

เครื่องให้อาหารปลา

Fish feeder



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....55706

วัน,เดือน,ปี 24 พ.ค. 2548

.....  
b.....  
i.....

ปีการศึกษา 2546  
เครื่องให้อาหารปลา

Fish Feeder

โดย

นายจรรุพล ทัศนาศรี

นายเมธี ทุมณี

นายยุทธนา มหาโคตร

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.จิราภรณ์ เบลญประกายรัตน์

อาจารย์ ศัญลักษณ์ กิ่งทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2546

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องให้อาหารปลา

ผู้จัดทำ

1. นายจรรุพล ทัดสา
2. นายเมธี ทูมนัส
3. นายยุทธนา มหาโคตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เครื่องให้อาหารปลา

นายจรรพ ทัดสา

นายเมธี ทูมน์ส

นายยุทธนา มหาโคตร

รศ.จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ สัญลักษณ์ กิ่งทอง อาจารย์ที่ปรึกษา

### บทคัดย่อ

เครื่องให้อาหารปลาได้ออกแบบเพื่อลดปัญหาค่าแรงงาน และลดเวลาของเกษตรกรในการให้อาหารปลา ส่วนประกอบที่สำคัญมี 3 ส่วนดังนี้ 1) ถังบรรจุเม็ดอาหาร ทำจากเหล็กแผ่นหนา 2 มม. มีความจุประมาณ 61 กิโลกรัม 2) ชุดเกลียวลำเลียง มีระยะพีช 1.7 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว 2 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลางเพลลา 0.6 ซม. 3) ชุดจานเหวี่ยง มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 ซม. หนา 3 มม. มีครีป 4 ครีป ครีปยาว 12.5 ซม. สูง 3 ซม. และหนา 1 มม. เครื่องให้อาหารปลาสามารถปรับความเร็วรอบเกลียวลำเลียงได้ตั้งแต่ 23.3 – 110 รอบต่อนาที โดยเกลียวลำเลียงจะลำเลียงเม็ดอาหารปลาลงมาสู่จานเหวี่ยง แล้วใช้จานเหวี่ยงเหวี่ยงเม็ดอาหารการกระจายลงสู่บ่อปลา จานเหวี่ยงมีความเร็วรอบคงที่ 1,400 รอบต่อนาที ที่ความเร็วรอบเกลียวลำเลียงต่างกันจะได้รูปแบบการกระจายตัวที่ไม่แตกต่างกัน แต่จะมีความหนาแน่นของเม็ดอาหารปลาเพิ่มมากขึ้นตามความเร็วรอบของเกลียวลำเลียงที่เพิ่มขึ้น ที่ความเร็วรอบเกลียวลำเลียง 72 รอบต่อนาที ได้ลักษณะการกระจายตัวสูงสุด คือ ระยะส่งได้ไกลสุด 12.6 เมตร ระยะกว้างสุด 5.2 เมตร เม็ดอาหารตกครอบคลุมพื้นที่ 57.75 ตารางเมตร สัมประสิทธิ์การกระจายตัว 40.33 % และเปอร์เซ็นต์การแตกหัก 6.0 % เครื่องให้อาหารปลาใช้กับเม็ดอาหารปลาน้ำจืดขนาดใหญ่ โดยมีปริมาณการให้อาหารปลาได้ตั้งแต่ 4.62 – 23.06 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ใช้เลี้ยงปลานิลได้ตั้งแต่ปลาอายุ 3 – 12 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Fish Feeder

Jarupon Tadsa

Matee Thummanus

Yutthana Mahakotr

Assoc.Prof.Jiraporn Benjapragairat Advisor

Sunyaluk Gingtong Advisor

2003

### Abstract

Fish feeder is designed to reduce the problem of wage and introduced to the farmers in order to over come such difficulties. Three major components of the fish feeder includes 1)the 60 kg. steel hopper made of 2 mm. steel plate 2) the screw conveyor with 1.7 cm. Pitch distance and 2 cm. screw diameter and 0.6 cm. shaft diameter 3)the 30 cm. diameter centrifugal dish with four blades. The feeder can operate by varying the angular velocity of the conveyor to feed the fish cake in the range of 23.3-110 rpm. The centrifugal dish get seeds from the screw conveyor and spreaded them out into the farm pond. When the dish a constant speed of 1400 rpm and by varying angular velocity of the screw conveyor, it was found that the distribution patterns of seeds were not different but that the intensities of seeds were higher upon the faster revolutions of the screw. When the screw conveyor operated at 72 rpm the optimum distribution pattern gave maximum chuting distance of 12.6 m., maximum chuting width of 5.2 m., the coverage area of 57 m<sup>2</sup>, the uniformity coefficient of 40.33%, and the broken in percent of 6. Fish feeder is used with the big size of seeds and the quantity of feeding is considered from 4.62-23.06 kg/hr which can be fed to fish at 3-12 months of age.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญภาพ	จ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
<b>บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี</b>	
2.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับปลาชนิด	4
2.2 เครื่องให้อาหารปลาที่มีอยู่ในปัจจุบัน	11
2.3 ทฤษฎีงานเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	15
2.4 ทฤษฎีการออกแบบเกลียวลำเลียง	19
<b>บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง</b>	
3.1 การคำนวณและการออกแบบเกลียวลำเลียง	30
3.2 การคำนวณความเร็วรอบงานเหวี่ยงและระยะทาง ในการส่งเม็ดอาหารปลา	33
3.3 การคำนวณและการออกแบบส่วนประกอบของเครื่อง ให้อาหารปลาแบบงานเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	37
3.4 ลักษณะของเครื่องให้อาหารที่เสร็จสมบูรณ์	40
3.5 งบประมาณการสร้างเครื่อง	41
<b>บทที่ 4 การทดลอง</b>	
4.1 การทดลองอัตราการลำเลียงเม็ดอาหารปลาของเกลียวลำเลียง	42
4.2 ตารางการทดลองอัตราการลำเลียงเม็ดอาหารปลาของเกลียวลำเลียง	44
4.3 การทดลองหาเปอร์เซ็นต์การแตกหักของเม็ดอาหารปลาที่เกิดจาก เกลียวลำเลียง	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4 การทดลองหาตำแหน่งของเมล็ดอาหารปลาที่ออกจากเกลียวลำเลียง ลงสู่ช่องเปิดของ Cover plate	47
4.5 การทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การแตกหักของเมล็ดอาหารปลา ที่เกิดจากงานเหวี่ยง	54
4.6 วิธีการทดสอบรูปแบบการกระจายตัวของเมล็ดอาหารปลา	57
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	74
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก.	77
ภาคผนวก ข.	102
กิตติกรรมประกาศ	111
เอกสารอ้างอิง	112



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงการเจริญเติบโตของปลานิลและความต้องการ อาหารของปลานิลต่อวัน	2
2.1 ตารางแสดงการเจริญเติบโตของปลานิลและความต้องการ อาหารของปลานิลต่อวัน	6
2.2 แสดงความแข็งของเม็ดอาหารปลา	9
2.3 แสดงความหนาแน่นของเม็ดอาหารปลา	9
2.4 แสดงสมบัติเชิงเรขาคณิตของเม็ดอาหารปลา	9
2.5 แสดงมุมกองพื้นของเม็ดอาหารปลา	10
2.6 แสดงสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของเม็ดอาหารปลา	10
2.7 แสดงพื้นที่ภาพฉาย	10
3.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณการขนถ่ายกับความเร็วยรอบ มอเตอร์ของเกลียวลำเลียงไปที่ได้จากการคำนวณ	31
3.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วยรอบมอเตอร์กับระยะทาง ที่ต้องการส่งเม็ดอาหารออกไปที่ได้จากการคำนวณ	36
3.3 แสดงงบประมาณการสร้างเครื่อง	41
4.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง	42
4.2 แสดงข้อมูลที่ได้จากการทดลองและข้อมูลที่ได้จากการ คำนวณจากทฤษฎีของเกลียวลำเลียง	43
4.3 ปริมาณเม็ดอาหารที่ใช้ทดลอง 4.62 Kg	45
4.4 ปริมาณเม็ดอาหารที่ใช้ทดลอง 6 Kg	45
4.5 ปริมาณเม็ดอาหารที่ใช้ทดลอง 10.5 Kg	46
4.6 ปริมาณเม็ดอาหารที่ใช้ทดลอง 15 Kg	46
4.7 ตารางบันทึกผลการทดลองการหาเปอร์เซ็นต์การแตกหัก ของเม็ดอาหารปลา	47
4.8 แสดงความเร็วยรอบของงานเหวี่ยงกับเปอร์เซ็นต์การแตกหัก ของเม็ดอาหารปลายี่ห้อเซฟฟิด	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.9 ตารางบันทึกผลการทดลองเมล็ดอาหารปลาหือ เซฟพิด	73
4.10 ตารางบันทึกผลการทดลองเมล็ดอาหารปลาหือ นิวทรีน่า อีโคฟิช	73



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 เปรียบเทียบปลานิลตัวผู้และตัวเมีย	5
2.2 เปรียบเทียบปลานิลแดงตัวผู้และตัวเมีย	6
2.3 การลากอวนปลานิลเพื่อนำไปจำหน่าย	7
2.4 ลักษณะการติดตั้งเครื่องให้อาหารปลา	11
2.5 เครื่องให้อาหารปลารุ่น MODAL AF6	11
2.6 เครื่องให้อาหารปลารุ่น ADF-75D	12
2.7 แสดงลักษณะการกระจายตัวของเม็ดอาหารลงสู่บ่อปลา	12
2.8 แสดงลักษณะของเครื่องให้อาหารปลา และอุปกรณ์หลัก ๆ ของเครื่อง	13
2.9 แสดงลักษณะของเครื่องให้อาหารปลารุ่น AF1750RT	14
2.10 แสดงลักษณะด้านข้างของจานเหวี่ยง	15
2.11 แสดงองค์ประกอบของเกลียวลำเลียง	19
2.12 แสดงเกลียวลำเลียงและทิศทางการลำเลียงวัสดุ	20
2.13 แสดงชุดแฉวนเกลียวลำเลียง	21
2.14 แสดงตัวอย่างแผ่นกันวัสดุรั่วไหลแบบต่างๆ	22
2.15 แสดงราง 4 ลักษณะ	22
2.16 แสดงใบเกลียวแบบต่างๆ	24
3.1 แสดงลักษณะของจานเหวี่ยงที่ออกแบบ	33
3.2 แสดงลักษณะของถังบรรจุเม็ดอาหารปลา	36
3.3 แสดงลักษณะของฐานเกลียวและส่วนประกอบ	37
3.4 ด้านหน้าของเครื่องให้อาหารปลา	38
3.5 ด้านข้างของเครื่องให้อาหารปลา	38
3.6 ด้านบนของเครื่องให้อาหารปลา	38
3.7 ภาพด้านหน้าเครื่องให้อาหารปลา	39
3.8 ภาพด้านหลังเครื่องให้อาหารปลา	39
3.9 ภาพด้านข้างเครื่องให้อาหารปลา	39
3.10 ภาพฐานเกลียวลำเลียง	40
3.11 ภาพจานเหวี่ยง	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับอัตราการผลิตอาหารปลาของข้อมูลที่ได้จากการคำนวณและข้อมูลที่ได้จากการทดลอง	44
4.2 แสดงการทดลองหามุม $\theta$	48
4.3 แสดงลักษณะการวางกรอบไม้ และตำแหน่งที่ตั้งเครื่องให้อาหารปลาในพื้นที่ใช้ในการทดลอง	49
4.4 แสดงทิศทางของเม็ดอาหารที่ออกจากเครื่องให้อาหารปลาที่มุม $0^\circ$	50
4.5 แสดงทิศทางของเม็ดอาหารที่ออกจากเครื่องให้อาหารปลาที่มุม $60^\circ$	50
4.6 แสดงทิศทางของเม็ดอาหารที่ออกจากเครื่องให้อาหารปลาที่มุม $90^\circ$	51
4.7 แสดงทิศทางของเม็ดอาหารที่ออกจากเครื่องให้อาหารปลาที่มุม $150^\circ$	51
4.8 แสดงทิศทางของเม็ดอาหารที่ออกจากเครื่องให้อาหารปลาที่มุม $180^\circ$	52
4.9 แสดงทิศทางของเม็ดอาหารที่ออกจากเครื่องให้อาหารปลาที่มุม $190^\circ$	52
4.10 แสดงทิศทางของเม็ดอาหารที่ออกจากเครื่องให้อาหารปลาที่มุม $200^\circ$	53
4.11 แสดงทิศทางของเม็ดอาหารที่ออกจากเครื่องให้อาหารปลาที่มุม $210^\circ$	53
4.12 แสดงจุดที่เม็ดอาหารตกลงสู่จานเหวี่ยง	54
4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและเปอร์เซ็นต์การแตกหักของเม็ดอาหารปลาซีฮ้อเซฟฟิด	55
4.14 กล่องที่ใช้ในการทดลองขนาด $30 \times 25$ ซม.	57
4.15 ภาพแสดงลักษณะการวางกล่องเพื่อทำการทดลอง	57
4.16 ภาพแสดงพื้นที่ที่ทำการทดลอง	58
4.17 ภาพแสดงตำแหน่งที่ตั้งเครื่องเพื่อทำการทดลอง	58

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 หลักการและเหตุผล

#### 1.1.1 เหตุผล

ปลานิล (ชื่อสามัญ: Tilapia nilotica) เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งซึ่งมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ นับตั้งแต่ปี 2508 เป็นต้นมา สามารถเลี้ยงได้ในทุกสภาพ ธรรมชาติ มีผู้นิยมบริโภคกันอย่างกว้างขวาง จากคุณสมบัติของปลานิลซึ่งเลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว และปลานิลยังเป็นปลาเศรษฐกิจที่มีราคาไม่สูงมากนัก โดยเฉพาะส่งเป็นสินค้าออกในลักษณะปลาแช่เนื้อ ซึ่งตลาดที่สำคัญ ได้แก่ ญี่ปุ่น อเมริกา อิตาลี เป็นต้น

ปัจจุบันปลานิลเป็นปลาที่มีการนิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย และเป็นปลาที่มีการส่งออกมากที่สุด จากตารางประกอบท้ายเล่มจะเห็นได้ว่าปลานิลนั้นส่งออกมากที่สุด ถึง 3,245.499 ตัน เป็นมูลค่าถึง 181,274,507 บาท แต่ปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่ เลี้ยงโดยให้แรงงานให้อาหารปลาเป็นเวลา โดยเฉพาะเกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลเพื่อการส่งออกนั้นจะเลี้ยงปลาเป็นจำนวนมาก ซึ่งบ่อที่เลี้ยง มีขนาดพื้นที่ตั้งแต่ 0.5 – 3 ไร่ ต้องใช้แรงงานเป็นจำนวนมาก รวมทั้งสิ้นเปลืองเวลาในการให้อาหารปลานิล และบางครั้งอาจให้อาหารปลาไม่ทั่วถึงจึงทำให้ต้องมีการสร้างเครื่องให้อาหารปลาขึ้นมาเพื่อเป็นการลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานของเกษตรกรในการให้อาหารปลา เพื่อให้อาหารปลากระจายสม่ำเสมอและทั่วถึง ลดการแตกหักของเม็ดอาหารปลา เพื่อลดการนำเข้าเครื่องให้อาหารปลาจากต่างประเทศ

#### 1.1.2 หลักการ

ปลานิลเป็นปลาที่กินอาหารได้ตลอดเวลาและกินจุ กินอาหารที่ผิวน้ำ กลางน้ำและพื้นท้องน้ำ การให้อาหารปลานิลจึงให้ในปริมาณพอเหมาะในแต่ละครั้งตามความต้องการของปลานิล

การเลี้ยงปลานิลเพื่อส่งออกนั้น เกษตรกรนิยมให้อาหารแบบเม็ด เพื่อให้คุณภาพของเนื้อปลาที่ดีและได้ผลผลิตสูง

เม็ดอาหารปลา มีทั้งแบบจมและแบบลอย ซึ่งส่วนใหญ่เกษตรกรนิยมให้อาหารเม็ดแบบลอย เพราะสามารถสังเกตปริมาณอาหารที่พอกับความต้องการของปลาได้

จากนิสัยการกินอาหารของปลานิลถ้าให้อาหารที่จุกๆ เดียวปลาตัวใหญ่จะแย่งกินอาหารหมด ส่วนปลาตัวเล็กจะไม่ได้กินอาหารทำให้ปลาไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นการออกแบบเครื่องให้อาหารปลาจึงออกแบบเป็นงานเหวี่ยงหนีศูนย์กลางเพื่อให้เม็ดอาหารปลากระจายตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องให้อาหารปลาใช้งานเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง เป็นอุปกรณ์กระจายเม็ดอาหารปลาโดยใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนลำเลียงเม็ดอาหารออกจากถังพักอาหาร แล้วไหลลงที่งานเหวี่ยง เพื่อเหวี่ยงอาหารให้อาหารกระจายออกสู่บ่อปลา โดยที่งานเหวี่ยงนั้นจะมีมอเตอร์เป็นต้นกำลังเช่นกัน เครื่องให้อาหารปลาจะติดตั้งอยู่บริเวณริมบ่อปลา

อัตราการปล่อยปลาขนาดตัว 3 – 5 ซม. ปล่อย 4,000 ตัว / ไร่ [1]

อัตราการให้อาหาร 2 ครั้ง / วัน

ตารางที่ 1.1 แสดงการเจริญเติบโตของปลานิลและความต้องการอาหารของปลานิลต่อวัน

อายุปลา (เดือน)	ความยาว (ซม.)	หนัก (กรัม)	ปริมาณการให้อาหาร(กก./วัน)
1-1.5	3-5	5-10	2-2.8
3	10	30	7.2
6	20	200	24
9	25	350	42
12	30	500	60

ที่มา : รศ.ดร.เวียง เชื้อโพธิ์หัก, โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์น้ำ, ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2542 : หน้า 204

## 2.1 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการกระจายตัวของเม็ดอาหารเมื่อใช้เครื่องให้อาหารปลาแบบงานเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง
2. ศึกษาการแตกหักของเม็ดอาหารปลาเมื่อใช้งานเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง
3. ออกแบบเครื่องให้อาหารปลาแบบงานเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง
4. สร้างเครื่องให้อาหารปลาแบบงานเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง
5. ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารปลาแบบงานเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

