุ้งต่างๆ โดยใช้เครื่องให้อาหาร
กึ่งอัตโนมัติทั้ง 2 แบบที่ใช้ในการทดลอง

อายุ (วัน)	28-21	35-29	42-36	49-43	56-50	63-57	70-64	77-71	84-78	-85จับ
FEED/แสน	6-4	8-7	12-10	15-13	18-16	21-19	26-22	28-25	31-27	32
ตัว/กก.	800	500-420	300-260	200-185	170-150	130-110	110-90	90-80	80-70	-70จับ
No. feed	2	3	3	3P	3P	4S	4S	4S	4S	4S
ครั้งที่หว่าน	120	120	150	180	200	200	200	200	200	200
น้ำหนัก (g)	50	65	80	83	90	105	130	140	155	160-จับ
หว่าน (วินาที)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
หยุด (นาที)	5	5	4	3	3	3	3	3	3	3

จากตารางจะบอกถึง อาหารที่ให้กุ้งกินตามอายุเป็นกิโลกรัม และอายุแต่ละช่วงมีน้ำหนักกี่กรัมหรือกี่ตัวต่อกิโลกรัมแต่ละช่วงอายุควรกินอาหารเบอร์อะไร และในแต่ละช่วงอายุการใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติควรหว่านกี่ครั้งต่อ 10 ชั่วโมง แล้วอาหารที่ออกมาแต่ละครั้งก็กรัมใช้เวลาหว่านใน 2 วินาทีแล้วหยุดกี่นาที ซึ่งเป็นการปรับตั้งเครื่องอัตโนมัติไว้ในแต่ละช่วงอายุหรือตามน้ำหนักกุ้งที่เลี้ยง



รูปที่ 3.12 ตั้งเครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติ แบบทั่วไป (ซ้าย) แบบปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพ (ขวา) ที่บ่อเลี้ยง

ทำการเก็บข้อมูลการเลี้ยง โดยชั่งสุ่มวัดและนับจำนวน ทุก 7 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการหาอัตราการรอดการเลี้ยง, อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน โดยมีวิธีการหาค่าตาม Somsueb และ Boonyaratparin (2001) ดังนี้

1. น้ำหนักเฉลี่ย (Body weight, กรัม)

$$BW = \frac{\text{น้ำหนักรวมของกุ้ง (กรัม)}}{\text{จำนวนกุ้ง (ตัว)}}$$

2. น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (Daily weight gain, กรัม/ วัน)

$$DWG = \frac{(\text{น้ำหนักสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น})}{\text{ระยะเวลาเลี้ยง}}$$

3. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate ร้อยละของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น/วัน)

$$SGR = \frac{\ln (\text{น้ำหนักกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}) - \ln (\text{น้ำหนักกุ้งเริ่มต้น}) \times 100}{\text{ระยะเวลาเลี้ยง}}$$

4. อัตรารอด (Survival rate, ร้อยละ)

$$SR = \frac{\text{จำนวนกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} \times 100}{\text{จำนวนกุ้งที่เริ่มทดลอง}}$$

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพและออกแบบ

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งในพื้นที่ จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 10 ราย เพื่อขอความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณลักษณะของเครื่องให้อาหารกุ้งที่ต้องการ พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ประสบปัญหาในการใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติ ดังต่อไปนี้

4.1.1 การอุดตันของเศษอาหารและฝุ่นละอองจากเม็ดอาหาร

โดยเฉพาะถ้ามีการผสมสารเคลือบอาหารซึ่งจะทำให้อาหารมีความชื้นสูง เช่น ผสมแร่ธาตุ และวิตามิน เป็นต้น ซึ่งส่วนผสมเหล่านี้จำเป็นต้องละลายน้ำก่อนผสมกับเม็ดอาหาร เมื่อนำอาหารไปเทใส่ถังเครื่องให้อาหารอัตโนมัติ แล้วทำการเปิดเครื่องไปได้สักระยะ อาหารจะไปเกาะอยู่ตามรูก่อนลงจานเหวี่ยงทำให้อาหารไม่สามารถผ่านลงไปได้ ทุกครั้งที่อาหารติดอยู่ตรงรูจานเหวี่ยงต้องคอยตักอาหารในถังออกมาให้หมดแล้วทำความสะอาดรูที่อุดตันจากนั้นใส่อาหารกลับไปใหม่แล้วเริ่มการหว่านต่อ ซึ่งสาเหตุเนื่องมาจาก มอเตอร์หยุดเร็วเกินไป อาหารที่กำลังไหลเกิดการกระจุกตัวไม่สามารถไหลลงไปทำงานเหวี่ยงได้ ในเครื่องให้อาหารอัตโนมัติโดยทั่วไป การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นทำได้โดยการถอดเบรกที่มอเตอร์ออก ทำให้จานเหวี่ยงยังคงมีการหมุนต่อเนื่องไม่หยุดกะทันหันอาหารออกไปเรื่อยๆ อาหารเกิดการกระจุกตัวน้อยลง เมื่อมีการหว่านรอบใหม่อาหารสามารถออกได้ตามปกติ และสามารถลดการอุดตันได้ ดังตารางที่ 4.1