## 3.1 ขอบเขตการศึกษา

1. ออกแบบเครื่องให้อาหารปลาที่เหมาะสมกับบ่อปลานิลขนาด 1600 ตารางเมตร ลึก 1 เมตร อัตราการปล่อยปลาขนาดตัว 3 – 5 ซม. ปล่อย 4,000 ตัว / ไร่ [3] สำหรับการเลี้ยงเพื่อการค้า
2. ให้อาหารปลานิลเป็นเวลาตามความต้องการของปลานิล คือ 2 ครั้งต่อวัน
3. ศึกษาปริมาณการให้อาหารต่อวันต่ออายุปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 4. ศึกษาความเหมาะสมของปริมาณการให้อาหารปลาต่อความต้องการอาหารปลา  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สร้างเครื่องให้อาหารปลาแบบงานหวิงหนีศูนย์ และประเมินประสิทธิภาพเครื่องให้อาหารปลาแบบงานหวิงหนีศูนย์ ศึกษาการกระจายตัวของเม็ดให้อาหารปลาและการแตกหักของเม็ดอาหารปลาเมื่อใช้เครื่องให้อาหารปลาแบบงานหวิงหนีศูนย์

#### 4.1 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดเวลาของเกษตรกรในการให้อาหารปลา
2. ให้อาหารปลาได้ในปริมาณที่แน่นอนและตรงตามเวลา
3. เครื่องให้อาหารปลาที่มีประสิทธิภาพสูงและมีต้นทุนต่ำ
4. เครื่องให้อาหารปลาแบบงานหวิงที่มีการกระจายตัวของอาหารปลาที่ทั่วถึง และมีการแตกหักของเม็ดอาหารปลาน้อย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### หลักการและทฤษฎีของเครื่องให้อาหารปลา

#### แบบจานเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

#### 2.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับปลานิล

##### 2.1.1 ปลานิล

ปลานิล *Tilapia nilotica* เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งซึ่งมีคุณค่าทางเศรษฐกิจนับตั้งแต่ปี 2508 เป็นต้นมา สามารถเลี้ยงได้ในทุกสภาพ การเพาะเลี้ยง ระยะเวลา 1 ปีมีอัตราการเติบโตถึงขนาด 500 กรัม – รสชาติดี มีผู้นิยมบริโภคกันอย่างกว้างขวางส่วนขนาดปลาที่ตลาดต้องการจะมีน้ำหนักตัวละ 200-300 กรัม จากคุณสมบัติของปลานิลซึ่งเลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว แต่ปัจจุบันปลานิลพันธุ์แท้ค่อนข้าง จะหายาก กรมประมง จึงได้ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ปลาเพื่อให้ได้ปลานิลที่มีลักษณะสายพันธุ์ดี อาทิ การเจริญเติบโต ปริมาณความคอก ของไข่ ผลผลิตและความต้านทานโรค เป็นต้น ดังนั้นผู้เลี้ยงปลานิล จะได้รับความมั่นใจในการเลี้ยงปลานิลเพื่อเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำให้เพียงพอต่อการบริโภค

##### 2.1.2 ความเป็นมา

ตามที่พระจักรพรรดิอากิฮิโตะ เมื่อครั้งดำรงพระอิสริยยศกษัตริย์แห่งประเทศญี่ปุ่น ทรงจัดส่ง ปลานิล จำนวน 50 ตัว ความยาวเฉลี่ยตัวละประมาณ 9 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 14 กรัม มาทอดเกล้าฯ ถวายแด่พระบาท สมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2508 นั้น ในระยะแรกได้ทรงพระกรุณา โปรดเกล้าฯ ให้ปล่อยลงเลี้ยง ในบ่อดินเนื้อที่ประมาณ 10 ตารางเมตร ในบริเวณสวนจิตรลดา พระราชวังดุสิต เมื่อเลี้ยงมา 5 เดือนเศษ ปรากฏว่ามีลูกปลาเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก จึงได้ทรงพระกรุณา โปรดเกล้าฯ ให้เจ้าหน้าที่สวนหลวงขุดบ่อขึ้นใหม่อีก 6 บ่อ มีเนื้อที่เฉลี่ยบ่อละประมาณ 70 ตารางเมตร ซึ่งในโอกาสนี้พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้ทรงย้ายพันธุ์ปลาด้วย พระองค์เอง จากบ่อเดิมไป ปล่อยในบ่อ ใหม่ทั้ง 6 บ่อ เมื่อวันที่ 1 กันยายน 2508 ต่อจากนั้น ทรงพระกรุณา โปรดเกล้าฯ ให้กรมประมง จัดส่งเจ้าหน้าที่วิชาการมาตรวจสอบการเจริญเติบโตเป็นประจำทุกเดือน

โดยที่ปลานิลนี้เป็นปลาจำพวกกินพืช เลี้ยงง่าย มีรสดี ออกลูกคอก เจริญเติบโตได้รวดเร็ว ในเวลา 1 ปี จะมี น้ำหนักประมาณครึ่งกิโลกรัม และมีความยาวประมาณ 1 ฟุต จึงได้มีพระราชประสงค์ที่จะให้ปลา นี้แพร่ขยายพันธุ์ อันจะเป็นประโยชน์แก่พสกนิกรของพระองค์ต่อไป ดังนั้นเมื่อวันที่ 17 มีนาคม 2509 จึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานชื่อปลานิลนี้ว่า "ปลานิล" และได้พระราชทานปลานิล ขนาดยาว 3-5 เซนติเมตร จำนวน 10,000 ตัว ให้แก่กรมประมงนำไปเพาะเลี้ยง

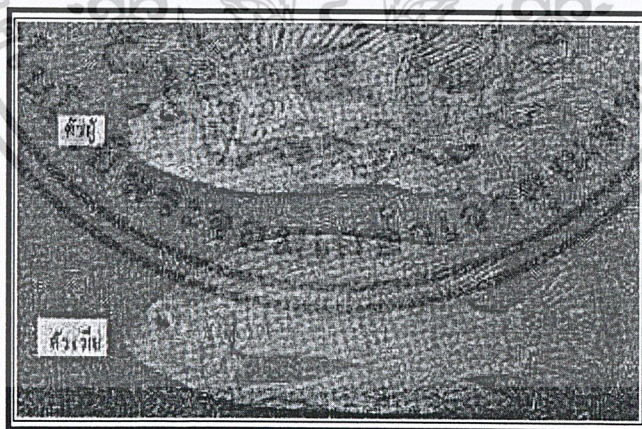
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขยายพันธุ์ ที่แผนทดลอง และเพาะเลี้ยง ในบริเวณเกษตรกลาง บางเขน และที่ สถานีประมงต่าง ๆ ทั่วพระราชอาณาจักรรวม 15 แห่ง เพื่อดำเนินการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์พร้อมกัน ซึ่งเมื่อ ปลานิลแพร่ขยายพันธุ์ออกไปได้มากเพียงพอแล้ว จึงได้แจกจ่ายให้แก่ราษฎรนำไปเพาะเลี้ยงตามความต้องการต่อไป

### 2.1.3 รูปร่างลักษณะ

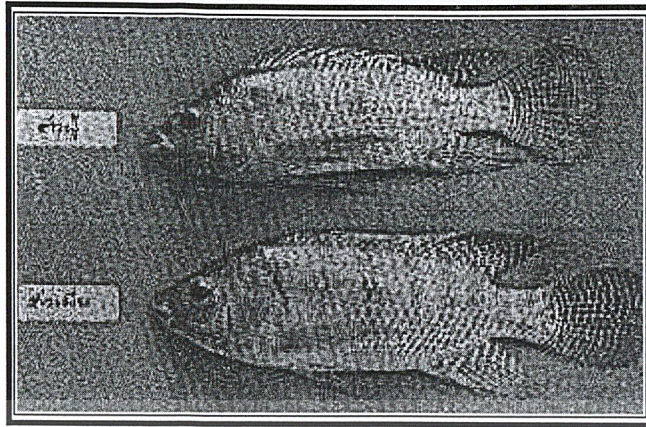
ปลานิลเป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่ง อยู่ในตระกูลซิคลิดี (Cichlidae) มีถิ่นกำเนิดเดิมอยู่ในทวีปแอฟริกา พบทั่วไปตามหนอง บึง และทะเลสาบ ในประเทศซูดานยูกันดา แทนแกนยีกา โดยที่ปลานิลนี้ เจริญเติบโตเร็ว และเลี้ยงง่าย เหมาะสมที่จะนำมาเพาะเลี้ยงในบ่อได้เป็นอย่างดีจึงได้รับความนิยม และเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายในภาคพื้นเอเชีย แม้แต่ในสหรัฐอเมริกาก็นิยมเลี้ยงปลาชนิดนี้

รูปร่างลักษณะของปลานิลคล้ายกับปลาหมอเทศแต่ลักษณะพิเศษของปลานิลมีดังนี้คือ ริมฝีปากบนและล่างเสมอกัน ที่บริเวณแก้มมีเกล็ด 4 แถว ตามลำตัวมีลายพาดขวางจำนวน 9-10 แถบ นอกจากนั้นลักษณะทั่วไปมีดังนี้ ครีบหลังมีเพียง 1 ครีบ ประกอบด้วยก้านครีบแข็งและก้านครีบอ่อนเป็นจำนวนมาก ครีบกันประกอบด้วยก้านครีบแข็งและอ่อนเช่นกัน มีเกล็ดตามแนวเส้นข้างตัว 33 เกล็ด ลำตัวมีสีเขียวปนน้ำตาล ตรงกลางเกล็ดมีสีเข้ม ที่ กระดุก แก้มมีจุดสีเข้มอยู่จุดหนึ่ง บริเวณส่วนอ่อนของครีบหลัง ครีบกัน และครีบหางนั้นจะมีจุดสีขาว และสีดำ ตัดขวางแลด คล้ายลายข้าวตอกอยู่โดยทั่วไป



ภาพที่ 2.1 เปรียบเทียบปลานิลตัวผู้และตัวเมีย

ในประเทศไทยพบปลานิลสีเหลือง-ขาว ซึ่งเป็นการกลายพันธุ์จากปลานิลสีปกติ หรือเป็นการผสมข้ามพันธุ์ระหว่าง ปลานิลกับปลาหมอเทศ ซึ่งนอกจากสีภายนอกที่แตกต่าง จากปลานิลธรรมดาแล้วภายในตัวปลาที่ผนังช่องท้องยัง เป็นสีขาวเงินคล้ายผนังช่องท้องของปลากินเนื้อ และสีของเนื้อปลาเป็นสีขาวชมพูคล้ายปลากะพงแดงซึ่งเป็นที่นิยมรับประทานในต่างประเทศ มีชื่อเรียกเป็นที่รู้จักกันทั่วไปว่า "ปลานิลแดง" ซึ่งควรได้รับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 เปรียบเทียบปลานิลแดงตัวผู้และตัวเมีย

#### 2.1.4 การเจริญเติบโตและผลผลิต

ปลานิลเป็นปลาที่มีการเจริญเติบโตเร็ว เมื่อได้รับการเลี้ยงดูอย่างถูกต้องจะมีขนาดเฉลี่ย 500 กรัม ในเวลา 1 ปี ผลผลิตไม่น้อยกว่า 500 กก./ไร่/ปี ในกรณีที่เลี้ยงในกระชังที่คุณภาพน้ำดีมีอาหารสมทบอย่างสมบูรณ์ สามารถให้ผลผลิตไม่น้อยกว่า 5 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงการเจริญเติบโตของปลานิลและความต้องการอาหารของปลานิลต่อวัน

อายุปลา (เดือน)	ความยาว (ซม.)	หนัก (กรัม)	ปริมาณการให้อาหาร(กก./วัน)
1-1.5	3-5	5-10	2-2.8
3	10	30	7.2
6	20	200	24
9	25	350	42
12	30	500	60

ที่มา : รศ.ดร.เวียง เชื้อโพธิ์หัก, โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์น้ำ, ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2542 : หน้า 204

หมายเหตุ : โดยทั่วไปเป็นปลานิลที่ปล่อยลงเลี้ยงในบ่อรุ่นเดียวกัน ก็จะใช้เวลาประมาณ 9 เดือน จึงจะจับจำหน่าย เพราะปลานิลที่ได้จะมีน้ำหนักประมาณ 2-3 ตัวต่อกิโลกรัม

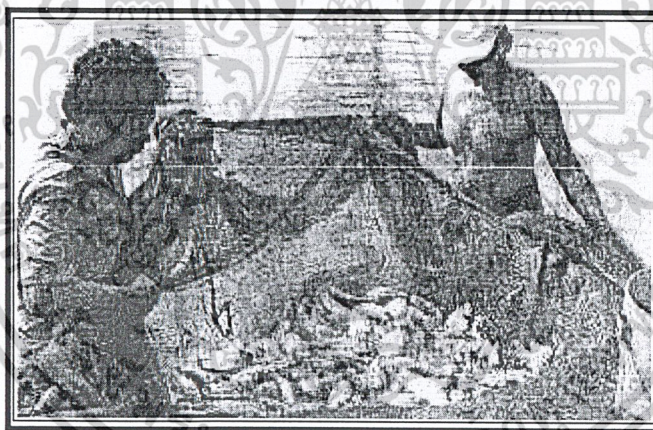
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.5 อัตราส่วนที่ปล่อยพ่อแม่ปลาลงเพาะ

ปริมาณพ่อแม่ปลาที่จะนำไปปล่อยในบ่อเพาะ 1 ตัว/4 ตารางเมตร หรือไร่ละจำนวน 400 ตัว ควรปล่อยในอัตราส่วนพ่อปลา 2 ตัว/แม่ปลา 3 ตัว เนื่องจากได้สังเกตจากพฤติกรรมในการผสมพันธุ์ของปลาชนิดนี้ ปลาตัวผู้ที่มีสมรรถภาพที่จะผสมพันธุ์กับปลาตัวเมียอื่นๆ ได้อีก ดังนั้นการเพิ่มอัตราส่วนของปลาตัวเมียให้มากขึ้น คาดว่าจะได้ลูกปลานิลเพิ่มขึ้นส่วนการเพาะปลานิลในกระชังใช้อัตราส่วนของปลา 6 ตัว/ตารางเมตร โดยใช้ตัวผู้ 1 ตัว/ตัวเมีย 3-5 ตัว การเพาะปลานิลแต่ละรุ่นจะใช้เวลาประมาณ 2 เดือน จึงเปลี่ยนพ่อแม่ปลารุ่นใหม่ต่อไป

### 2.1.6 การจับจำหน่ายและการตลาด

ระยะเวลาการจับจำหน่ายไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับขนาดของปลานิล และความต้องการของตลาด โดยทั่วไปเป็นปลานิลที่ปล่อยลงเลี้ยงในบ่อรุ่นเดียวกัน ก็จะใช้เวลาประมาณ 9 เดือน จึงจะจับจำหน่าย เพราะปลานิลที่ได้จะมีน้ำหนักประมาณ 2-3 ตัวต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นขนาดที่ตลาดที่ต้องการ ส่วนปลานิลที่ปล่อยลงเลี้ยงหลายรุ่นในบ่อเดียวกัน ระยะเวลาการจับจำหน่ายก็ขึ้นอยู่กับราคาปลาและความต้องการของผู้ซื้อ



ภาพที่ 2.3 การลากอวนปลานิลเพื่อนำไปจำหน่าย

ตลาดของปลานิลส่วนใหญ่ยังใช้บริโภคภายในต่างประเทศ อย่างไรก็ตามมีโรงงานห้องเย็นเริ่มรับซื้อปลานิล ปลานิลแดง เพื่อแปรรูปส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา อิตาลี ฝรั่งเศส ออสเตรเลีย เป็นต้น โดยโรงงานจะรับซื้อ ปลาขนาด 400 กรัม ขึ้นไป เพื่อแช่แข็งส่งออกทั้งตัว และรับซื้อปลา ขนาด 100-400 กรัม เพื่อแล่เฉพาะเนื้อแช่แข็งหรือนำไปแปรรูปเพื่อส่งออกต่อไป

### 2.1.7 ต้นทุนและผลตอบแทน

ต้นทุนการผลิตปลานิล 1 กิโลกรัมในฟาร์มเลี้ยงขนาด 1-3 ไร่ ประกอบด้วยต้นทุนคงที่ได้แก่ ที่ดิน ค่าขุดบ่อ เครื่องสูบน้ำ ฯลฯ มูลค่า 4-6 บาทต่อปลานิล 1 กิโลกรัม รวมเป็นต้นทุนทั้งสิ้น 14-18 บาท ต่อปลานิล 1 กิโลกรัม จากข้อมูลพบว่า ถ้าเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารสมทบเพียงอย่างเดียว จะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าราคาตลาด ดังนั้น เกษตรกรควรเลี้ยง ปลานิลร่วมกับปลาชนิดอื่น ๆ โดยเฉพาะ การเลี้ยงร่วมกับสัตว์บกหรือใช้น้ำจากบ่อปลากินเนื้อ เช่น ปลาช่อน ซึ่งมีเศษอาหารและปุ๋ย สำหรับพืชน้ำ ซึ่งเป็นอาหารของปลานิล นอกจากนี้การใช้แรงงานในครอบครัวจะเป็นแนวทาง ลด ต้นทุนการผลิตได้อีกทางหนึ่ง

### 2.1.8 ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาและอุปสรรคในการเลี้ยงปลานิล คือ ปัญหาปลาสูญหาย ปัญหาพันธุ์ปลานิลลูกผสม ปัญหาปลานิลราคาต่ำ ปัญหาหน้าท่วม ปัญหาหน้าเสีย ปัญหาปลาไม่โต ปัญหาการขาดแคลนเงินทุน ปัญหาการใช้พื้นที่จำนวนมากเลี้ยงปลานิล ปัญหาภาษีที่ดินมีอัตราสูง ปัญหาดินเปรี้ยว ปัญหาราคา อาหารปลานิลแพง ปัญหาอุทกภัยที่กินที่กิน ปัญหาคลองระบายน้ำคืนเงิน และปัญหาเกษตรกรขาด ความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงปลานิล

นอกจากนี้ปัญหากลิ่นเหม็นโคลนในบ่อปลานิลยังเป็นอุปสรรคของการส่งออกซึ่งแก้ไขได้ โดยการเปลี่ยนน้ำพร้อมทั้งควบคุมคุณภาพน้ำและอาหารที่เลี้ยงปลาในช่วงก่อนจับประมาณ 3 วัน