4.1.2 ความสะดวกในการใช้งาน

เครื่องให้อาหารอัตโนมัติแบบทั่วไปใช้ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร ขนาดเต็มใบ ซึ่งจะมีความสูง 90 เซนติเมตร มีความสูงรวมขาถึง 170 เซนติเมตร น้ำหนักรวม 30 กิโลกรัม เพื่อให้สามารถบรรจุอาหารได้มาก ส่วนของถังใส่อาหารที่สูงจะทำให้ยากมากต่อการใส่อาหาร และเมื่อเกิดการอุดตัน ก็จะทำให้ตักอาหารออกมาได้ยาก ในงานวิจัยนี้จึงออกแบบให้ถังมีความสูงลดลง แต่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่าเดิม โดยขนาดทั่วไปจะสามารถบรรจุอาหารได้ประมาณ 125 กิโลกรัม แต่เครื่องให้อาหารอัตโนมัติแบบปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพจะมีขนาดบรรจุ 75 กิโลกรัมซึ่งลดลงมาเล็กน้อย แต่สะดวกในการทำงานมีน้ำหนักเบาว่าเครื่องให้อาหารอัตโนมัติแบบทั่วไป โดยน้ำหนักรวมของเครื่องอยู่ที่ 15 กิโลกรัมและมีความสูงเพียง 123 เซนติเมตร แต่ถ้ามีถังอาหารสำรองแล้วป้อนอาหารระบบท่อเกลียวไปที่เครื่องให้อาหาร จะไม่มีความแตกต่างของปริมาณอาหารที่บรรจุในถัง แต่มีความสะดวกสบายในการปฏิบัติงานโดยข้อเปรียบเทียบในการปรับปรุงประสิทธิภาพแสดงไว้ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ข้อเปรียบเทียบในการปรับปรุงเครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติ

การปรับปรุง	แบบปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพ	แบบทั่วไป
ปลายท่อเหวี่ยง	พับงอลงสองก้าน พับขึ้นหนึ่งก้าน ปล่อยตรงหนึ่งก้าน เพื่อเพิ่มการ กระจายตัวของเม็ดอาหารและรศมี ของเม็ดอาหาร 	ปลายท่อปาดเฉียง ทั้งสี่ก้าน 
ขนาด,รูปทรง,วัสดุที่ใช้ทำถังบรรจุอาหาร	ใช้ถังขนาด 200 ลิตร ครึ่งใบและใช้สี ขาวสามารถมองเห็นอาหารในถังได้ ความสูงของถังเพียง 123 เซนติเมตร สะดวกในการใส่อาหารลงถังและตัก อาหารออก	ใช้ถังขนาด 200 ลิตร เต็มใบสีน้ำ เงินทึบ ไม่สามารถมองเห็น อาหาร และมีความสูงของถังถึง 170 เซนติเมตร ทำให้ในการใส่ อาหารลงถังยากลำบากมากต้อง มีฐานรองและเมื่อเกิดการอุดตัน ตักอาหารออกลำบาก
ระบบ Break	ไม่มีระบบเบรกหลังจากปิดเครื่อง ต้องการให้มีแรงเฉื่อยให้อาหาร บริเวณพื้นที่ด้านนอกกับด้านในมี ปริมาณใกล้เคียงกันหลังจากปรับ ปรายก้านเหวี่ยง เมื่อมีการหยุด มอเตอร์จะมีแรงเฉื่อย ทำให้อาหาร ทยอยไหลออกมาไม่กระจุกตัว ทำให้ สามารถเหวี่ยงได้ต่อเนื่อง	มีระบบเบรก เพื่อให้มอเตอร์ หยุดทันที หลังจากปิดเครื่อง ป้องกันการไหลออกของอาหาร บริเวณ ตัวเครื่อง แต่ปัญหาที่เกิด คือ การอุดตันที่รูกรวยของเครื่อง และถ้ามีการผสมสารแร่ธาตุ ต่างๆจะมีความชื้นในอาหารมาก ขึ้น ทำให้ไม่สามารถหว่าน ต่อเนื่องได้ จากมอเตอร์หยุดเร็ว อาหารกระจุกตัวบรรจุอาหาร มากแรงกดมากการอุดตันก็มาก ขึ้น

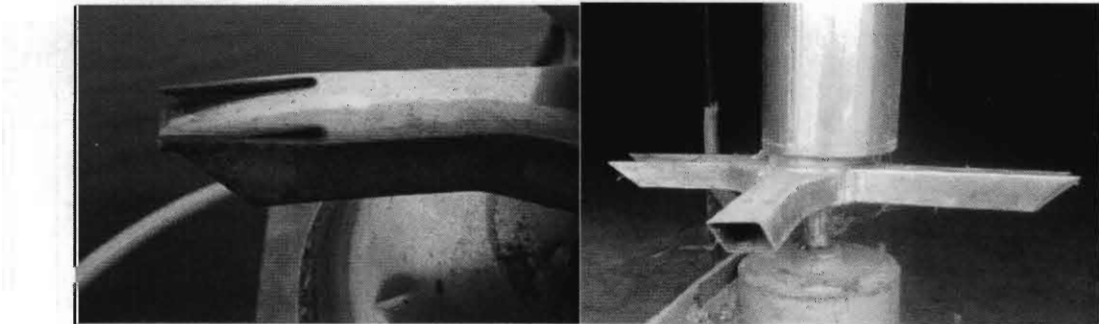
ตารางที่ 4.2 ข้อเปรียบเทียบในการปรับปรุงเครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติ (ต่อ)