### 2.1.9 แนวโน้มการเลี้ยงปลานิลในอนาคต

ปลานิลเป็นปลาที่ตลาดผู้บริโภคยังมีความต้องการสูงขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากจำนวนประชากรมี อัตราการเจริญเติบโตสูง จึงส่งผลต่อแนวโน้มการเลี้ยงปลานิลนี้ให้มีคู่แข่งไปโดยไม่ต้อง กังวลปัญหาด้านการตลาด เนื่องจากเป็นปลาที่มีราคาดี ไม่มีอุปสรรคเรื่องโรคระบาด เป็นที่นิยม บริโภคและเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายในทั่วทุกภูมิภาค เพราะสามารถนำมาประกอบอาหารได้หลาย รูปแบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในปัจจุบันปลานิลสามารถส่งเป็น สินค้าออกไปสู่ต่างประเทศในลักษณะ ของปลาแช่เนื้อ ตลาดที่สำคัญ ๆ อาทิ ประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา อิตาลี เป็นต้น ดังนั้น การเลี้ยงปลา นิลให้มีคุณภาพ ปราศจากกลิ่นโคลน ย่อมจะส่งผลดีต่อการบริโภค การจำหน่าย และการให้ ผลตอบแทนที่คุ้มค่าในที่สุด

### 2.1.10 วิธีการให้อาหาร



สัตว์น้ำส่วนใหญ่นั้นกินอาหารเสร็จภายใน 20 – 30 นาที ยกเว้นกลุ่มสัตว์น้ำที่กินอาหารช้า อย่างกุ้งอาจใช้เวลาในการกินอาหารนานเป็นชั่วโมง วิธีการให้อาหารที่นิยมปฏิบัติกันอยู่มีหลายแบบ ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามชนิดของอาหารรวมทั้งชนิดและขนาดของสัตว์น้ำ แต่แต่ละแบบมีเป้าหมายราคา ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมือนกันคืออำนวยความสะดวกให้สัตว์น้ำหาอาหารได้ง่ายและกินได้มากที่สุด เพราะอาหารที่เหลือ นอกจากจะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็นแล้ว ยังจะเป็นสาเหตุของปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพของสัตว์น้ำที่เลี้ยงเองรวมทั้งปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำธรรมชาติด้วย

### 2.1.11 คุณสมบัติของเม็ดอาหารปลา ที่เกษตรกรนิยมใช้เลี้ยงเพื่อการส่งออก

จากการสำรวจและสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับเม็ดอาหารปลาที่เกษตรกรนิยมนำมาเลี้ยงปลา เพื่อการส่งออกพบว่าเกษตรกรนิยมใช้เม็ดอาหารปลาหือ เซฟฟีด และนิวทรีน่า อีโคฟิช เป็นอาหารปลาสำเร็จรูป ชนิดเม็ดลอยน้ำ ซึ่งจะมีคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงความแข็งของเม็ดอาหารปลา (Hardness tester)

ลักษณะการกด	แรงที่ใช้กดจนเม็ดอาหารปลาแตก (นิวตัน)	
	เซฟฟีด	นิวทรีน่า อีโคฟิช
	4.67	5.36
	5.57	6.59

ตารางที่ 2.3 แสดงความหนาแน่นรวมของเม็ดอาหารปลา

ชนิดเม็ดอาหารปลา	ความหนาแน่นรวม (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
เซฟฟีด	458
นิวทรีน่า อีโคฟิช	469

ตารางที่ 2.4 แสดงสมบัติเชิงเรขาคณิตของเม็ดอาหารปลา (Geometrical properties)

ชนิดเม็ดอาหารปลา	เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเรขาคณิต ( $abc^{1/3}$ ) (มิลลิเมตร)
เซฟฟีด	7.11
นิวทรีน่า อีโคฟิช	6.82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 แสดงมุมกองพื้นของเม็ดอาหารปลา

ชนิดเม็ดอาหารปลา	มุมกองพื้นของเม็ดอาหารปลา (องศา)
เซฟพีด	25.76
นิวทรีน่า อีโคพีช	26.15

ตารางที่ 2.6 แสดงสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของเม็ดอาหารปลา (friction)

ชนิดเม็ดอาหารปลา	ชนิดพื้นเอียง	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
เซฟพีด	แผ่นเหล็ก	0.31
	แผ่นอะครีลิก	0.36
นิวทรีน่า อีโคพีช	แผ่นเหล็ก	0.34
	แผ่นอะครีลิก	0.38

ตารางที่ 2.7 แสดงพื้นที่ภาพฉาย (Projected area)

ชนิดเม็ดอาหารปลา	พื้นที่ภาพฉายจริง (ตารางเซนติเมตร)
เซฟพีด	0.63
นิวทรีน่า อีโคพีช	0.56

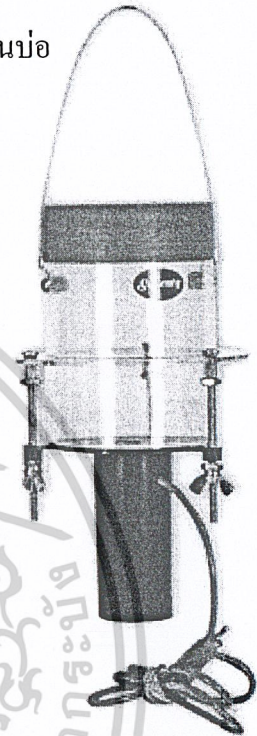
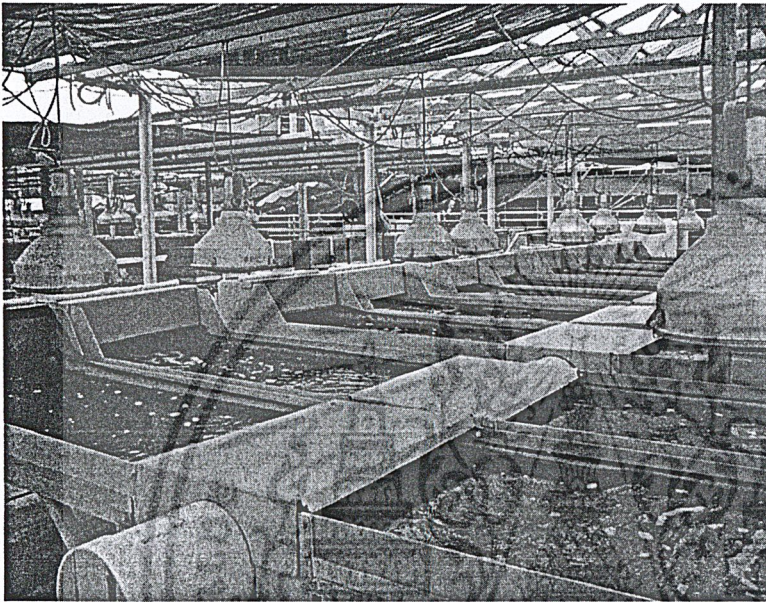
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 เครื่องให้อาหารปลาที่มีอยู่ในปัจจุบัน

### 2.2.1 Aquaculture Feeders

คุณสมบัติโดยทั่วไปของเครื่อง

1. ความจุของถัง 0.45 กิโลกรัม
2. ใช้แวนไว้นือบ่อ แล้วเครื่องจะสั่งให้เม็ดอาหารตกลงในบ่อ



ภาพที่ 2.4 ลักษณะการติดตั้งเครื่องให้อาหารปลา

ราคาเครื่องให้อาหารปลารุ่น MODAL AF6 3,250 บาท

ภาพที่ 2.5 เครื่องให้อาหารปลารุ่น MODAL AF6

ข้อดี

- เครื่องมีขนาดเล็กน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายสะดวก
- เหมาะสำหรับบ่อเลี้ยงปลาขนาดเล็ก

ข้อเสีย

- ต้องใช้หลายเครื่องเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ให้มาก
- ไม่เหมาะกับบ่อเลี้ยงปลาขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.2 Low-Profile Air-Drive Directional Feeders

คุณสมบัติโดยทั่วไปของเครื่อง

1. ความจุของถังพัก 24 กิโลกรัม
2. ใช้ลมเป่าเมล็ดอาหารออกตามช่องเปิดสี่เหลี่ยม ลงสู่บ่อปลา
3. ติดตั้งเครื่องไ่วริมบ่อ โดยใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงาน



ภาพที่ 2.7 แสดงลักษณะการกระจายตัวของเมล็ดอาหารลงสู่บ่อปลา

ภาพที่ 2.6 เครื่องให้อาหารปลารุ่น ADF- D

ราคาเครื่องให้อาหารปลารุ่น ADF-75D 14,800 บาท

ข้อดี

- เครื่องมีขนาดเล็กน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายสะดวก
- ใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงาน

ข้อเสีย

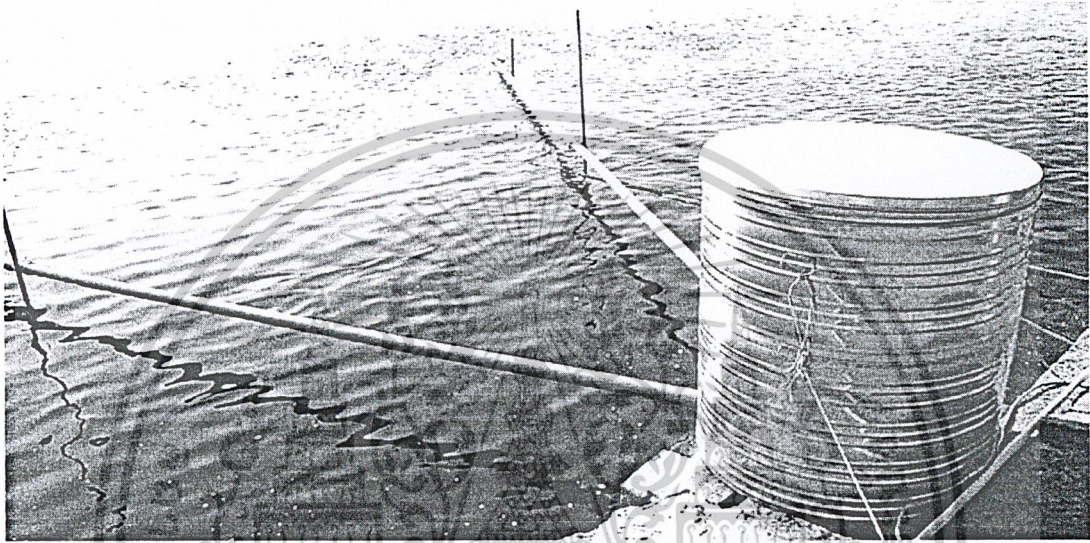
- ส่งอาหารได้ระยะทางสั้นและมีการกระจายตัวน้อย
- ราคาแพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3 Automatic Fish Feeder

คุณสมบัติโดยทั่วไปของเครื่อง

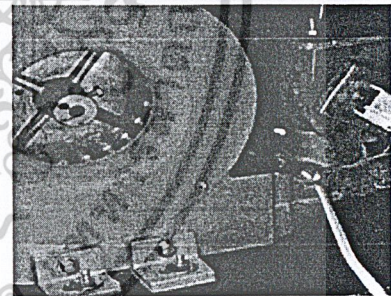
1. ความจุของถังพัก 24 กิโลกรัม
2. ใช้พลังงานลมจาก Blower ส่งเม็ดอาหารผ่านท่อ 2 ท่อ ที่มีความยาว 3.6 เมตร ลงสู่บ่อเลี้ยงปลา โดยที่ปลายท่อจะมี Spreaders cover wide area เป็นตัวกระจายเม็ดอาหารปลา
3. ครอบคลุมพื้นที่ 10 ตารางเมตร



Double deck feeding tank  
design



Spreaders cover wide area



Super power blower and  
vibrating system

ภาพที่ 2.8 แสดงลักษณะของเครื่องให้อาหารปลา และอุปกรณ์หลัก ๆ ของเครื่อง

ราคาเครื่องให้อาหารปลา 48,500 บาท

ข้อดี

- ติดตั้งง่ายเพราะจะติดตั้งเครื่องข้างบ่อปลาได้เลย
- ส่งอาหารไปได้ไกล

ข้อเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถ้าต้องการส่งอาหารไปให้ไกลขึ้นต้องเพิ่มกำลังของ blower และต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่ม
- การกระจายตัวเป็นจุด ๆ เกิดขึ้นที่เฉพาะปลายทั้งสองข้างของท่อเท่านั้น
- ราคาแพง

## 2.2.4 High Capacity Pond Feeder

คุณสมบัติโดยทั่วไปของเครื่อง

1. ความจุของถังพัก 272 กิโลกรัม
2. สามารถส่งเม็ดอาหารไปได้ไกล 13.5 เมตร และ กว้างสุด 7.5 เมตร
3. ใช้รถ ลากในการเคลื่อนย้ายเครื่องให้อาหารปลา
4. ใช้ไฟจากบ้านเรือน และยังมีแบตเตอรี่สำรองไฟได้ด้วย



ภาพที่ 2.9 แสดงลักษณะของเครื่องให้อาหารปลารุ่น AF1750RT

ราคาเครื่องให้อาหารปลารุ่น AF1750RT 62,500 บาท

ข้อดี

- สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีแบตเตอรี่สำรองไฟ
- ความจุสูง
- สามารถส่งเมล็ดอาหารไปได้ไกล 13.5 เมตร และ กว้างสุด 7.5 เมตร

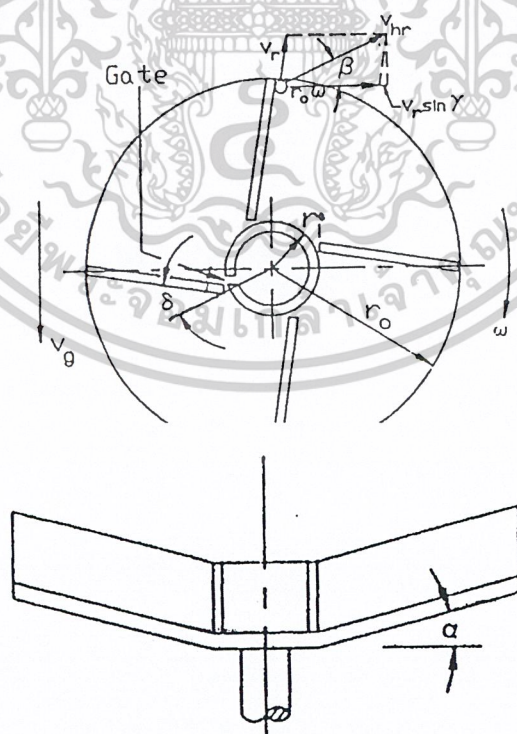
#### ข้อเสีย

- ในการเคลื่อนย้ายต้องใช้รถในการลากจูง
- เครื่องมีน้ำหนักมาก
- ราคาแพงมาก

### 2.3 ทฤษฎีงานเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

งานเหวี่ยงหนีศูนย์กลางเป็นการลำเลียงเมล็ดอาหารลงสู่บ่อปลา โดยที่เมล็ดอาหารจะถูกลำเลียงผ่านเกลียวและตกลงมาด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก กระแทกกับครีบบีบอัดของงานเหวี่ยงที่มีความเร็วเชิงมุม ทำให้เมล็ดอาหารเคลื่อนที่ด้วยความเร็วค่าหนึ่งและตกลงสู่บ่อปลา

ทฤษฎีการลำเลียงเมล็ดอาหารสำหรับงานเหวี่ยงชนิดที่ได้สร้างขึ้นนี้ ( ดังแสดงในภาพที่ 2.10 ) ถูกใช้ประโยชน์ในการลำเลียงเมล็ดอาหาร เมื่อเมล็ดอาหารตกผ่านท่อสู่ทางออกไปสู่งานเหวี่ยงที่กำลังหมุน สำหรับสมการการเคลื่อนที่ของเมล็ดอาหารบนงานเหวี่ยง หาได้จากเมล็ดอาหารชั้นใดระหว่างงานและพื้นผิวของครีบบีบอัด มากกว่าที่จะกิ้งไปตามใบพัด



ภาพที่ 2.10 แสดงลักษณะด้านข้างของงานเหวี่ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มุมที่เมื่อดอาหารปลาดกกลงสู่จานเหวี่ยงขณะหมุน ในขณะที่เมื่อดอาหารถูกชนด้วยครีบบีบอัดหา  
ได้จากสมการต่อไปนี้ (Ajit K. Srivastava ค.ศ. 1993 )

$$\theta = \frac{(C_1 + f)e^{C_2(C_1-f)\theta} + (C_1 - f)e^{-C_2(C_1-f)\theta}}{2C_1} = \frac{r_o - \frac{C_3g}{C_4\omega^2}}{C_5r_i - \frac{C_3g}{C_4\omega^2}}$$

หลังจากที่ได้ค่ามุม  $\theta$  แล้วสมการต่อไปสามารถหาความเร็วของเมื่อดอาหารที่กระทำโดยครีบบีบอัด

$$V_r = \frac{\omega}{2C_1} (C_5r_i - \frac{fg}{\omega^2})(e^{C_2(C_1-f)\theta} - e^{-C_2(C_1-f)\theta})$$

โดยที่

$V_r$  = ความเร็วสัมผัสของเมื่อดอาหารปลากับจานเหวี่ยง

$f$  = ค่าความเสียดทานระหว่างจานเหวี่ยงและเมื่อดอาหาร

$g$  = แรงโน้มถ่วงของโลก = 9.801 m/s<sup>2</sup>

$C_1 = (f^2 + C_4/C_2)^{0.5}$

$C_2 = \cos \alpha$

$C_3 = \sin \alpha + f \cos \alpha$

$C_4 = \cos \alpha - f \sin \alpha$

$C_5 = \cos \delta - f \sin \delta$

$r_i$  = รัศมีภายในของครีบบีบอัด (m)

$r_o$  = รัศมีภายนอกของจานเหวี่ยง (m)

$\omega$  = ความเร็วเชิงมุมของจานเหวี่ยง (rad/s)

ความเร็วตามแนวแกนราบของเมื่อดอาหารเมื่อออกจากจานเหวี่ยงสามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$v_{hr} = \sqrt{(v_r \cos \alpha \cos \gamma)^2 + (r_o \omega + v_r \cos \alpha \sin \gamma)^2}$$

และหามุม  $\beta$  ได้จาก

$$\beta = \arctan \frac{v_r \cos \alpha \cos \gamma}{r_o \omega + v_r \cos \alpha \sin \gamma}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ  $\gamma = \arctan(r_i \tan \delta / (r_0 - r_i))$