น้ำหนักและความสูงเครื่อง	น้ำหนักเพียง 15 กิโลกรัม และความสูง 123 เซนติเมตร ทำให้ยกไปติดตั้งได้ง่าย เคลื่อนย้ายสะดวก	มีน้ำหนักถึง 30 กิโลกรัม กับความสูง 170 เซนติเมตร ติดตั้งบนหัวสะพานยากมาก เคลื่อนย้ายยาก
ขนาดบรรจุอาหาร	บรรจุได้ 75 กิโลกรัม ซึ่งจะเป็นปริมาณที่พอดีในแต่ละวันถ้าอาหารไม่พอก็สามารถเทได้สะดวก	บรรจุได้ 125 กิโลกรัม หากพบว่ากึ่งกินอาหารน้อยอาหารเหลือจะค้างถึงมาก ถ้าไม่ตักออกเศษอาหารจะติดบริเวณจานจ่ายทำให้อุดตันเร็วขึ้น

4.1.3 การกระจายตัวของเม็ดอาหาร

การที่เครื่องหว่านอาหารโดยทั่วไปทำเบรกไว้เนื่องจากอาหารจะไหลลงมากเมื่อมีการหยุดการหว่านทำให้อาหารกระจายตัวหนาแน่นรอบๆเครื่องให้อาหาร ซึ่งสามารถแก้ปัญหาได้โดยทำปลายก้านเหวี่ยงสามารถปรับด้านล่างขึ้นมา ให้มีช่องออกน้อยลง ส่วนด้านบนก็สามารถปรับลงได้เพื่อการกระจายตัว โดย

ก้านเหวี่ยงมี 4 ก้านปรับด้านล่างขึ้นมาทั้ง 2 ก้าน ส่วนด้านบนปรับลงมา 1 ก้านเพื่อเป็นการกระจายตัวและอีก 1 ก้านปล่อยตรงเพื่อให้แรงเหวี่ยงหว่านออกไปได้ไกล รูปที่ 4.1 แสดงภาพจานเหวี่ยงและก้านเหวี่ยง ซึ่งส่วนปลายสามารถกดพื้นเพื่อให้อาหารหว่านออกไปใกล้หรือไกล

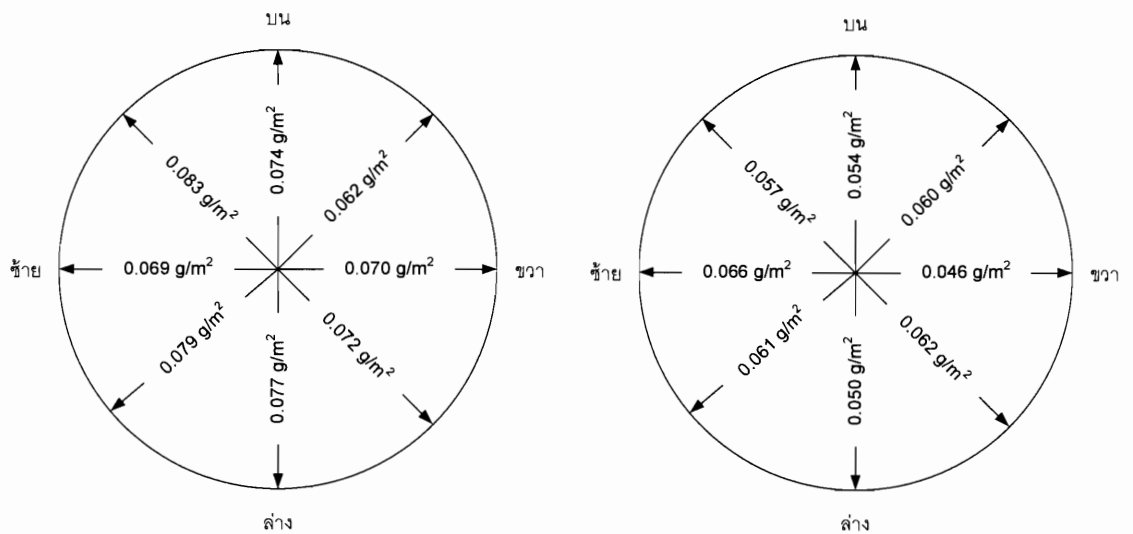


รูปที่ 4.1 ชุดเหวี่ยงและก้านเหวี่ยงที่ได้รับการปรับปรุง

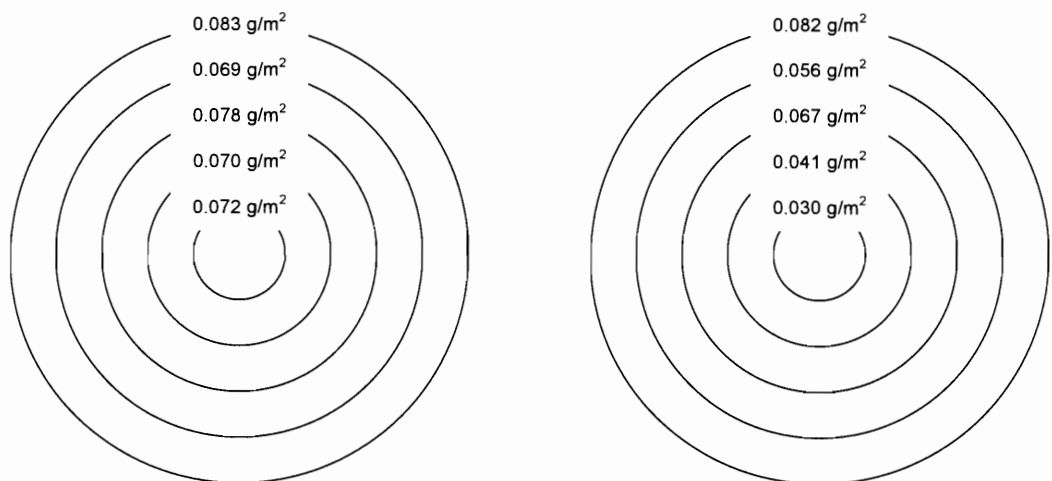
4.2 การทดสอบการกระจายตัวของเม็ดอาหาร

จากผลการทดลองในรูปที่ 4.2 การเก็บข้อมูลการกระจายตัวในแนวยาว ครึ่งวงกลมด้านบนและครึ่งวงกลมด้านล่าง รวมทั้งครึ่งวงกลมด้านซ้ายและครึ่งวงกลมด้านขวา แบบปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพ

และแบบทั่วไป ทั้ง 2 แบบ มีปริมาณอาหารที่ตกในจุดเก็บตัวอย่างไม่แตกต่างกันมากนัก บ่งบอกถึงการติดตั้งเครื่องที่อยู่ในแนวระนาบทั้ง 2 เครื่อง แม้ว่าในส่วนของการปรับปรุ้งจะมีความแตกต่างในแนวนอนซ้าย-ล่างขวา และบนขวา-ล่างซ้ายที่การกระจายตัวมีแนวโน้มไปทางขวามากกว่าข้างเล็กน้อยก็ตาม



รูปที่ 4.2รูปแบบการกระจายตัวตามแนวยาวของเม็ดอาหารจากการหว่านของเครื่องให้อาหาร (ซ้าย: แบบปรับปรุง; ขวา: แบบทั่วไป), ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการหว่าน 3 ครั้ง



รูปที่ 4.3รูปแบบการกระจายตัวตามแนวรัศมีของเม็ดอาหารจากการหว่านของเครื่องให้อาหาร (ซ้าย: แบบปรับปรุง; ขวา: แบบทั่วไป), ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการหว่าน 3 ครั้ง

ผลการทดลองในรูปที่ 4.3 เครื่องแบบปรับปรุงในด้านซ้ายจะมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ในขณะที่เครื่องแบบทั่วไปในด้านขวา ปริมาณอาหารจะค่อยๆเพิ่มขึ้นจากด้านในสุดไปหาด้านนอกแสดงให้เห็นถึงความไม่สม่ำเสมอของการกระจายตัวของอาหาร หรือความสม่ำเสมอของเม็ดอาหารที่ตกลงใน

พื้นที่หัวนจากงานเหวี่ยง การบีบพับปลายก้านถึง 3 ด้านในเครื่องแบบปรับปรุง น่าจะช่วยให้เมล็ดอาหารกระจายตัวได้ทั่วถึงทั้งพื้นที่หัวน นอกจากนั้น การที่เครื่องแบบปรับปรุงไม่มีเบรก เมื่อมอเตอร์หยุด อาหารก็ยังคงไหลออกตามแรงเหวี่ยงจากรอบนอกลงมาหกรอบในระหว่างที่ก้านเหวี่ยงค่อยๆหยุดลงตามแรงเฉื่อย ทำให้มีอาหารกระจายตัวในวงรอบด้านในเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม การกระจายตัวของอาหารของเครื่องที่ไม่มีเบรกนี้ อาจจะเปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ของการให้อาหาร เนื่องจากถ้าเปิดปิดเครื่องถี่ ก็จะมีระยะเวลาตั้งแต่เครื่องเริ่มหยุดจนหยุดสนิทมากขึ้น ปริมาณอาหารในวงรอบด้านในก็จะเพิ่มขึ้นตาม ในส่วนของเครื่องแบบทั่วไป อาหารจะออกไปตามแรงเหวี่ยงหรือแรงหนีศูนย์กลาง เนื่องจากช่องเปิดปลายก้านเหวี่ยงที่ใหญ่กว่า ดังนั้น เม็ดอาหารจึงถูกเหวี่ยงออกไปวงรอบด้านนอกในปริมาณที่สูงกว่า และการติดเบรกทำให้มอเตอร์หยุดในทันที ส่งผลให้ไม่มีเม็ดอาหารตกลงในวงรอบด้านใน

การกระจายตัวของเม็ดอาหารที่ดีนั้น ทำให้สามารถตรวจสอบการกินอาหารของกุ้งได้แม่นยำขึ้น เพราะโดยปกติ เกษตรกรมักจะวางยอในแนวเส้นรอบนอกของวงการให้อาหาร 1 ยอ และรอบในอีก 1 ยอ ถ้าปริมาณอาหารกระจายตัวใกล้เคียงกันทั้งสองยอ ย่อมทำให้การเช็ดยอเพื่อปรับอัตราการให้อาหารกุ้งกินแม่นยำยิ่งขึ้น เครื่องให้อาหารที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (CV) ต่ำ และมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว (UC) สูงย่อมเพิ่มประสิทธิภาพการให้อาหารได้มากขึ้น