สมการต่อไปนี้เป็นกรการหาระยะทางตามแนวแกนราบและแนวแกนตั้งหรือความสูงจากพื้นถึงงานเหวี่ยงเมื่อเม็ดอาหารเคลื่อนที่ออกจากงานเหวี่ยงผ่านอากาศ (Goering et al., 1972; Pittetal., 1982)

$$\ddot{h} = -C_6 \dot{h} \sqrt{\dot{h}^2 + \dot{z}^2}$$

และหาค่า  $z$  ได้จาก

$$\ddot{z} = g - C_6 \dot{z} \sqrt{\dot{h}^2 + \dot{z}^2}$$

เมื่อ

$h$  = ระยะทางตามแนวราบ (m)

$z$  = ระยะทางในแนวตั้ง (m)

$C_6 = 0.5C_D \rho_a A_p / m$

$g$  = แรงโน้มถ่วงของโลก ( $m/s^2$ )

$A_p$  = พื้นที่ภาพฉายซึ่งอยู่ข้างหน้าของเม็ดอาหาร (m)

$m$  = มวลของเม็ดอาหาร (Kg)

$\rho_a$  = ความหนาแน่นโดยมวลของอากาศ ( $Kg/m^3 = 29p_b / (8.314\Theta_a)$ )

$p_b$  = ความดันบารอเมตริก (kPa)

$\Theta_a$  = อุณหภูมิของอากาศโดยรอบ ( $K = ^\circ C + 273$ )

จุดกลมเดี่ยวบน  $h$  หรือ  $z$  บอกให้ทราบว่าเป็นอนุพันธ์อันดับที่หนึ่งกับเวลา(ความเร็ว) ขณะที่ 2 จุด เป็นอนุพันธ์อันดับที่สอง ค่าสัมประสิทธิ์ของการเคลื่อน ( $C_D$ ) แปรผันกับค่า Reynold's number สมการในการหาค่า  $C_D$  หาได้ดังนี้ (Eisner, 1930)

$$C_D = \frac{24}{N_{re}} \quad \text{สำหรับ } N_{re} \leq 1$$

$$C_D = (26.38N_{re}^{-0.845} + 0.49) \quad \text{สำหรับ } N_{re} > 1$$

เมื่อค่า Reynold's number หาได้จากสมการ

$$N_{re} = \frac{\rho_a v_p d_p}{\mu_a}$$

เมื่อ  $N_{re}$  = dimensionless Reynold's number

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$v_p$  = ความเร็วของเมฆอาหาร ( $m/s = (h^2 + z^2)^{0.5}$ )

$d_p$  = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของอนุภาค (m)

$\mu_a$  = ความหนืดทางพลศาสตร์ของอากาศ ( $NS/m^2$ )

และเมื่อความดันบารอเมตริก เป็นแบบเปิดค่าความหนืดของอากาศจะเป็นฟังก์ชันเพียงอย่างเดียวของ อุณหภูมิของอากาศ

$$\mu_a = 4.79 \times 10^{-6} \times e^{0.678 + 0.00227 \Theta_a}$$

หาเวลาของอนุภาคเมื่อตกถึงพื้น (Pitt et al (1982))

$$t = \frac{\ln(\text{Arg} + \sqrt{\text{Arg}^2 - 1})}{2C_6 C_7}$$

เมื่อ

$$\text{Arg} = 2e^{(2C_6 z) - 1}$$

$$C_7 = (g/C_6)^{0.5}$$

ระยะทางในแนวแกนราบระหว่างเวลาที่ตกถึงพื้น หาได้จาก

$$h = \frac{\ln(C_6 h_0 t + 1)}{C_6}$$

เมื่อ

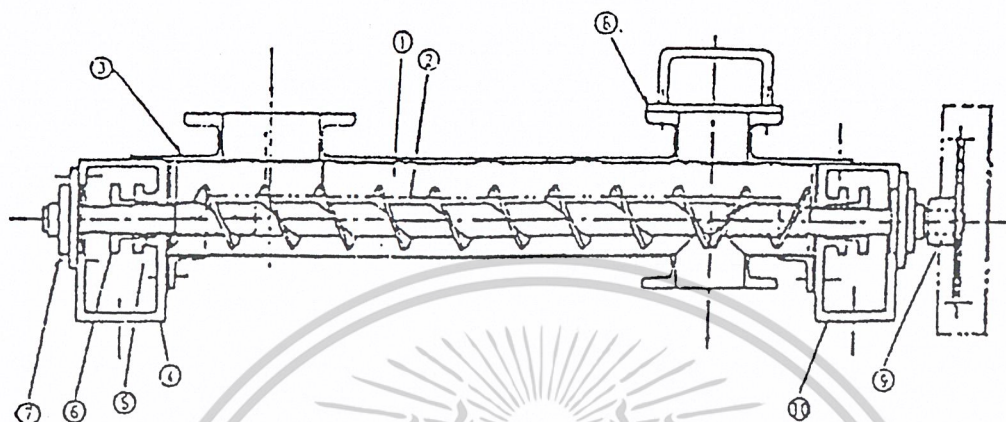
$t$  = เวลาของอนุภาคเมื่อตกถึงพื้น

$h_0$  = ความเร็วเริ่มต้น ในทิศทางในแนวราบ (m/s)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 ทฤษฎีการออกแบบเกลียวลำเลียง

### 2.4.1 องค์ประกอบเกลียวเกลียวลำเลียง



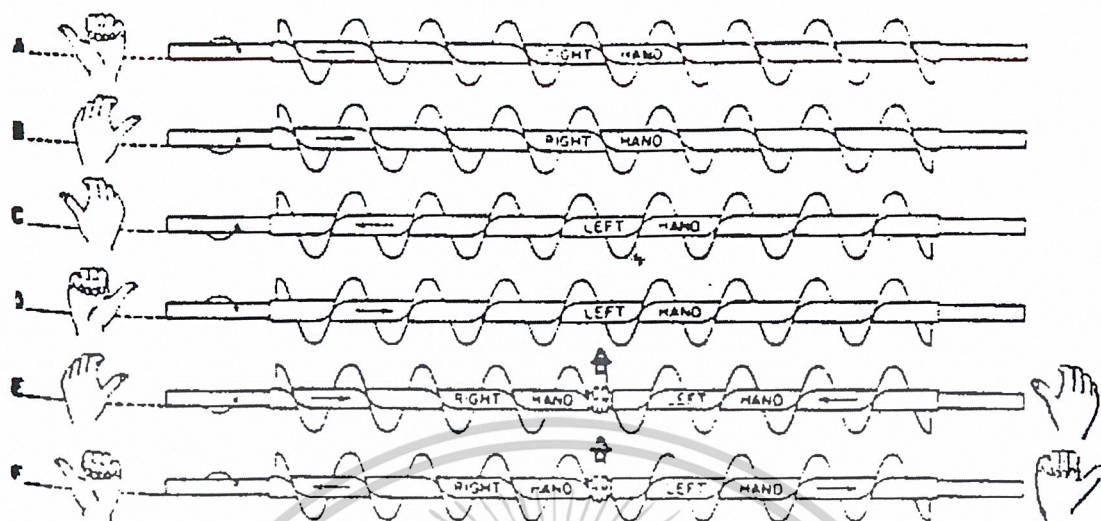
ภาพที่ 2.11 แสดงองค์ประกอบของเกลียวลำเลียง

(ปานมนัส ศิริสมบุญ, 2540)

- |                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| 1. รางเกลียว            | 6. ฟา้อัดป้องกันวัสดุรั่ว |
| 2. เกลียว               | 7. แบริ่ง                 |
| 3. ฟา                   | 8. ช่องคูวัสดุ            |
| 4. ห้องปลายเพลลา        | 9. สีสโซ่                 |
| 5. ส่วนป้องกันวัสดุรั่ว |                           |

### 2.4.2 องค์ประกอบสำคัญของเกลียวลำเลียง ได้แก่

1. ไบเกลียวมี 2 ชนิด คือ ชนิดเฮลิคอยด์ (Helicoid) หรือไบต่อเชื่อม และชนิดแยกส่วนหรือไบต่อเชื่อม (Sectional) แบบเฮลิคอยด์ หรือทำจากวัสดุเบนยาว ส่วนแบบแยกส่วนทำมาจากวงแหวน การเชื่อมไบเกลียวกับเพลามีลักษณะการเชื่อมติดได้ 2 ลักษณะ คือ ทั้งแบบมือขวาและมือซ้าย เมื่อพิจารณาประกอบกับทิศทางการหมุนของไบเกลียวจะทราบทิศทางการเคลื่อนไหลของวัสดุ เมื่อไบเกลียวเอียงลงมาทางด้านขวาเรียกว่า เกลียวขวา ส่วนเกลียวที่เอียงลงมาทางด้านซ้ายเรียกว่า เกลียวซ้าย



ภาพที่ 2.12 แสดงเกลียวลำเลียงและทิศทางการลำเลียงวัสดุ  
( ปานมนัส ศิริสมบุญ, 2540 )

A,B เกลียวขวา C,D เกลียวซ้าย E เกลียวรวมวัสดุ F เกลียวแยกวัสดุ

นิ้วหัวแม่มือจะแสดงทิศทางการไหลของวัสดุ ส่วนนิ้วทั้ง 4 แสดงทิศทางการหมุนของเกลียวแต่ใช้มือซ้ายพิจารณาเกลียวขวา มือขวาพิจารณาเกลียวซ้าย

2. เพลากลียว ทำด้วยท่อกลวง หรือเพลาดันมักจะใช้ ท่อเหล็กกล้าคาร์บอน sch.40 หรือ sch.80 ที่ปลายท่อทำบุชและเจาะรูเพื่อใช้ยึดติดกับคัปปลิงด้วยสลักเกลียว บุชและเพลามีพิคัดความเผื่อประมาณ  $\pm 0.015$  ทำให้ถอดเพลาออกจากคัปปลิงได้ง่าย คัปปลิงอาจชุบแข็งในกรณีที่ลำเลียงวัสดุที่มีความคมแข็ง ใช้สลักเกลียวหัวหักหกเหลี่ยมที่มีช่วงเกลียวสั้นเพื่อไม่ให้ยื่นออกมาในบริเวณที่มีวัสดุ

3. ชุดแขวนและแบริง ใช้ในกรณีที่เพลามีขนาดใหญ่กว่ามาตรฐาน ช่วยให้เพลานิ่ง

รูป a โครงชุดแขวนทำด้วยเหล็กกล้า ส่วนแบริงเป็นเหล็ก (chilled หรือ white iron) หรือแบริงที่เป็นแบบบิทหรือไม้ก็ได้ใช้ในการลำเลียงวัสดุที่มีความคมแข็ง

รูป b มีลักษณะการใช้งานเช่นเดียวกับชุดแขวนในรูป a แต่ไม่ได้ติดตั้งที่ฝารางโดยตรงติดตั้งโดยมีแผ่นเหล็กรองรับ

รูป c โครงชุดแขวนทำด้วยเหล็กหล่อ ใช้สลักเกลียวรูปตัว U และเป็นเกลียวทำด้วยแบบบิท โครงชุดแขวนนี้ช่วยให้สะดวกในการซ่อม

รูป d ชุดแขวนทำด้วยเหล็กกล้าใช้แบริงแบบบิทหรือเหล็กขาว โครงสร้างไม่ขัดขวางการเคลื่อนที่ของวัสดุ ส่วนใหญ่ใช้ลำเลียง ซีเมนต์ สารเคมี เป็นต้น

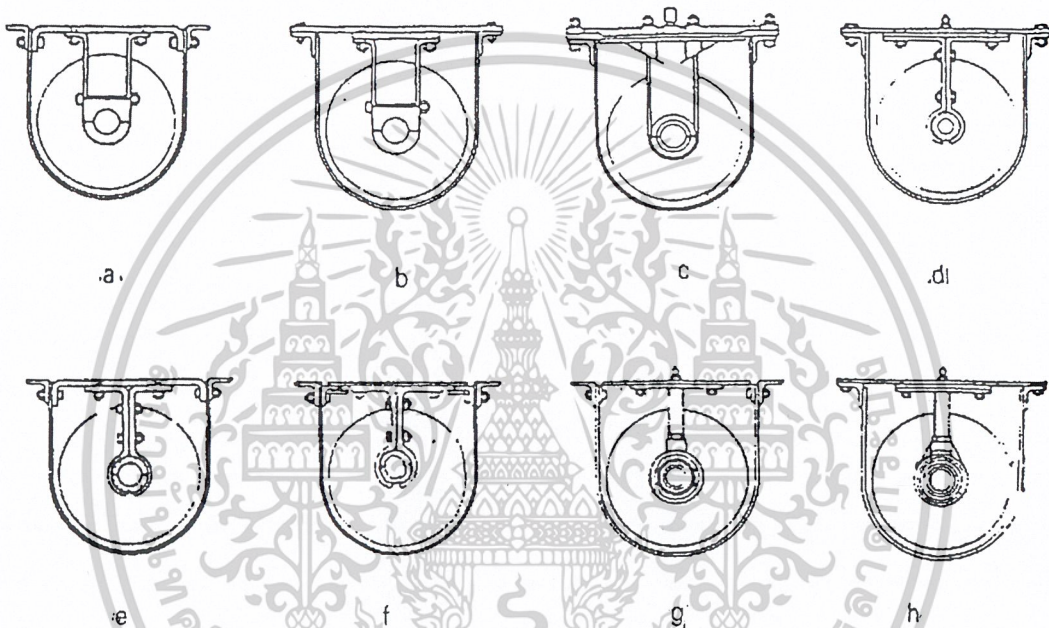
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป e โครงชุดแขวนเป็นเหล็กกล้าคล้ายแบบในรูป d ยกเว้นมีสลักเกลียวติดตั้งอยู่ใต้ฝา เบริ่งที่ใช้ทำด้วยแบ็บบิท ไม้ ในลอนหรือเหล็กแข็ง

รูป f โครงชุดแขวนเป็นเหล็กเหนียวคล้ายรูป e สามารถขยายตัวตามยาวได้ ใช้กับสารเคมีที่มีอุณหภูมิสูง หรือยิปซั่ม เป็นต้น

รูป g โครงสร้างชุดแขวนทำด้วยเหล็กกล้า สามารถปรับระดับได้ใช้กับแบร์ริงลูกปืนกลม เป็นโครงสร้างที่ไม่ขวางการเคลื่อนที่ของวัสดุ ใช้ในพื้นที่ที่มีฝุ่นมาก สามารถเปลี่ยนกับชุดแขวนรูป ก ได้

รูป h โครงสร้างชุดแขวนเหมือนกับรูป g สามารถเปลี่ยนกับชุดแขวนรูป b และ d ได้



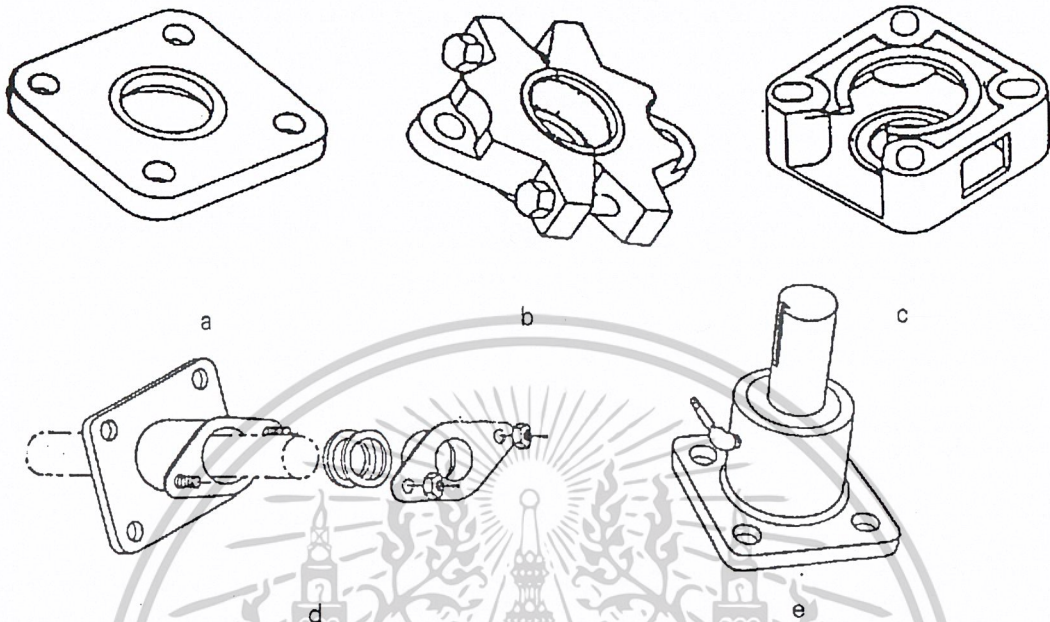
ภาพที่ 2.13 แสดงชุดแขวนเกลียวลำเดียว  
(ปานมนัส ศิริสมบุญ, 2540)

4. ฝาประกบราง ติดตั้งอยู่ที่หัวท้ายของรางทำหน้าที่ป้องกันวัสดุตกหล่นและรองรับ เบริ่งที่รองรับเพลลา ที่นี้จะมีหน้าแปลนที่มีแบร์ริงติดอยู่ เบริ่งที่จุดนี้ทำด้วยโลหะผสมดีบุก แอน-ทิโมเนียมและทองแดง เรียกว่า แบ็บบิท (Babbitt) หรือบรอนซ์ อาจเป็นแบร์ริงแบบลูกกลิ้ง (Roller) หรือแบบลูกปืนกลม (Ball) บางทีก็ใช้บุชที่ทำด้วยวัสดุพิเศษ นอกจากนี้ยังต้องมีแผ่นวัสดุผนึกกันวัสดุรั่วไหล (seal) ออกมาจากตำแหน่งติดตั้งเพลลาที่ฝาประกบรางนี้ด้วย