นอกจากเครื่องให้อาหารอัตโนมัติแล้ว อุปกรณ์ทางการเกษตรที่ใช้ในการหัวน และมีโครงสร้างของอุปกรณ์ลักษณะเดียวกัน ได้แก่ เครื่องหัวนญี่ปุ่น ตารางที่ 4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติ แบบปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพ แบบทั่วไป และเครื่องให้อาหารแบบอื่นที่มีรายงานไว้

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติแบบต่างๆ

เครื่องให้อาหารอัตโนมัติ	ชนิดของอุปกรณ์	CV (%)	UC (%)	รัศมีการหัวน (m)
แบบปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพ	เครื่องให้อาหารกุ้ง	19.8 – 28.2	76.8 – 83.1	11.5
แบบทั่วไป	เครื่องให้อาหารกุ้ง	33.4 – 48.3	56.9 – 72.9	9.5
Tawfik และ Khater (2009)	เครื่องหัวนญี่ปุ่น	43.2 – 57.8	43.9 – 56.8	7
Hemeda และคณะ (2008)	เครื่องหัวนญี่ปุ่น	12.9 – 39.3	70.5 – 96.5	10
El-Sharabasy และคณะ (2007)	เครื่องหัวนญี่ปุ่น	16.3 – 19.2	80.8 – 83.7	5
วิชา หมั่นทำการ และคณะ (2536)	เครื่องให้อาหารกุ้ง	-	71.6	11.2 – 12.0

4.3 ผลการทดสอบการใช้งานเครื่องให้อาหารกึ่งปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพในการเลี้ยงกุ้ง
ในบ่อดิน

ผลการเปรียบเทียบข้อมูลการเลี้ยงกุ้งในบ่อดินขนาด 3 ไร่ ของการเลี้ยงที่ใช้เครื่องให้อาหารแบบ
ทั่วไปและแบบปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพ ที่ความหนาแน่นของกุ้งที่เท่ากัน คือ 130 ตัวต่อตารางเมตร
แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเลี้ยงด้วยเครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติแบบทั่วไปกับแบบ
ปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพ

ค่า	แบบปรับปรุง	แบบทั่วไป	เปรียบเทียบผลที่ได้จากการใช้เครื่อง แบบปรับปรุงกับแบบทั่วไป
ระยะเวลาการเลี้ยง (วัน)	65	76	ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงเพื่อให้ได้ น้ำหนักกุ้งต่อตัวที่เท่ากันน้อยกว่า
ขนาดตัว (กรัม/ตัว)	9.50	9.26	กุ้งที่จับมีขนาดใหญ่กว่า
ADG (กรัม/วัน)	0.142	0.120	กุ้งโตเร็วกว่า
อัตราการรอด (%)	93.29	80.12	อัตราการรอดสูงกว่า
FCR	1.13	1.31	อัตราแลกเนื้อต่ำกว่า
ผลผลิต (กก./ไร่)	1,849	1,545	ให้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่า

จากข้อมูลการเลี้ยงกุ้งขาวด้วยเครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติแบบเพิ่มประสิทธิภาพ ให้ประสิทธิภาพที่
ดีกว่า แบบทั่วไป ดังแสดงในตารางที่ 4.3 จึงอาจสรุปผลได้ว่า เนื่องจากเครื่องให้อาหารกึ่งแบบ
ปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพสามารถกระจายอาหารได้สม่ำเสมอว่าแบบทั่วไป ทำให้กุ้งสามารถกิน
อาหารได้ทั่วถึงกว่า กุ้งโตได้เร็วและให้ผลผลิตสูงกว่า คิดเป็นปริมาณกุ้งที่จับได้เพิ่มขึ้น 300 กิโลกรัม
ต่อไร่ หรือคิดเป็นมูลค่าที่เพิ่มขึ้น 45,000 บาทต่อไร่

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องหว่านอาหารให้มีความสะดวกในการใช้งาน และมีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยการออกแบบให้มีน้ำหนักเบากว่าเครื่องหว่านอาหารกึ่งแบบทั่วไปจาก 30 กิโลกรัม เป็น 15 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 50 และมีความสูงของเครื่องลดลงจากความสูง 170 เซนติเมตร เป็น 123 เซนติเมตร คิดเป็นร้อยละ 27 ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำการติดตั้งเครื่องด้วยตัวเอง เพียงคนเดียว แตกต่างจากเครื่องหว่านอาหารแบบทั่วไปซึ่งต้องใช้คนติดตั้งอย่างน้อย 3 คน อีกทั้งออกแบบให้ลดการอุดตันของเศษอาหารและฝุ่นละอองจากเมล็ดอาหาร ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการหว่านออกไปได้ไกลขึ้นกว่าเครื่องหว่านอาหารกึ่งแบบทั่วไปจาก 9.5 เมตร เป็น 11.5 เมตร คิดเป็นร้อยละ 21 นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการกระจายตัวของเมล็ดอาหาร โดยให้ค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร (CV) ต่ำกว่าเครื่องหว่านอาหารแบบทั่วไป คือ อยู่ในช่วงร้อยละ 19.8 – 28.2 และ 33.4 – 48.3 ตามลำดับ ในขณะที่มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว (UC) สูงกว่าเครื่องหว่านอาหารแบบทั่วไปร้อยละ 76.8 – 83.1 และ 56.9 – 72.9 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

1. เครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติที่ใช้ในการทดลองนี้ เหมาะสำหรับบ่อที่มีขนาดพื้นที่ไม่เกิน 5 ไร่ สำหรับบ่อที่มีขนาดใหญ่กว่านี้ควรติดตั้งมากกว่า 1 เครื่อง โดยติดตั้งเครื่องให้ใกล้กันเพื่อสะดวกในการให้อาหาร และยกยอเพื่อเช้คการกินอาหารของกุ้ง
2. ในกรณีที่มีการผสมแร่ธาตุต่างๆกับอาหารเม็ดโดยใช้น้ำเป็นตัวผสม ควรนำอาหารที่ผสมแล้วผสมให้เมล็ดอาหารแห้ง แล้วจึงนำไปใส่ในถังบรรจุอาหารเพื่อลดปัญหาการอุดตันของเมล็ดอาหาร
3. ควรมีระบบแจ้งเตือนเมื่ออาหารในถังบรรจุใกล้หมด เพื่อลดการใช้แรงงานคนในการตรวจเช็ค ทำให้การใช้เครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง, 2558, การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ตามมาตรฐาน จีเอพี [online], Available : <http://www.fisheries.go.th/train-gr/coastal/002/GuidelineFGAP.pdf> [15 พฤษภาคม 2558].

คณาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์, สถิติเบื้องต้น [Online], Available : http://www.mwit.ac.th/~math/E_Learning/MATH30203/sources/Statistics_06.pdf [30 พฤษภาคม 2558].

วิชา หมั่นทำการ, เขมชาติ ปัญจทุม, เซาว์ หมายตามกลาง และ จีรวัฒน์ ด้านทองกลาง, 2536, “การวิจัยและพัฒนาสร้างเครื่องหว่านอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับบ่อเพาะเลี้ยงปลา-กุ้ง”, วิศวกรรมสารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ปีที่ 7 ฉบับที่ 20, หน้า 1-12.

สมศักดิ์ ปณิธยาชัย, อุตสาหกรรมกุ้งไทยปี 2554 และแนวโน้ม [online], Available : <http://www.thaichamber.org/userfiles/file/7%281%29.pdf> [20 มีนาคม 2555].

สำนักงานพัฒนาวิจัยการเกษตร, การเลี้ยงกุ้งของไทย [online], Available : <http://www.arda.or.th/kasetinfo/south/shrimp/history/01-03.php> [20 มีนาคม 2555]

อรนัตร์ บุญสม และ รัตพล เย็นสำราญ, 2555, การออกแบบและสร้างชุดทดลองการควบคุมอินดักชั่นมอเตอร์สามเฟส ด้วยแมกเนติกคอนแทคเตอร์ , วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม.

Christiansen, J.E., 1942, “Irrigation by Sprinkling”, **California Agriculture Experiment Station Bulletin**, No. 670.

El-Sharabasy, M.M.A., Ali, M.M.A. and Afify, M.K., 2007, “Manufacturing and evaluation of a self-propelled machine for broadcasting seeds and granular fertilizer”, **Misr J. Ag. Eng.**, Vol. 24(4), pp. 752-774.

Hemeda, B.E., Abdel-Rahman, M.M. and Abdel-Mottaleb, A.F., 2008, “Development and evaluation of a mounted type machine for fish feeds distribution by blowing air system”, **Misr J. Ag. Eng.**, Vol. 25(4), pp. 1207-1224.

Somsueb, P. and Boonyaratpalin, M., 2001, "Use of Feather Meal in Hybrid Clarias Catfish Feed (*Clarias macrocephalus* X *Clarias gariepius*)", **Technical Paper No.5/2001**, Feed Quality Control and Development Division, Department of Fisheries. Bangkok.

Tawfik, M.A. and Khater, I.M.M., 2009, "Best management practices affecting the performance of a twin disc fertilizer spreader in new reclaimed areas", **Misr J. Ag. Eng.**, Vol. 26(1), pp. 624- 643.

Váradi, L., **Mechanized Feeding in Aquaculture** [online], Available : <http://www.fao.org/docrep/x5744e/x5744e0k.htm> [2015, May 26].

ภาคผนวก ก

ข้อมูลจากการทดลอง

ข้อมูล น้ำหนักต่อตารางเมตร(g/m²)ของอาหารที่ตกจากเครื่องให้อาหารกึ่งแบบเพิ่มประสิทธิภาพ

แนวรัศมี	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	เฉลี่ย
1	0.075	0.075	0.066	0.072
2	0.073	0.074	0.064	0.070
3	0.070	0.078	0.087	0.078
4	0.069	0.074	0.064	0.069
5	0.071	0.074	0.020	0.083
แนวยาว	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	เฉลี่ย
a+e	0.076	0.073	0.077	0.075
b+f	0.069	0.078	0.085	0.077
c+g	0.066	0.078	0.065	0.070
d+h	0.074	0.070	0.068	0.071

ข้อมูล น้ำหนักต่อตารางเมตร(g/m²)ของอาหารที่ตกจากเครื่องให้อาหารกึ่งแบบทั่วไป

แนว	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	เฉลี่ย
1	0.023	0.023	0.046	0.030
2	0.029	0.038	0.057	0.041
3	0.068	0.073	0.060	0.067
4	0.061	0.056	0.049	0.056
5	0.073	0.076	0.022	0.082
แนวยาว	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	เฉลี่ย
a+e	0.055	0.046	0.056	0.052
b+f	0.053	0.061	0.065	0.060
c+g	0.055	0.056	0.057	0.056
d+h	0.051	0.065	0.065	0.060

แบบปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพ

#	ตำแหน่ง	ครั้งที่1		ครั้งที่2		ครั้งที่3	
		x	x-m	x	x-m	x	x-m
1	1a	0.08	0.009	0.08	0.005	0.071	0.002
2	2	0.07	0.001	0.07	0.005	0.077	0.004
3	3	0.08	0.009	0.05	0.025	0.085	0.012
4	4	0.09	0.019	0.09	0.015	0.064	0.009
5	5	0.09	0.019	0.08	0.005	0.081	0.008
6	1e	0.09	0.019	0.05	0.025	0.092	0.019
7	2	0.05	0.021	0.06	0.015	0.054	0.019
8	3	0.05	0.021	0.09	0.015	0.094	0.021
9	4	0.08	0.009	0.08	0.005	0.065	0.008
10	5	0.08	0.009	0.08	0.005	0.089	0.016
11	2d	0.08	0.009	0.09	0.015	0.083	0.010
12	3	0.06	0.011	0.07	0.005	0.072	0.001
13	4	0.06	0.011	0.05	0.025	0.051	0.022
14	5	0.05	0.021	0.05	0.025	0.033	0.040
15	2h	0.08	0.009	0.05	0.025	0.086	0.013
16	3	0.09	0.019	0.08	0.005	0.079	0.006
17	4	0.09	0.019	0.09	0.015	0.046	0.027
18	5	0.08	0.009	0.08	0.005	0.095	0.022
19	1c	0.06	0.011	0.09	0.015	0.053	0.020
20	2	0.07	0.001	0.08	0.005	0.052	0.021
21	3	0.07	0.001	0.08	0.005	0.093	0.020
22	4	0.04	0.031	0.09	0.015	0.034	0.039
23	5	0.09	0.019	0.06	0.015	0.088	0.015
24	1q	0.07	0.001	0.08	0.005	0.046	0.027
25	2	0.06	0.011	0.08	0.005	0.027	0.046
26	3	0.05	0.021	0.08	0.005	0.089	0.016
27	4	0.09	0.019	0.05	0.025	0.091	0.018
28	5	0.06	0.011	0.09	0.015	0.072	0.001
29	2b	0.07	0.001	0.08	0.005	0.078	0.005
30	3	0.07	0.001	0.09	0.015	0.079	0.006
31	4	0.05	0.021	0.05	0.025	0.080	0.007
32	5	0.06	0.011	0.06	0.015	0.093	0.020
33	2f	0.10	0.029	0.08	0.005	0.055	0.018
34	3	0.09	0.019	0.08	0.005	0.103	0.030
35	4	0.05	0.021	0.09	0.015	0.084	0.011
36	5	0.06	0.011	0.09	0.015	0.110	0.037
n =		36		36		36	
m =		0.071		0.075		0.073	
X =		0.484		0.453		0.613	
U.C. (%) =		81.1		83.1		76.8	
SD =		0.016		0.015		0.021	
C.V. (%) =		22.2		19.8		28.2	
U.C. (%) =		77.8		80.2		71.8	

แบบทั่วไป

#	ตำแหน่ง	ครั้งที่1		ครั้งที่2		ครั้งที่3	
		X	x-m	X	x-m	X	x-m
1	1a	0.02	0.034	0.02	0.036	0.035	0.025
2	2	0.03	0.024	0.04	0.016	0.024	0.036
3	3	0.07	0.016	0.08	0.024	0.058	0.002
4	4	0.08	0.026	0.04	0.016	0.049	0.011
5	5	0.08	0.026	0.05	0.006	0.081	0.021
6	1e	0.02	0.034	0.02	0.036	0.051	0.009
7	2	0.04	0.014	0.03	0.026	0.055	0.005
8	3	0.08	0.026	0.05	0.006	0.070	0.010
9	4	0.05	0.004	0.04	0.016	0.044	0.016
10	5	0.08	0.026	0.09	0.034	0.089	0.029
11	2d	0.04	0.014	0.06	0.004	0.054	0.006
12	3	0.05	0.004	0.06	0.004	0.053	0.007
13	4	0.06	0.006	0.06	0.004	0.058	0.002
14	5	0.08	0.026	0.08	0.024	0.067	0.007
15	2h	0.02	0.034	0.03	0.026	0.046	0.014
16	3	0.04	0.014	0.09	0.034	0.091	0.031
17	4	0.03	0.024	0.05	0.006	0.064	0.004
18	5	0.09	0.036	0.09	0.034	0.088	0.028
19	1c	0.03	0.024	0.03	0.026	0.021	0.039
20	2	0.02	0.034	0.04	0.016	0.042	0.018
21	3	0.09	0.036	0.04	0.016	0.043	0.017
22	4	0.05	0.004	0.06	0.004	0.034	0.026
23	5	0.04	0.014	0.09	0.034	0.060	0.000
24	1g	0.02	0.034	0.02	0.036	0.076	0.016
25	2	0.04	0.014	0.03	0.026	0.087	0.027
26	3	0.09	0.036	0.09	0.034	0.059	0.001
27	4	0.09	0.036	0.08	0.024	0.049	0.011
28	5	0.08	0.026	0.08	0.024	0.098	0.038
29	2b	0.02	0.034	0.04	0.016	0.066	0.006
30	3	0.08	0.026	0.09	0.034	0.056	0.004
31	4	0.08	0.026	0.07	0.014	0.032	0.028
32	5	0.04	0.014	0.09	0.034	0.082	0.022
33	2f	0.02	0.034	0.03	0.026	0.083	0.023
34	3	0.04	0.014	0.08	0.024	0.046	0.014
35	4	0.05	0.004	0.05	0.006	0.065	0.005
36	5	0.09	0.036	0.04	0.016	0.088	0.028
n =		36		36		36	
m =		0.054		0.056		0.060	
X =			0.832		0.763		0.587
U.C. (%) =			56.9		62.4		72.9
SD =		0.026		0.024		0.020	
C.V. (%) =			48.3		42.8		33.4
U.C. (%) =			51.7		57.2		66.6