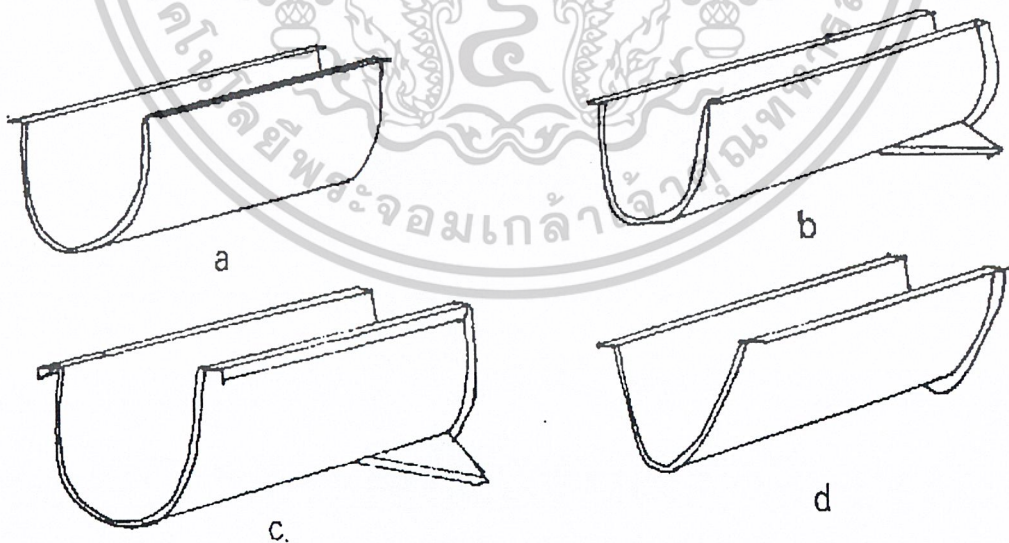
5. รางประกอบด้วย ตัวรางส่วนใหญ่ มีลักษณะเป็นรูปตัว(U) มี 4 ลักษณะ คือ หน้าแปลนฉาก (Angle flanged) (รูป a) หน้าแปลนเดี่ยว (รูป b) หน้าแปลนคู่ (Double flange) (รูป c) และรางปากบาน (Flared Trough) (รูป d) และฝาปิดรางมีไว้เพื่อป้องกันอันตรายจากชิ้นส่วนที่หมุน ป้องกันการปนเปื้อนของวัสดุ และป้องกันการรั่วไหลของฝุ่น หรือวัสดุที่ลำเดียว สิ่งที่ควรระวังคือ ห้ามใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกลียวล่ำเฉียงเป็นทางเดินหรือขึ้นไปเหยียบ ที่รางมีช่องทางวัสดุออก และด้านบนมีช่องป้อนวัสดุเข้า ที่รางจะมีโครงสร้างรองรับน้ำหนัก



ภาพที่ 2.14 แสดงตัวอย่างแผ่นกันวัสดุร่วไหลแบบต่างๆ  
( ปานมนัส ศิริสมบุญ, 2540 )



ภาพที่ 2.15 แสดงราง 4 ลักษณะ

( ปานมนัส ศิริสมบุญ, 2540 )

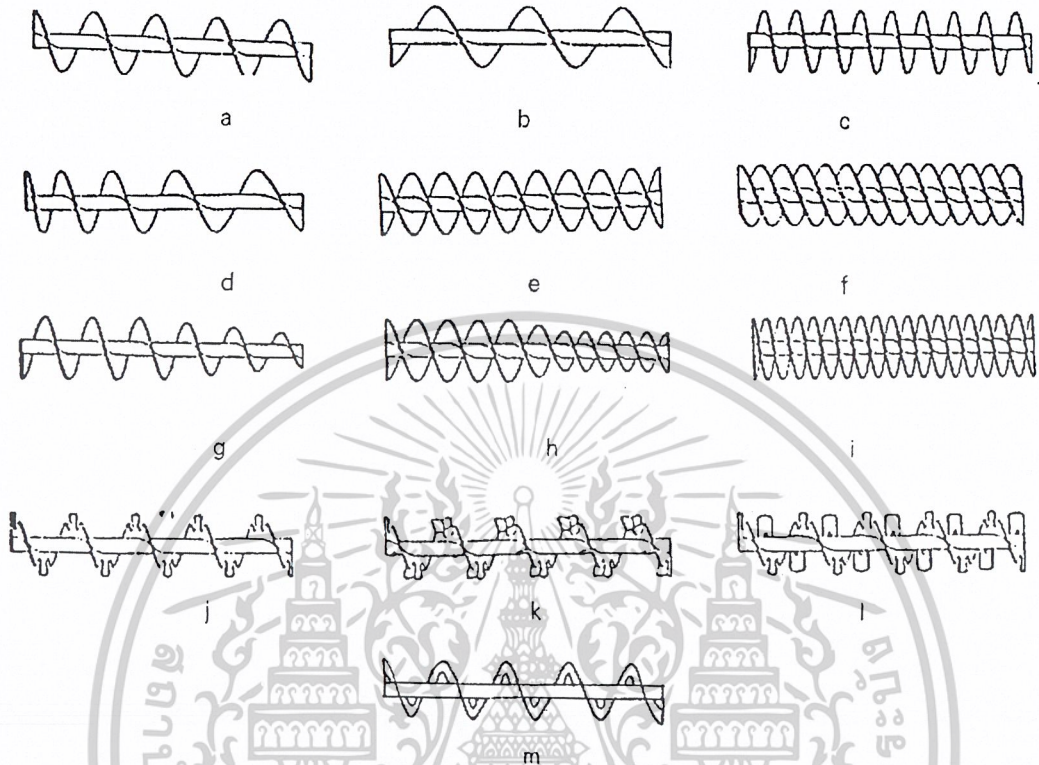
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ต้นกำลังปกติ ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าส่งกำลังผ่านชุดทดรอบและเพลาไปเกลิยวลำเลียง ในแนวราบมักจะมีการติดตั้งมอเตอร์อยู่ด้วยแล้ว และมีชุดทดรอบอยู่ในตัวต่อกันด้วยสายพาน V ซึ่งส่งกำลังไปยังเพลาเกลิยวลำเลียง ที่หน้าแปลนของเพลาที่ติดอยู่กับฝาประกบรางจะมีแผ่นกันวัสดุไหลเข้าไปในชุดทดรอบ และป้องกันไม่ให้น้ำมันหล่อลื่นรั่วออกไปด้วย มอเตอร์ไฟฟ้าแบบเกียร์มอเตอร์ (Gear Motor) ต่อกับเพลาขับเกลิยวโดยใช้โซ่ส่งกำลัง ซึ่งอยู่เรือนโซ่ที่มีน้ำมันหล่อลื่น วิธีการส่งกำลังอีกแบบหนึ่งคือ การใช้ชุดทดรอบแบบเพลาขนาน หรือชุดทดเพื่องหนอน (Worm gear reducer) มักใช้ในกรณีที่ต้องการลดรอบลงมาก และมีอีกหลายวิธีดังตารางที่ข้างต้น ซึ่งสัมพันธ์กับการส่งกำลังต่างๆ กัน เนื่องจากอาจมีแนวการต่อไม่เป็นเส้นตรงที่เดียว การบำรุงรักษาไม่ถูกต้องหรืออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ เป็นต้น

#### 2.4.3 ลักษณะการใช้งาน

เกลิยวลำเลียงเป็นอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุปริมาณมวลที่มีความคล่องตัวในการเคลื่อนไหลได้ดี เช่น เมล็ดธัญพืชต่างๆ เม็ดอาหารสัตว์ สารเคมีที่เป็นปริมาณมวลต่างๆ ขี้เลื่อย ผงถ่านหิน เป็นต้น ในกรณีที่วัสดุมีความคล่องตัวในการเคลื่อนไหลได้ปานกลาง หรือมีความหนืด เช่น แป้ง โค้ก น้ำมันตาลดิบ เป็นต้น ก็สามารถประยุกต์ใช้ได้โดยใช้เกลิยวแบบต่างๆ เกลิยวริ้ว (Ribbon flight) เทน (Feeder) ได้ด้วย เกลิยวลำเลียงสามารถรับวัสดุได้หลายทางและมีช่องวัสดุออกได้หลายทางด้วย เช่น การรับและการส่งวัสดุออกจากถังเก็บไปยังตำแหน่งต่างๆ ในโรงงาน เช่น โรงอาหารสัตว์ โรงงานเกี่ยวกับเมล็ดธัญพืช และโรงงานที่เกี่ยวกับสารเคมี เกลิยวลำเลียงยังใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของวัสดุ โดยออกแบบให้สามารถปรับความเร็วรอบในการหมุน ทำให้สามารถป้อนวัสดุไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้ตามความต้องการ นอกจากนี้ขณะลำเลียงอาจให้ความร้อน หรือความเย็นต่อวัสดุได้โดยทำเสื้อ (Jacket) สวมรางเกลิยว (Screw case) ที่รองรับวัสดุ เพื่อให้มีสารทำความร้อนหรือความเย็นไหลเวียนไป เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนได้ หรือ อาจทำท่อผ่านไปตามใบเกลิยวลำเลียงก็ได้ เกลิยวลำเลียงยังสามารถใช้ลำเลียงวัสดุที่เป็นฝุ่นหรือไอพิษ หรือวัสดุที่ต้องการปลอดภัยจากสารปนเปื้อน โดยปิดฝารางเกลิยวให้แน่น

ลักษณะของไบเกลิยวมีหลายแบบเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน ดังรูป



ภาพที่ 2.16 แสดงไบเกลิยวแบบต่างๆ

( ปานมนัส ศิริสมบุญ, 2540 )

รูป a เป็นเกลียวระยะพิชมาตรฐาน (Standard pitch) ซึ่งมีระยะพิชเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางของไบเกลิยว ใช้ลำเลียงวัสดุในแนวราบ หรือเอียงไม่เกิน 20 องศา ยกเว้นในกรณีพิเศษ

รูป b เป็นเกลียวแบบพิชยาว (Long pitch) ใช้เมื่อต้องการปริมาณการขนถ่ายสูงวัสดุเคลื่อนไหลได้สะดวก

รูป c เป็นไบเกลิยวแบบพิชสั้น (Short pitch) เป็นอุปกรณ์ป้อนหรือในกรณีที่ต้องการการลำเลียงวัสดุที่ช้าๆ เพื่อให้ความร้อนความเย็นทำให้แห้ง หรือ ปรงอาหาร

รูป d เป็นเกลียวระยะพิชต่าง (Variable pitch) เป็นอุปกรณ์ป้อนพิเศษ

รูป e เป็นไบเกลิยวคู่แบบระยะพิชมาตรฐาน (Double Flight Standard Pitch) ใช้เป็นอุปกรณ์ป้อนและปริมาณการขนถ่ายสูงขึ้น และการเคลื่อนไหลของวัสดุ และอัตราการป้อนสม่ำเสมอขึ้น

รูป f เป็นไบเกลิยว 3 ไบ แบบระยะพิชมาตรฐาน (Triple flight standard pitch) ใช้เป็นอุปกรณ์ป้อนวัสดุที่เคลื่อนอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป g เป็นไบเกลียวคู่ แบบระยะพิชสั้น (Double flight short pitch) ใช้เป็นอุปกรณ์ป้องกันที่มีอัตราการป้อนอย่างสม่ำเสมออย่างช้าๆ และป้องกันวัสดุเคลื่อนไหลอิสระเอ่อล้น (flashing) ได้ถึงบรรจ

รูป h ไบเกลียวคู่แบบเรียว (Tapered double flight) ใช้เป็นอุปกรณ์ป้อนพิเศษ

รูป i เป็นไบเกลียวเรียวมาตรฐาน (Tapered standard flight) นิยมเป็นอุปกรณ์ป้อนพิเศษ

รูป j เป็นไบเกลียวตัด (Cut flight) ใช้ผสมหรือให้วัสดุเคลื่อนไหลได้ช้าๆ

รูป k เป็นไบเกลียวตัดพับ (Cut and folded flight) ใช้สำหรับผสมหรือทำให้วัสดุเคลื่อนไหลช้าเช่นกัน

รูป l เป็นไบเกลียวตัดติดใบพาย (Cut flight with paddles) ใช้ทำให้วัสดุผสม หรือเคลื่อนไหลช้าเช่นกัน

รูป m เป็นไบเกลียวริ้ว (Ribbon flight) ใช้กับวัสดุที่หนักเคลื่อนไหลได้สะดวก

#### 2.4.4 การออกแบบ

การออกแบบเกลียวลำเลียงเพื่อให้ประสบผลสำเร็จนั้น จะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของวัสดุที่จะลำเลียงอย่างดี เช่น สมบัติคังตารางข้างล่าง ต้องเข้าใจถึงบทบาทของเกลียวลำเลียง คือ ขณะลำเลียง วัสดุจะคลุกเคล้ากันและแตกสลายได้ ทำให้สมบัติของวัสดุเปลี่ยนไปและยังต้องเข้าใจถึงลักษณะการเคลื่อนไหลของวัสดุ และผลการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเคลื่อนไหลนั้น หน่วยของปริมาณการขนถ่ายวัสดุปริมาณมวลนั้นใช้หน่วย น้ำหนักต่อเวลา เช่น ตันต่อชั่วโมง (t/hr) กิโลนิวตันต่อชั่วโมง (kN/hr) ปอนด์ต่อชั่วโมง (lb/hr) เป็นต้น ขณะลำเลียงความหนาแน่นของวัสดุอาจเปลี่ยนแปลงไปจากปกติ ดังนั้นการคำนวณขนาดและความเร็วรอบของเกลียวต้องใช้ค่าความหนาแน่นของวัสดุขณะลำเลียง นอกจากนี้ขณะลำเลียงอาจมีปรากฏการณ์ที่วัสดุมีปริมาณมากไม่สม่ำเสมอกันตลอดเกลียวลำเลียงบางครั้งมากผิดปกติ ซึ่งขึ้นอยู่กับการป้อนวัสดุลงมายังเกลียวลำเลียง ผู้ออกแบบเกลียวลำเลียงจะต้องแน่ใจว่า เกลียวลำเลียงที่ออกแบบสามารถรับภาระส่วนเกินเหล่านี้ได้

#### 2.4.5 สมบัติของวัสดุ

สมบัติของวัสดุที่จะต้องทราบได้แก่ ขนาดก้อนวัสดุ หากเป็นวัสดุที่สม่ำเสมอหรือคัดขนาดแล้วก็สามารถใช้ขนาดเฉลี่ยได้เลย ส่วนวัสดุที่ยังไม่คัดขนาดก็ใช้ขนาดใหญ่สุดของก้อนวัสดุมาเป็นข้อพิจารณา มีเงื่อนไขในการตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไบเกลียวว่าเหมาะสมกับขนาดของวัสดุหรือไม่ดังนี้

$$D > (10-12)a_{av} \text{ (วัสดุที่คัดขนาดแล้ว)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่  $D > (4-6)a_{max}$  (วัสดุที่ยังไม่คัดขนาด) ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ  $D$  = เส้นผ่านศูนย์กลางของใบเกลียวที่อนุญาตให้ใช้

$a_{av}$  = ขนาดเฉลี่ยของวัสดุที่ตัดขนาดแล้ว

$a_{max}$  = ขนาดเฉลี่ยของวัสดุที่ยังไม่ตัด

หรือตรวจสอบจากขนาดของวัสดุที่ใหญ่ที่สุดที่สามารถเลือกใช้เกลียวลำเลียงขนาดใดๆ ได้ดังแสดงในตารางที่ ข.4 (ภาคผนวก ข.)

#### 2.4.6 ขั้นตอนการออกแบบ

1. เลือกกลุ่มเกลียวจากตารางสมบัติวัสดุที่สามารถใช้เกลียวลำเลียง เลือกกลุ่มเกลียวลำเลียง (A,B,C,D,E,F,G,H,J) การป้อนวัสดุ (I,II,IIA,III) ตามชนิดของวัสดุ

2. เลือกเส้นผ่านศูนย์กลางของใบเกลียวที่เล็กที่สุดที่เลือกได้ ( $D_s$ ) จากตารางขนาดวัสดุใหญ่สุดที่สามารถลำเลียงได้

3. จากตารางขนาดเกลียวลำเลียงและปริมาตรการขนถ่าย กำหนดปริมาตรการขนถ่ายของใบเกลียวขนาดเล็กสุดที่ได้จากข้อ 2 ที่ 80% ความเร็วรอบสูงสุด ตรวจสอบว่าได้ปริมาตรการขนถ่ายตามที่ต้องการหรือไม่ โดยที่จะต้องคูณปริมาตรการขนถ่ายที่ต้องการด้วยแฟคเตอร์  $e$  ในตาราง แฟคเตอร์  $e$  เพื่อปรับค่าให้ถูกต้องตามลักษณะใบเกลียวและสัดส่วนการป้อนเกลียวลำเลียง หากค่าที่คำนวณได้น้อยกว่า จึงใช้ใบเกลียวขนาดนั้นได้ ถ้ามากกว่าให้เลือกใบเกลียวที่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยตรวจสอบว่าปริมาตรการขนถ่ายที่ต้องการ น้อยกว่าที่ใบเกลียวนั้นสามารถลำเลียงลำเลียงได้ ที่ความเร็วรอบ 8% ของความเร็วรอบสูงสุด

4. จากกลุ่มเกลียวลำเลียงในข้อ 1. และขนาดของใบเกลียว เลือกความหนาของคัปปลิง รหัสเกลียว และความหนาของรางและฝาจากตารางขนาดใบเกลียว ราง คัปปลิง

5. เลือกกลุ่มเกลียวจากตารางในข้อ 1. เลือกวัสดุที่ใช้ทำคัปปลิง แบร็งชเวน รางและฝา

6. จากระหัสใบเกลียวเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลลา ( $D_p$ ) ในตารางรายละเอียดเกลียวลำเลียง

7. ระยะพิช ( $p$ ) เท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางใบเกลียว ( $D_s$ ) เมื่อเป็นเกลียวมาตรฐานและจะลดลงครึ่งหนึ่งถ้าเป็นเกลียวสั้น

คำนวณหาการหมุนต่อนาที (rpm) โดยเทียบบัญญัติไตรยางค์

#### 2.4.7 เกลียวป้อน (Screw feeder)

เกลียวป้อน เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมอัตราการไหลของวัสดุออกจากถังบรรจุอย่างสม่ำเสมอ เกลียวป้อนมักจะอยู่ในรางปิด มี 4 ชนิดแบ่งตามระยะพิช ดังนี้

1) ระยะพิชมาตรฐาน (Regular full pitch)

2) ระยะพิชสั้น (Regular short or half pitch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ในนามของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) เกลียวเรียวมาตรฐาน (Taper full pitch)
- 4) ระยะพิชสั้นเกลียวเรียว (Taper short pitch)

ระยะเกลียวมาตรฐานนั้น ใ้ใช้กับวัสดุที่เคลื่อนไหลง่าย และช่วงทางออกวัสดุจากถังควรอยู่บริเวณช่วงหลังของใบเกลียว เพื่อป้องกันการเกิดเขตไม่ถ่ายเทวัสดุในถัง (Dead zone) และช่วงเปิดจากถังไม่ควรยาวกว่า 2 เท่าของระยะพิช