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นายอนันต์ แก่นจันทร์
วัน เดือน ปีเกิด	8 สิงหาคม 2508
ประวัติการศึกษา	
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	ปวช. (เกษตรกรรม) วิทยาลัยเกษตรกรรมนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2526
ระดับอนุปริญญา	อว.ท (สาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) วิทยาลัยครุนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2529
ระดับปริญญาตรี	วท.บ (สาขาเทคโนโลยีการผลิต) มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ปีการศึกษา 2549
ระดับปริญญาโท	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ปีการศึกษา 2557
ประวัติการทำงาน	นักวิชาการประมง ปี33 -ปี40 บมจ.เจริญโภคภัณฑ์อาหาร ธุรกิจด้านเพาะเลี้ยง การเกษตร ปี2541 – ปัจจุบัน
ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์	Kaenchana, A. and Wanichpongpan, P., 2015, "Development of automatic feeding machine ", The15th Joint Network Academic Conferance Graduate Schools of Northern Rajabhat University , July 23, 2015 Nakohon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan, Thailand, pp. 185-194

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ข้อตกลงว่าด้วยการโอนสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

วันที่ 24 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2558

ข้าพเจ้า นายอนันต์ แก่นจันทร์ รหัสประจำตัว 53401907 เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ระดับ ☐ ประกาศนียบัตรบัณฑิต ☒ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขา วิศวกรรมวิศวกรรม คณะ วิศวกรรมศาสตร์

อยู่บ้านเลขที่ 29/17 หมู่ 2 ตำบล อ่าวลึกเหนือ อำเภอ อ่าวลึก จังหวัด กระบี่

เป็น “ผู้โอน” ขอโอนสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาให้ไว้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมี ศ.ดร.สัทกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา ตำแหน่ง รองคณบดีฝ่ายวิจัยและวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นตัวแทน “ผู้รับโอน” สิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาและมีข้อตกลงดังนี้

- ข้าพเจ้าได้จัดทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งอยู่ในความควบคุมของ รศ.ดร.ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์อาจารย์ที่ปรึกษา และ/หรือ ดร.ชวิณ อรรถศาสน์ อาจารย์ที่ปรึกหาร่วม ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม หลักสูตรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าใน วิทยานิพนธ์ให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตลอดจนอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์จาก มหาวิทยาลัย
- ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใดๆ ก็ตาม ข้าพเจ้าจะต้อง ระบุว่าวิทยานิพนธ์เป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีทุกครั้งที่มีการ เผยแพร่
- ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปเผยแพร่ หรือให้ผู้อื่นทำซ้ำหรือดัดแปลงหรือ เผยแพร่ต่อสาธารณชนหรือกระทำการอื่นใด ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยมี ค่าตอบแทนในเชิงธุรกิจ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีก่อน
- ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ไปประดิษฐ์หรือพัฒนาต่อยอดเป็น สิ่งประดิษฐ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาประเภทอื่น ภายในระยะเวลาสิบ (10) ปีนับจากวันลงนาม ในข้อตกลงฉบับนี้ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีมีสิทธิ ในทรัพย์สินทางปัญญานั้น พร้อมกับได้รับชำระค่าตอบแทนการอนุญาตให้ใช้สิทธิดังกล่าว รวมถึง

การจัดสรรผลประโยชน์อันพึงเกิดขึ้นจากส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของวิทยานิพนธ์ในอนาคต โดยให้เป็นไปตามระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วย การบริหารผลประโยชน์ อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

6. ในกรณีที่มิมีผลประโยชน์เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาอื่นที่ข้าพเจ้าทำขึ้น โดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีเป็นเจ้าของ ข้าพเจ้าจะมีสิทธิได้รับการจัดสรร ผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญาดังกล่าวตามอัตราที่กำหนดไว้ในระเบียบสถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วย การบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

ลงชื่อ.....ผู้โอนลิขสิทธิ์
(นายอนันต์ แก่นจันทร์)
นักศึกษา

ลงชื่อ.....ผู้รับโอนลิขสิทธิ์
(ศ.ดร.สักรมณ เทพหัสดิน ณ อยุธยา)
รองคณบดีฝ่ายวิจัยและวิชาการ

ลงชื่อ.....พยาน
(ดร.ชีวิน อรรถสาสน์)
อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงชื่อ.....พยาน
(รศ.ดร.ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์)
หัวหน้าภาควิชา