ส่วนระยะพิชสั้น ใช้ในกรณีวัสดุที่เคลื่อนไหลไม่สะดวก มีโอกาสที่จะทำให้เกิดการอุดตันที่ภาระเกินได้ง่าย

ส่วนเกลียวเรียวใช้ในการป้อนวัสดุที่เป็นก้อน สามารถรับวัสดุจากถังบรรจุหรือถังพักได้ตลอดความยาวของเกลียวเรียว โดยไม่เกิดเขตไม่ถ่ายเท เกลียวแบบนี้กินกำลังน้อยกว่าเกลียวปกติที่มีระยะรับวัสดุจากถังเท่ากัน

#### 2.4.8 เกลียวป้อนหลายเกลียว

เกลียวป้อนหลายเกลียวมีลักษณะเป็นเกลียวป้อนในแนวราบ วางเรียงกันเต็มพื้นที่ใต้ถังบรรจุ ใ้ใช้กับวัสดุที่อัดตัวกันภายใต้ความดันมีการเคลื่อนไหลไม่สะดวกหรือติดขัด ต้นกำลังขับที่ใ้ใช้อาจมีหลายตัวหือตัวเดียวก็ได้ การคำนวณทำเหมือนกับเกลียวป้อนเดี่ยวและคูณด้วยจำนวนเกลียว กรณีที่พื้นที่ใต้ถังมากกว่า 3 m<sup>3</sup> จำเป็นต้องปรึกษาโรงงานผู้ผลิตเนื่องผลกระทบจากน้ำหนักวัสดุในถังบรรจุมาก

#### 2.4.9 การคำนวณปริมาณการขนถ่าย

เกลียวลำเลียงในแนวนอน (Horizontal screw)

(Agricultural Process Engineering ,page 213-217 )

$$\text{ปริมาณการขนถ่าย (ft}^3/\text{hr)} = \left( \frac{D^2 - d^2}{36.6} \right) \times p \times \text{rpm}$$

เมื่อ

D = เส้นผ่านศูนย์กลางใบเกลียว , in

d = เส้นผ่านศูนย์กลางเพลลา , in

P = ระยะพิช , in

rpm = ความเร็วรอบของเพลลา , round per minute

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 2.4.10 การคำนวณหาแรงม้าในการขับเคลื่อนลำเลียง

จากสมการการคำนวณคือ

(Agricultural Process Engineering ,page 213-217 )

$$\text{กำลังม้า (hp)} = \frac{CLWF}{33,000}$$

เมื่อ

C = ปริมาณการขนถ่าย , ft<sup>3</sup>/minute

L = ระยะทางการลำเลียง , ft

W = ความหนาแน่นของวัสดุ , lb/ ft<sup>3</sup>

F = ค่าแฟคเตอร์ของวัสดุ , ดังตาราง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### การออกแบบและการสร้าง

#### 3.1 การคำนวณและการออกแบบเกลียวลำเลียง

จากการทำการศึกษาความต้องการอาหารของปลานิล และคุณสมบัติของเม็ดอาหารปลาจึงได้ข้อมูลเบื้องต้นที่จะใช้ในการออกแบบเครื่องให้อาหารปลาแบบจานเหวี่ยงหนีศูนย์กลางนี้

ระยะลำเลียง	=	15	cm (0.5 ft)
ขนาดเม็ดอาหาร	=	7	mm
ความหนาแน่น	=	458	kg/m <sup>3</sup> (28 lb/ft <sup>3</sup> )
อัตราการขนถ่ายที่ต้องการ	=	10.5	kg/hr

อัตราการขนถ่ายที่ต้องการมาจากความต้องการอาหารปลาของปลานิลมากที่สุดที่เกษตรกรเลี้ยง คือ 42 กิโลกรัมต่อวัน แต่เครื่องให้อาหารปลาจะให้อาหารปลา 2 ครั้ง เข้าเย็น ซึ่งแต่ละครั้งจะให้ครั้งละ 2 ชั่วโมง

#### การคำนวณ

จากข้อมูลเบื้องต้นก็จะนำมาเลือกกลุ่มเกลียว และระดับปริมาณการป้อนวัสดุ จากตารางที่ 7.4 ได้กลุ่มเกลียว BC จะได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวลำเลียงเล็กสุดที่สามารถลำเลียงเม็ดอาหารปลาได้ จากตารางที่ 7.3 ได้เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวเล็กสุด 4 นิ้ว ที่ ปริมาณการป้อนวัสดุ 15 %

ซึ่งเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว นี้หาซื้อตามท้องตลาดไม่ได้เลยเพราะเกลียวขนาดนี้เป็นเกลียวที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม และถ้าสั่งทำก็ทำยากมาก รวมทั้งเกลียวนี้มีขนาดใหญ่เมื่อนำมาติดส่วนล่างของถังใส่อาหารปลา (hopper) ซึ่งช่องทางออกมีขนาด 10 เซนติเมตร เท่านั้นซึ่งจะใช้เกลียวแค่ระยะพิชเดียวเท่านั้น จึงไม่เหมาะที่จะนำมาประกอบส่วน hopper เมื่อไปหาซื้อเกลียวตามท้องตลาดปรากฏว่าได้เกลียวขนาดเล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางเพลภายใน 0.6 เซนติเมตร และระยะพิชเท่ากับ 1.7 เซนติเมตร จึงได้นำคุณลักษณะของเกลียวที่มีนี้มาคำนวณหาความเร็วรอบที่จะต้อง ใช้ ได้ดังนี้

เกลียวลำเลียงในแนวนอน (Horizontal screw)

(Agricultural Process Engineering, page 213-217)

$$\text{ปริมาณการขนถ่าย (ft}^3/\text{hr)} = \left( \frac{D^2 - d^2}{36.6} \right) \times p \times rpm \quad \text{-----} \rightarrow \textcircled{1}$$

เมื่อ

D = เส้นผ่านศูนย์กลางใบเกลียว, in

d = เส้นผ่านศูนย์กลางเพลลา, in

P = ระยะพิช, in

rpm = ความเร็วรอบของเพลลา, round per minute

จากข้อมูลของเกลียวลำเลียงที่มี

เส้นผ่านศูนย์กลางใบเกลียว = 0.79 in

เส้นผ่านศูนย์กลางเพลลา = 0.24 in

ระยะพิช = 0.67 in

อัตราการลำเลียงเมล็ดอาหารปลา = 0.5 kg/hr

$$\text{ปริมาณการขนถ่าย} = \frac{0.5 \text{ kg/hr}}{458 \text{ kg/m}^3} = (0.00109 \text{ m}^3/\text{hr}) \times (35.29 \text{ ft}^3/\text{m}^3) = 0.038 \text{ ft}^3/\text{hr}$$

แทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการที่  $\textcircled{1}$

$$0.038 \text{ ft}^3/\text{hr} = \left( \frac{0.79^2 - 0.24^2}{36.6} \right) \times 0.67 \times rpm$$

จะได้ความเร็วรอบของเพลลา 3.66 รอบต่อนาที

ทำการคำนวณใหม่อีกครั้ง โดยเปลี่ยนอัตราการลำเลียงเมล็ดอาหารปลาจาก 0.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เป็น 1.8, 6, 10.5 กิโลกรัม ตามลำดับ แล้วจะได้ค่าความเร็วรอบของเพลลาดังแสดงในตารางข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณการขนถ่ายกับความเร็วยรอบมอเตอร์ของเกลียว  
ลำเลียงไปที่ได้จากการคำนวณ

ปริมาณการขนถ่าย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	ความเร็วยรอบของเพลลา (รอบต่อนาที)
0.5	3.66
1.8	18.01
6	44.50
10.5	77.91
15	111.15

จากการคำนวณจะได้ความเร็วยรอบต่าง ๆ ดังแสดงในตาราง จึงได้ทำการตรวจสอบค่าที่  
คำนวณ โดยการทำชุดจำลองเกลียวลำเลียงเพื่อหาความเร็วยรอบซึ่งจะแสดงในหัวข้อการทดลองเกลียว  
ลำเลียง

การคำนวณหาแรงม้าในการขับเคลื่อนเกลียวลำเลียง

สูตรการคำนวณคือ

$$\text{กำลังม้า (hp)} = \frac{CLWF}{33,000} \rightarrow (2)$$

เมื่อ

C = ปริมาณการขนถ่าย, ft<sup>3</sup>/minute

L = ระยะทางการลำเลียง, ft

W = ความหนาแน่นของวัสดุ, lb/ft<sup>3</sup>

F = ค่าแฟคเตอร์ของวัสดุ, ดังตาราง

ข้อมูลที่มีในการคำนวณ

ในการกำหนดปริมาณการขนถ่ายที่จะใช้ในการคำนวณนั้น ได้กำหนดปริมาณการขนถ่ายไว้  
ที่ 10.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เพราะเป็นปริมาณที่ปลามีความต้องการอาหารมากที่สุด เมื่อปลามีอายุ 9  
เดือน(เป็นการเลี้ยงเพื่อการส่งออก)

ปริมาณการขนถ่าย = 10.5 kg/hr เปลี่ยนหน่วยได้ 0.0134 ft<sup>3</sup>/min

ระยะทางการลำเลียง = 0.33 ft

ความหนาแน่นของวัสดุ = 28 lb/ft<sup>3</sup>

ค่าแฟคเตอร์ของวัสดุ = 0.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการที่ (2)

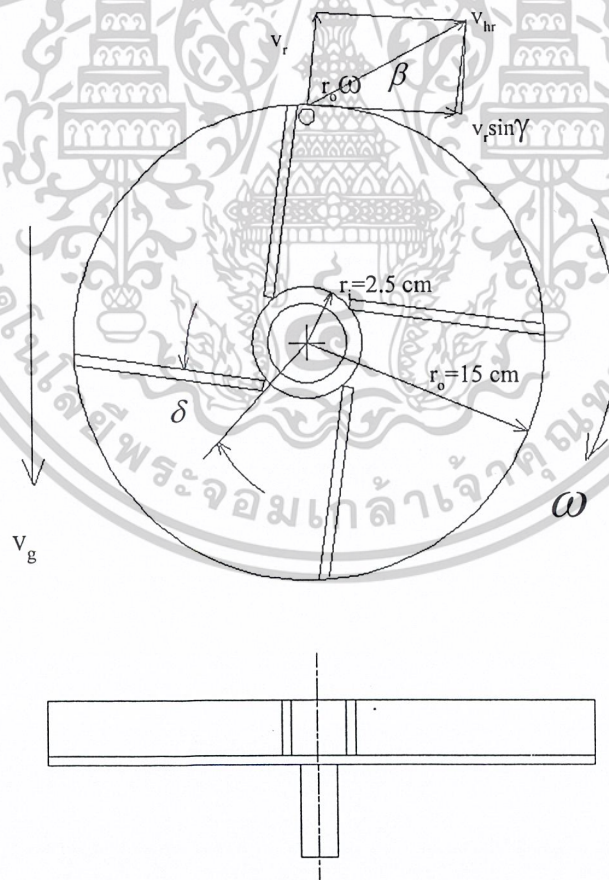
$$\text{กำลังม้า (hp)} = \frac{0.0134 \times 0.33 \times 28 \times 0.9}{33,000}$$

จะได้กำลังม้าที่ต้องใช้ในการขับเคลื่อนเท่ากับ  $3.377 \times 10^{-6}$  แรงม้า

ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณนี้จะพบว่ามอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนล้อเลียนนั้น ใช้แรงในการขับเคลื่อนล้อเลียนน้อยมาก ดังนั้นเราจึงพิจารณาที่จะเลือกใช้มอเตอร์ กระแสตรง (DC มอเตอร์) เพราะจะมีราคาถูกกว่ามอเตอร์กระแสสลับ และมอเตอร์กระแสตรงนั้นยังสามารถที่จะปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ง่ายกว่ามอเตอร์กระแสสลับอีกด้วย

### 3.2 การคำนวณความเร็วรอบจานเหวี่ยงและระยะทางในการส่งเม็ดอาหารปลา

จากสมการข้างต้นที่ได้กล่าวมาแล้วจากบทที่ 2 สามารถนำมาคำนวณหาค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้



ภาพที่ 3.1 แสดงลักษณะของจานเหวี่ยงที่ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบเครื่องให้อาหารปลานั้น เราต้องคำนึงถึงหลักการที่ว่า ต้องการส่งเม็ดอาหารปลาไปให้ได้ไกลที่สุด คลอบคลุมพื้นที่มากที่สุด จะต้องมีการกระจายตัวที่ดีที่สุด และการแตกหักน้อยที่สุด เราจึงได้ทำการออกแบบเครื่องให้อาหารปลา โดยเริ่มจากการกำหนดระยะทางที่ต้องการส่งเม็ดอาหารปลา เพื่อที่จะทำการคำนวณหาความเร็วรอบมอเตอร์เพื่อใช้ในการออกแบบและเลือกซื้อมอเตอร์มาใช้งาน

การคำนวณหาความเร็วรอบของมอเตอร์

จากสมการหาระยะทางในแนวราบ (Ajit K. Srivastava, 1993)

$$h = \frac{\ln(C_6 h_0 t + 1)}{C_6} \quad \text{-----} \rightarrow \textcircled{3}$$

$h$  คือ ระยะทางตามแนวราบ = 10 เมตร

$h_0$  = ความเร็วที่ออกจากงานเหวี่ยง ( $v_{hr}$ )

$$C_6 = \left( \frac{0.75 C_D \rho_a}{\rho_p d_p} \right)$$

$$t = \frac{\ln(\text{Arg} + \sqrt{\text{Arg}^2 - 1})}{2 C_6 C_7}$$

เมื่อความดันบรรยากาศ = 100 kPa และอุณหภูมิโดยรอบ 25 °C

$$C_6 = \left( \frac{0.75 C_D \rho_a}{\rho_p d_p} \right)$$

$$d = 0.007 \text{ m}, \rho_p = 1184 \text{ kg/m}^3, \rho_a = 1.17 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{จาก } \mu_a = 4.79 \times 10^{-6} e^{0.678 + 0.00227 \theta_a}$$

$$\text{แทนค่าจะได้ } \mu_a = 1.856 \times 10^{-5}$$

$$\text{จาก } N_{re} = \frac{\rho_a v_p d_p}{\mu_a} \quad \text{แทนค่าในสมการจะได้ } N_{re} = 15210.63$$

$$\text{จาก } C_D = \frac{24}{N_{re}} \quad \text{สำหรับ } N_{re} \leq 1$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$C_D = 0.4986$$

คำนวณหา  $C_6$  และ  $C_7$

$$\text{เมื่อ } C_6 = \left( \frac{0.75 C_D \rho_a}{\rho_p d_p} \right)$$

แทนค่าแล้วจะได้

$$C_6 = 0.0528$$

$$C_7 = 13.6244$$

หาความสูงจากพื้นถึงงาน 1 m

$$t = \frac{\ln \left( \text{Arg} + \sqrt{\text{Arg}^2 - 1} \right)}{2C_6 C_7}$$

แทนค่าต่างในสมการแล้วจะได้

$$t = 0.4525 \text{ sec}$$

แทนค่าต่างๆ ในสมการที่ (3) แล้วจะได้

$$h_0 = 29.11 \text{ m/s}$$

ดังนั้นจะได้ความเร็วที่ออกจากงานเหวี่ยง

$$v_{hr} = 29.11 \text{ m/s}$$

นำค่าที่ได้นี้ ไปออกแบบ งานเหวี่ยง เพื่อที่จะหาความเร็วรอบมอเตอร์

จากสมการ

$$V_r = \frac{\omega}{2C_1} \left( C_5 r_i - \frac{fg}{\omega^2} \right) \left( e^{c_2(c_1-f)\theta} - e^{-c_2(c_1+f)\theta} \right) \text{ -----} \rightarrow (4)$$

$$v_{hr} = \sqrt{(v_r \cos \alpha \cos \gamma)^2 + (r_0 \omega + v_r \cos \alpha \sin \gamma)^2} \text{ -----} \rightarrow (5)$$

$$\gamma = \arctan(r_i \tan \delta / (r_0 - r_i)) \text{ -----} \rightarrow (6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ทำการออกแบบให้จานเหวี่ยงให้มีลักษณะ ดังนี้

$$r_i = 2.5 \text{ cm}$$

$$r_o = 15 \text{ cm}$$

$$f = 0.36$$

$$\delta = 10^\circ$$

$$\alpha = 0^\circ$$

$$C_5 = \cos \delta - f \sin \delta, C_5 = \cos 10 - 0.36 \sin 10$$

$$C_5 = 0.92$$

$$C_4 = \cos \alpha - f \sin \alpha, C_4 = \cos 0 - 0.36 \sin 0$$

$$C_4 = 1$$

$$C_3 = \sin \alpha + f \cos \alpha, C_3 = \sin 0 + 0.36 \cos 0$$

$$C_3 = 0.36$$

$$C_2 = \cos \alpha, C_2 = \cos 0$$

$$C_2 = 1$$

$$C_1 = (f^2 + C_4/C_2)^{0.5}, C_1 = (0.36^2 + 1/1)^{0.5}$$

$$C_1 = 1.063$$

แทนค่าต่างๆ ในสมการ (4), (5), (6) แล้วจะได้

$$\omega = 190.5 \text{ rad/s}$$

หาความเร็วรอบเป็น รอบ/นาที (rpm)

$$\text{ความเร็วรอบ} = 1,819.14 \text{ rpm}$$

ทำการคำนวณใหม่อีกครั้ง โดยเปลี่ยนระยะทาง แล้วจะได้ค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ดัง  
แสดงในตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วรอบมอเตอร์กับระยะทางที่ต้องการส่งเม็ดอาหารไปที่ได้จากการคำนวณ

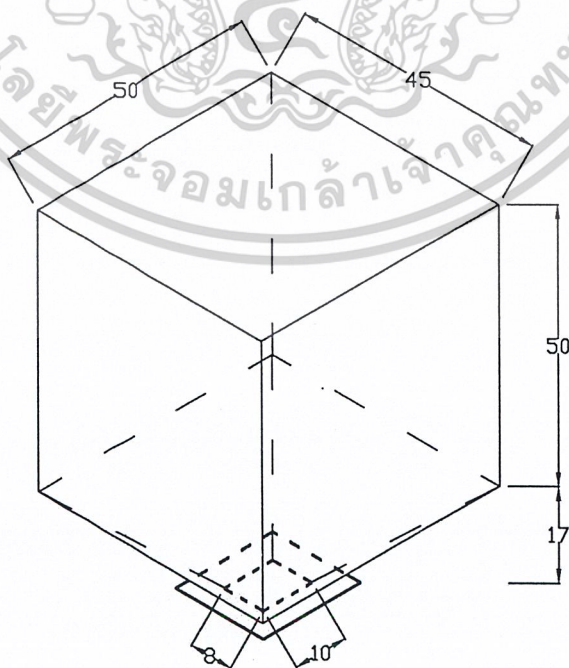
ระยะทางที่ต้องการส่งเม็ดอาหาร (เมตร)	ความเร็วรอบที่เหมาะสม ( รอบต่อนาที )
6	975.08
7	1169.79
8	1374.81
9	1590.91
10	1819.14
11	2059.78

จากข้อมูลที่ได้นี้ เป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะนำไปทำการออกแบบการทดลอง เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกความเร็วรอบที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างเครื่องให้อาหารปลาแบบงานเหยิงหนีศูนย์

### 3.3 การคำนวณและการออกแบบส่วนประกอบของเครื่องให้อาหารปลาแบบงานเหยิงหนีศูนย์

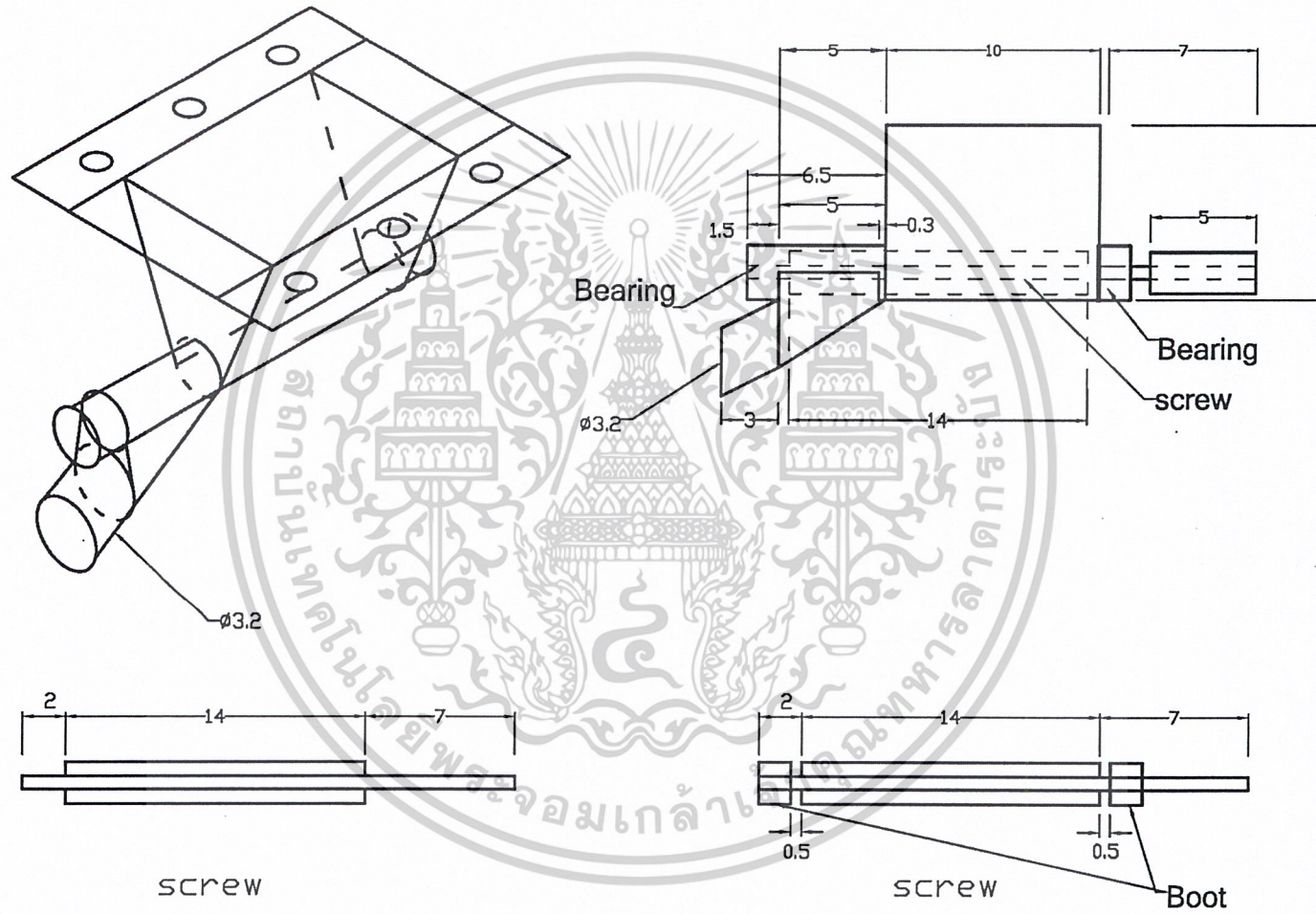
#### 3.3.1 ถังบรรจุเม็ดอาหาร

ในการออกแบบถังบรรจุเม็ดอาหารนั้น ได้มีการออกแบบให้ถังบรรจุสามารถบรรจุเม็ดอาหารได้สูงสุด 60.6 กิโลกรัม ซึ่งจะมากกว่าความต้องการอาหารของปลาในแต่ละวัน เมื่อปลา มีอายุ 12 เดือน ซึ่งส่วนใหญ่แล้วเกษตรกรที่เลี้ยงปลาเพื่อการส่งออกจะจับปลาขายเมื่ออายุได้ประมาณ 9 เดือน



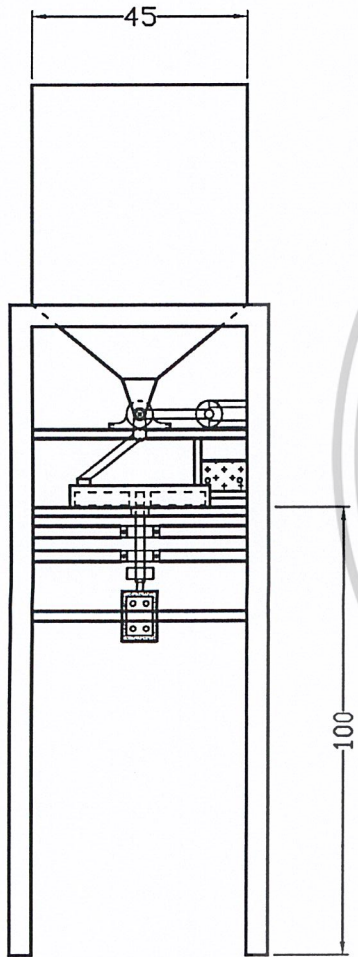
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการใช้งานเฉพาะเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ฐานเกลียว

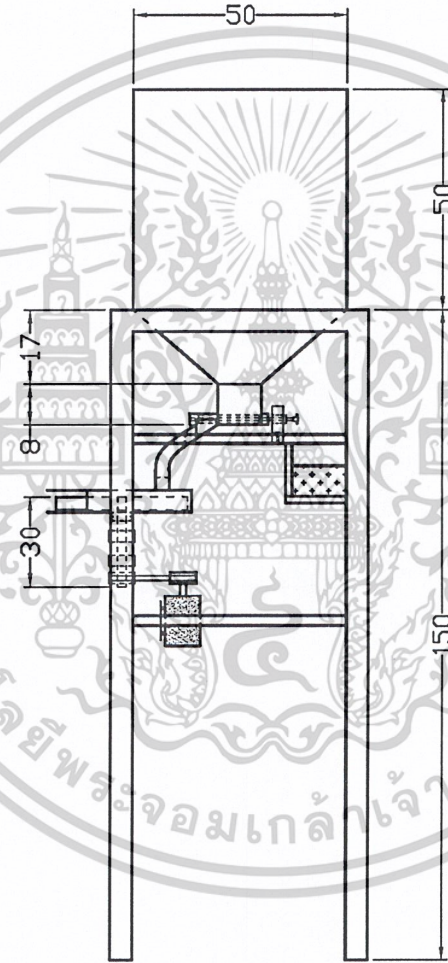


ภาพที่ 3.3 แสดงลักษณะของฐานเกลียวและส่วนประกอบ

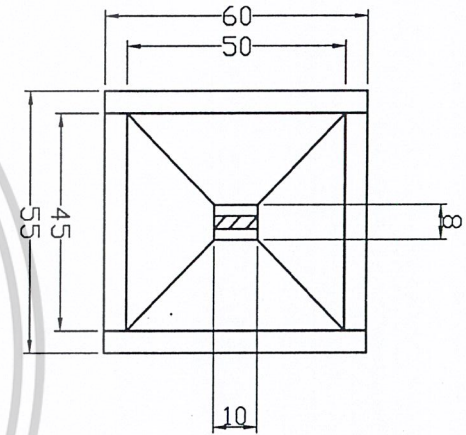
### 3.3.3 ลักษณะของเครื่องให้อาหารปลาที่ออกแบบ



ภาพที่ 3.4 ด้านหน้าของเครื่องให้อาหารปลา

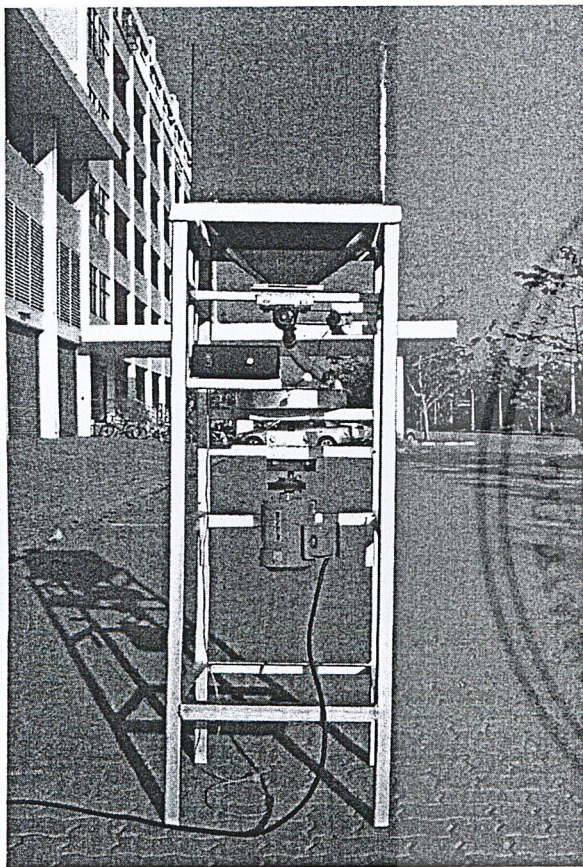


ภาพที่ 3.5 ด้านข้างของเครื่องให้อาหารปลา

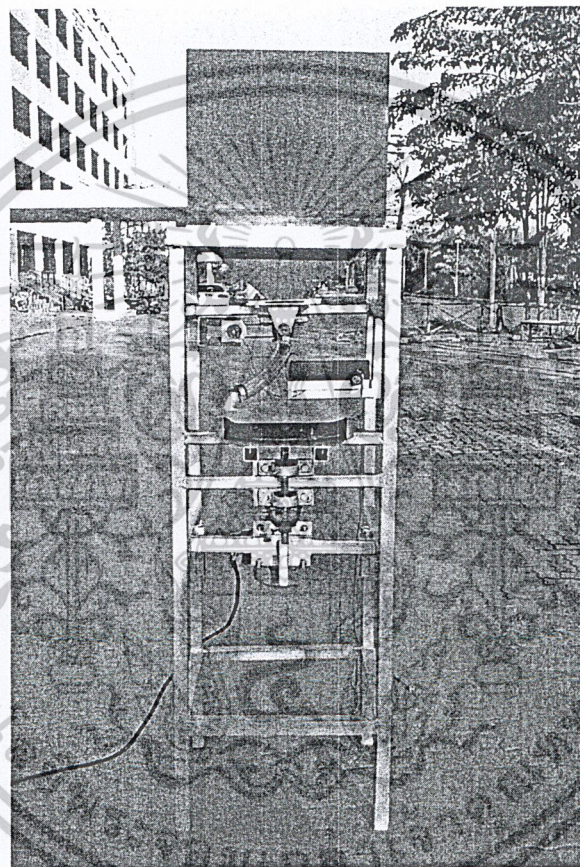


ภาพที่ 3.6 ด้านบนของเครื่องให้อาหารปลา

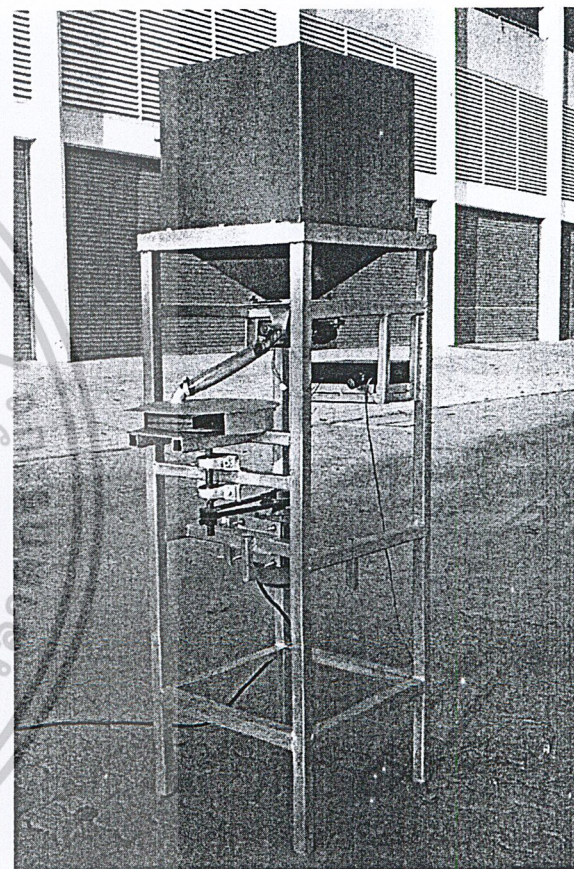
### 3.4 ลักษณะของเครื่องให้อาหารที่เสร็จสมบูรณ์



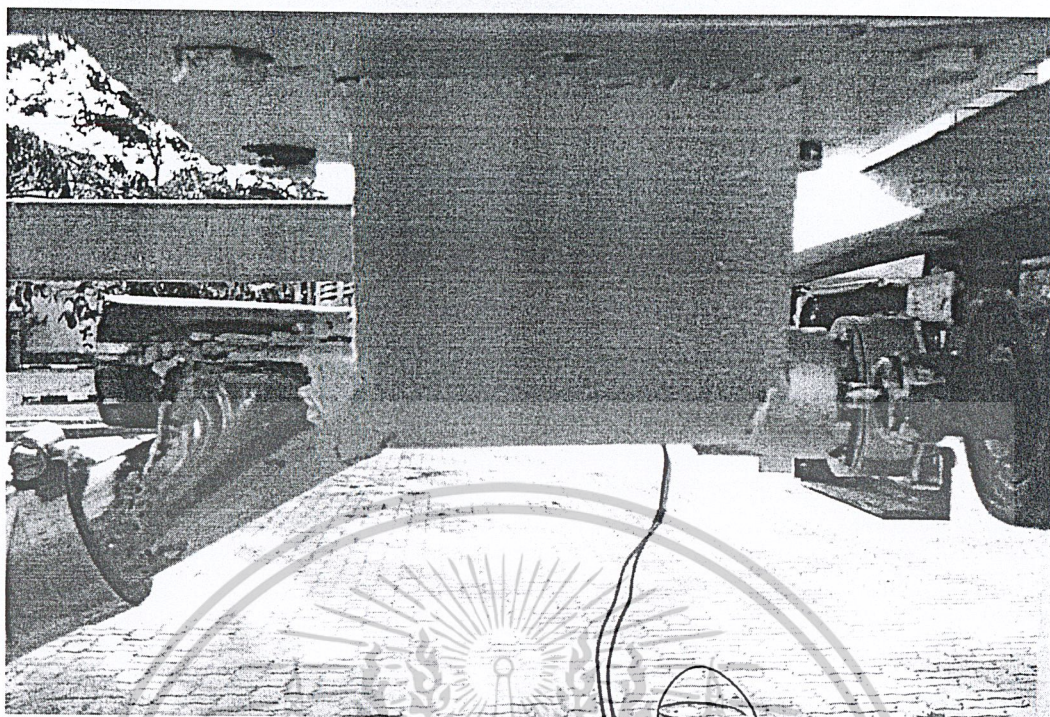
ภาพที่ 3.7 ภาพด้านหน้า



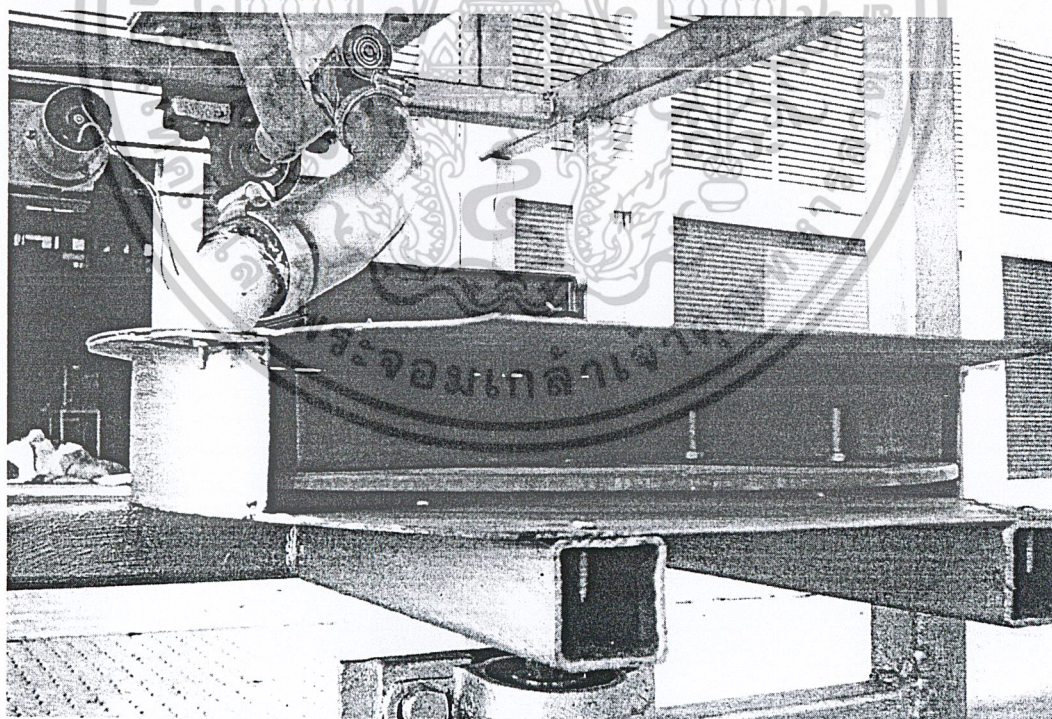
ภาพที่ 3.8 ภาพด้านหลัง



ภาพที่ 3.9 ภาพด้านข้าง



ภาพที่ 3.10 ภาพฐานเก็ลยวดำเลียง



ภาพที่ 3.11 ภาพงานเหวี่ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.5 งบประมาณการสร้างเครื่อง

ตารางที่ 3.3 แสดงงบประมาณการสร้างเครื่อง

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วยละ	จำนวนเงิน
1	เหล็กกล่อง 50x50 มิลลิเมตร	2 เส้น	280	560
2	เหล็กฉาก 50x50 มิลลิเมตร	1 เส้น	280	280
3	เหล็กแผ่นบาง	2 แผ่น	200	400
4	เหล็กเพลเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร	1 กิโลกรัม	25	25
5	ตุ๊กตาถูกปืน	3 ตัว	100	300
6	ลูกปืน	2 ตัว	75	150
7	เกลียวลำเลียง	1 อัน	100	100
8	สายยาง	1 เมตร	30	30
9	เหล็กรัดท่อ	2 อัน	10	20
10	สายพานยาว 675 มิลลิเมตร	1 เส้น	100	100
11	โซ่	1 เส้น	80	80
12	เฟืองโซ่	2 ตัว	70	140
13	ชุดปรับความเร็วเกลียวลำเลียง	1 ชุด	900	900
14	มอเตอร์ขนาด 27 วัตต์	1 ตัว	400	400
15	มอเตอร์ 1/4 แรงม้า	1 ตัว	1,100	1,100
16	ฟูล์เลย์	2 ตัว	100	200
17	Timer	1 ตัว	350	350
18	อื่นๆ	-	-	300
	รวม			5,435

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การทดลอง

#### 4.1 การทดลองอัตราการลำเลียงเม็ดอาหารปลาของเกลียวลำเลียง

เกลียวลำเลียงที่ใช้ในการทดลองนั้น ความเร็วรอบสูงสุดที่เกลียวลำเลียงทำได้คือ 110 รอบต่อนาที และความเร็วรอบที่เกลียวลำเลียงทำได้น้อยสุดคือ 23.30 รอบต่อนาที เราจึงออกแบบการทดลองได้ดังนี้

##### 4.1.1 จุดประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเกลียวลำเลียง กับอัตราการลำเลียงเม็ดอาหารปลาที่ได้จากการคำนวณ และอัตราการลำเลียงเม็ดอาหารปลาที่ได้จากการทดลอง
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการลำเลียงเม็ดอาหารปลากับความเร็วรอบที่ได้จากการคำนวณจากทฤษฎีของเกลียวลำเลียง และ ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

##### 4.1.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. นำเม็ดอาหารปลาลงในเครื่องให้อาหารปลา
2. เปิดเครื่องเพื่อวัดความเร็วรอบในขณะที่มีเม็ดอาหารปลาอยู่โดยใช้ Tachometer ในการวัดความเร็วรอบ แล้วปรับความเร็วรอบเป็น 3.66 รอบต่อนาที
3. เปิดเครื่องพร้อมกับ จับเวลา 60 นาที แล้วบันทึกผลการทดลอง
4. ทำการทดลองตั้งแต่ข้อ 1 – 3 ใหม่ โดยเปลี่ยนความเร็วรอบ เป็น 18.01 , 23.30 44.50, 77.91 และ 110 รอบต่อนาที ตามลำดับ แล้วบันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง

ความเร็วรอบของเกลียวลำเลียง (รอบต่อนาที)	ปริมาณอาหารปลา ( กิโลกรัมต่อชั่วโมง )			
	การทดลองครั้งที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
3.66	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
18.01	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
23.30	4.62	4.62	4.61	4.62
44.50	9.37	9.36	9.37	9.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง (ต่อ)

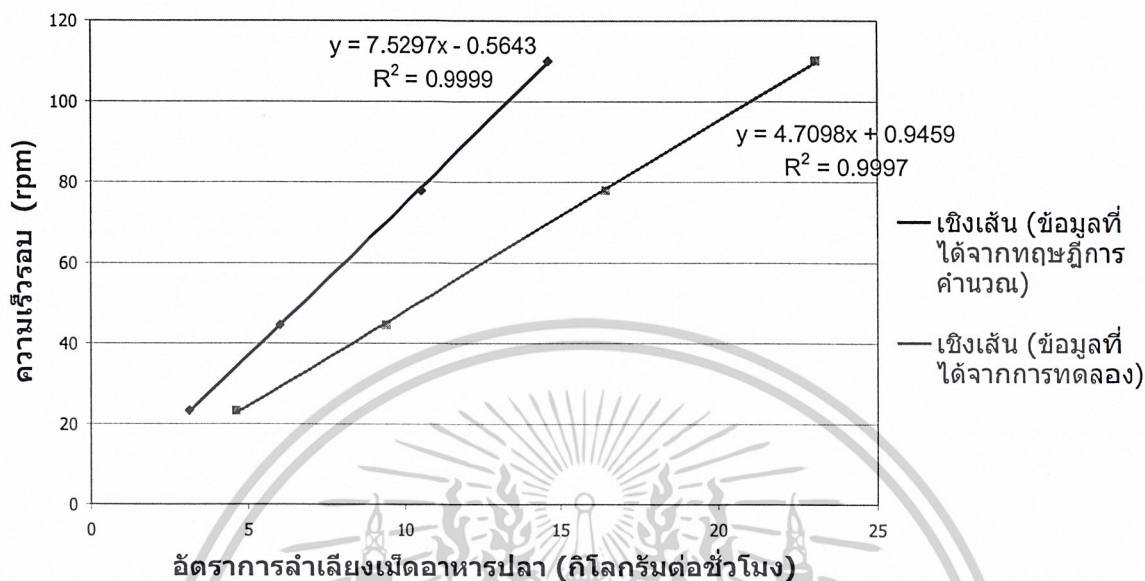
ความเร็วรอบของเกลิยวลำเลียง (รอบต่อนาที)	ปริมาณอาหารปลา ( กิโลกรัมต่อชั่วโมง )			
	การทดลองครั้งที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
77.91	16.44	16.44	16.45	16.44
110	23.11	23.02	23.05	23.06
111.15	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลที่ได้จากการทดลองและข้อมูลที่ได้จากการคำนวณจากทฤษฎีของเกลิยวลำเลียง

ความเร็วรอบของเกลิยวลำเลียง ( รอบต่อนาที )	อัตราการลำเลียงเม็ดอาหารปลา ที่ได้จากการคำนวณ ( กิโลกรัมต่อชั่วโมง )	อัตราการลำเลียงเม็ดอาหารปลา ที่ได้จากการทดลอง ( กิโลกรัมต่อชั่วโมง )
23.30	2.51	4.62
44.50	6.00	9.37
77.91	10.50	16.44
110	14.63	23.06

นำข้อมูลที่ได้จาก ตารางที่ 4.2 มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเกลิยวลำเลียง กับอัตราการลำเลียงเม็ดอาหารปลาที่ได้จากการคำนวณ และอัตราการลำเลียงเม็ดอาหารปลาที่ได้จากการทดลองดังแสดง ภาพที่ 4.1 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเกลิยวลำเลียงกับอัตราการลำเลียงเม็ดอาหารปลาที่ได้จากการคำนวณ และอัตราการลำเลียงเม็ดอาหารปลาที่ได้จากการทดลอง

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ กับ อัตราการลำเลียงเมล็ดอาหารปลาของข้อมูลที่ได้จากการคำนวณ และ ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ กับ อัตราการลำเลียงเมล็ดอาหารปลาของข้อมูลที่ได้จากการคำนวณ และ ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

#### 4.1.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะพบว่าอัตราการลำเลียงเมล็ดอาหารปลาที่ได้จากการทดลองมีค่ามากกว่าอัตราการลำเลียงเมล็ดอาหารปลาที่ได้จากการคำนวณจากทฤษฎีและจะแตกต่างกันมากขึ้นเมื่อมีความเร็วรอบเพิ่มขึ้น

### 4.2 ตารางการทดลองอัตราการลำเลียงเมล็ดอาหารปลาของเกลียวลำเลียง

#### 4.2.1 จุดประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อหาความเร็วรอบที่อัตราการลำเลียงเมล็ดอาหาร ที่ 4.62, 6 และ 10.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยคิดจากความต้องการอาหารของปลา

#### 4.2.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. ปรับความเร็วรอบไปที่ความเร็วรอบ 23.30 รอบต่อนาที
2. นำเมล็ดอาหารปลาลงในเครื่องให้อาหารปลา 4.62 กิโลกรัม
3. เปิดเครื่องพร้อมกับ จับเวลา ที่ลำเลียงเมล็ดอาหารปลาออกจนหมด แล้วบันทึกผลการทดลอง

ทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการทดลองตั้งแต่ข้อ 1 – 3 ใหม่ โดยเปลี่ยนความเร็วรอบ เป็น 27 , 28 , 29 รอบต่อนาที ตามลำดับ โดยใช้เมล็ดอาหาร 6 กิโลกรัม

5. ทำการทดลองตั้งแต่ข้อ 1 – 3 ใหม่ โดยเปลี่ยนความเร็วรอบ เป็น 45 , 50 , 55 รอบต่อนาที ตามลำดับ โดยใช้เมล็ดอาหาร 10.5 กิโลกรัม

6. ทำการทดลองตั้งแต่ข้อ 1 – 3 ใหม่ โดยเปลี่ยนความเร็วรอบ เป็น 70 , 71 , 72 รอบต่อนาที ตามลำดับ โดยใช้เมล็ดอาหาร 15 กิโลกรัม

ตารางที่ 4.3 ปริมาณเมล็ดอาหารที่ใช้ทดลอง 4.62 kg

ความเร็วรอบของเกลิยวลำเลียง (รอบต่อนาที)	เวลาที่ใช้ในการลำเลียงเมล็ดอาหารปลา 4.62 กิโลกรัม (นาที)			เวลาเฉลี่ย (นาที)
	การทดลองครั้งที่			
	1	2	3	
23.3	60:24	59:43	60:31	59:59

ตารางที่ 4.4 ปริมาณเมล็ดอาหารที่ใช้ทดลอง 6 kg

ความเร็วรอบของเกลิยวลำเลียง (รอบต่อนาที)	เวลาที่ใช้ในการลำเลียงเมล็ดอาหารปลา 6 กิโลกรัม (นาที)			เวลาเฉลี่ย (นาที)
	การทดลองครั้งที่			
	1	2	3	
27	63:22	62:58	63:54	62:46
28.35	62:03	61:14	61:01	61:23
29	60:26	59:53	60:31	60:02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ปริมาณเม็คอาหารที่ใช้ทดลอง 10.5 kg

ความเร็วรอบของเกลียวลำเลียง (รอบต่อนาที)	เวลาที่ใช้ในการลำเลียงเม็คอาหารปลา 10.5 กิโลกรัม (นาที)			
	การทดลองครั้งที่			เวลาเฉลี่ย (นาที)
	1	2	3	
45	65:06	65:01	65:54	65.12
50	61:24	59:43	60:31	60.19
55	54:56	55:23	55:00	54:55

ตารางที่ 4.6 ปริมาณเม็คอาหารที่ใช้ทดลอง 15 kg

ความเร็วรอบของเกลียวลำเลียง (รอบต่อนาที)	เวลาที่ใช้ในการลำเลียงเม็คอาหารปลา 15 กิโลกรัม (นาที)			
	การทดลองครั้งที่			เวลาเฉลี่ย (นาที)
	1	2	3	
70	63:18	62:56	63:39	63.02
71	60:53	61:45	61:17	61:03
72	60:12	59:53	60:28	59:58

#### 4.2.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองหาความเร็วรอบที่อัตราการลำเลียงเม็คอาหาร ที่ 4.62 , 6 และ 10.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จะพบว่าเมื่อจะลำเลียงเม็คอาหารปลาที่ 4.62 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ต้องใช้ความเร็วรอบของเกลียวลำเลียงเท่ากับ 23.3 รอบต่อนาที ที่ 6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ต้องใช้ความเร็วรอบของเกลียวลำเลียงเท่ากับ 29 รอบต่อนาที ที่ 10.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ต้องใช้ความเร็วรอบของเกลียวลำเลียงเท่ากับ 50 รอบต่อนาที ที่ 15 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ต้องใช้ความเร็วรอบของเกลียวลำเลียงเท่ากับ 72 รอบต่อนาที

#### 4.3 การทดลองหาเปอร์เซ็นต์การแตกหักของเม็คอาหารปลาที่เกิดจากเกลียวลำเลียง

##### 4.3.1 จุดประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การแตกหักของเม็คอาหารปลาที่เกิดจากเกลียวลำเลียง เมื่อทำการเปลี่ยนความเร็วรอบของเกลียวลำเลียงตามความต้องการอาหารของปลาตามอายุต่าง ๆ ของปลา

##### 4.3.2 ขั้นตอนการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับคณะผู้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

1. ปรับความเร็วรอบไปที่ความเร็วรอบ 23.30 รอบต่อนาที

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นำเม็ดอาหารปลาลงในเครื่องให้อาหารปลาที่เตรียมไว้ 500 เม็ด
3. เปิดเครื่องเพื่อให้เกลียวลำเลียง ลำเลียงเม็ดอาหารปลา ให้เม็ดอาหารปลาไหลออกจนหมด
4. ทำการทดลองตั้งแต่ข้อ 1-3 ใหม่ โดยเปลี่ยนความเร็วรอบ เป็น 29, 50, 72 และ 110 รอบต่อนาที ตามลำดับ แล้วนับเม็ดอาหารปลาที่ไม่แตก ทยอยออกจากจำนวนเม็ดอาหารปลาทั้งหมดที่ใช้ทดลอง คือ 500 เม็ด แล้วบันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.7 ตารางบันทึกผลการทดลองการหาเปอร์เซ็นต์การแตกหักของเม็ดอาหารปลา

ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	จำนวนเม็ดอาหารที่แตก (เม็ด)			เฉลี่ย	เปอร์เซ็นต์แตกหัก (%)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
23.3	10	9	9	9.33	1.87
29	9	8	9	8.67	1.73
50	7	8	5	6.67	1.33
72	5	6	7	6	1.2
110	6	5	5	5.33	1.07

#### 4.3.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะพบว่าเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้น เม็ดอาหารปลาจะมีเปอร์เซ็นต์แตกหักลดลง เนื่องจากช่วงความเร็วรอบที่ต่ำเม็ดอาหารปลาเกิดการอัดตัวกันมาก และไหลไม่สะดวก แต่เมื่อความเร็วรอบสูงขึ้นเม็ดอาหารปลาจะไหลได้สะดวกต่อเนื่องกว่าที่ความเร็วต่ำ

#### 4.4 การทดลองหาตำแหน่งของเม็ดอาหารปลาที่ออกจากเกลียวลำเลียงลงสู่ช่องเปิดของ Cover plate

##### 4.4.1 จุดประสงค์ของการทดลอง

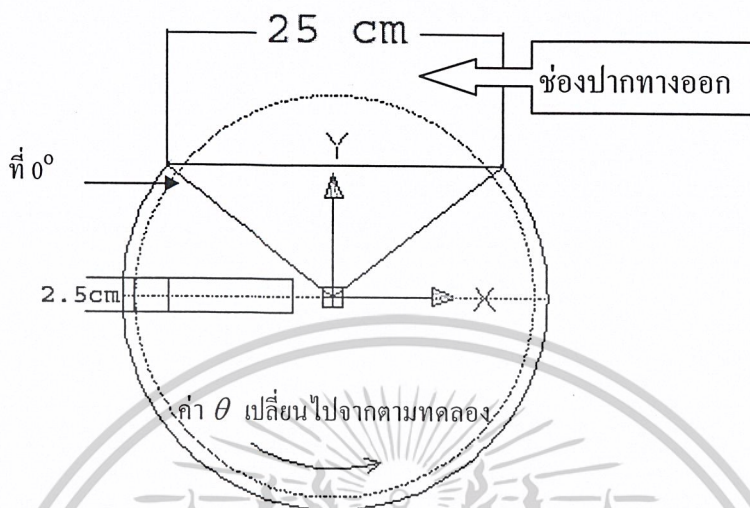
1. เพื่อที่จะหาตำแหน่งของเม็ดอาหารที่ลงสู่จานเหวี่ยง แล้วจานเหวี่ยงสามารถส่งเม็ดอาหารออกไปได้ไกลที่สุด และมีทิศทางที่ออกไปข้างหน้าของเครื่องให้อาหารปลา
2. เพื่อนำข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากการทดลองนี้มาใช้ประกอบในการพิจารณาเลือกความเร็วรอบมอเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างเครื่องให้อาหารปลา

##### 4.4.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เปิดเครื่องให้จานเหวี่ยงหมุนความเร็วรอบ 1400 รอบต่อนาที โดยใช้ Inverter ในการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์



ภาพที่ 4.2 แสดงการทดลองหามุม  $\theta$

2. ลำเลียงเม็ดอาหารด้วยเกลียวลำเลียงผ่านท่อลงสู่ Cover plate ณ จุดต่างๆดังนี้

3.1. ที่มุม  $0^\circ$  ระยะทางห่างจากจุดศูนย์กลาง 15 cm

3.2. เปลี่ยนค่ามุม ( $\theta$ ) ต่างๆเป็น  $60^\circ, 90^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 190^\circ, 200^\circ, 210^\circ$  แล้วทำซ้ำใน

ขั้นตอน 3.1

4. ทดลองที่ความสูงจากพื้นถึงจานเหวี่ยง 1 เมตร (เป็นความสูงของเครื่อง) จับเวลา 2 นาที

5. นำกรอบขนาด  $40 \times 49 \text{ cm}^2$  จำนวน 100 กรอบ วางไว้ห่างจากจานเหวี่ยงที่ระยะ 300 cm

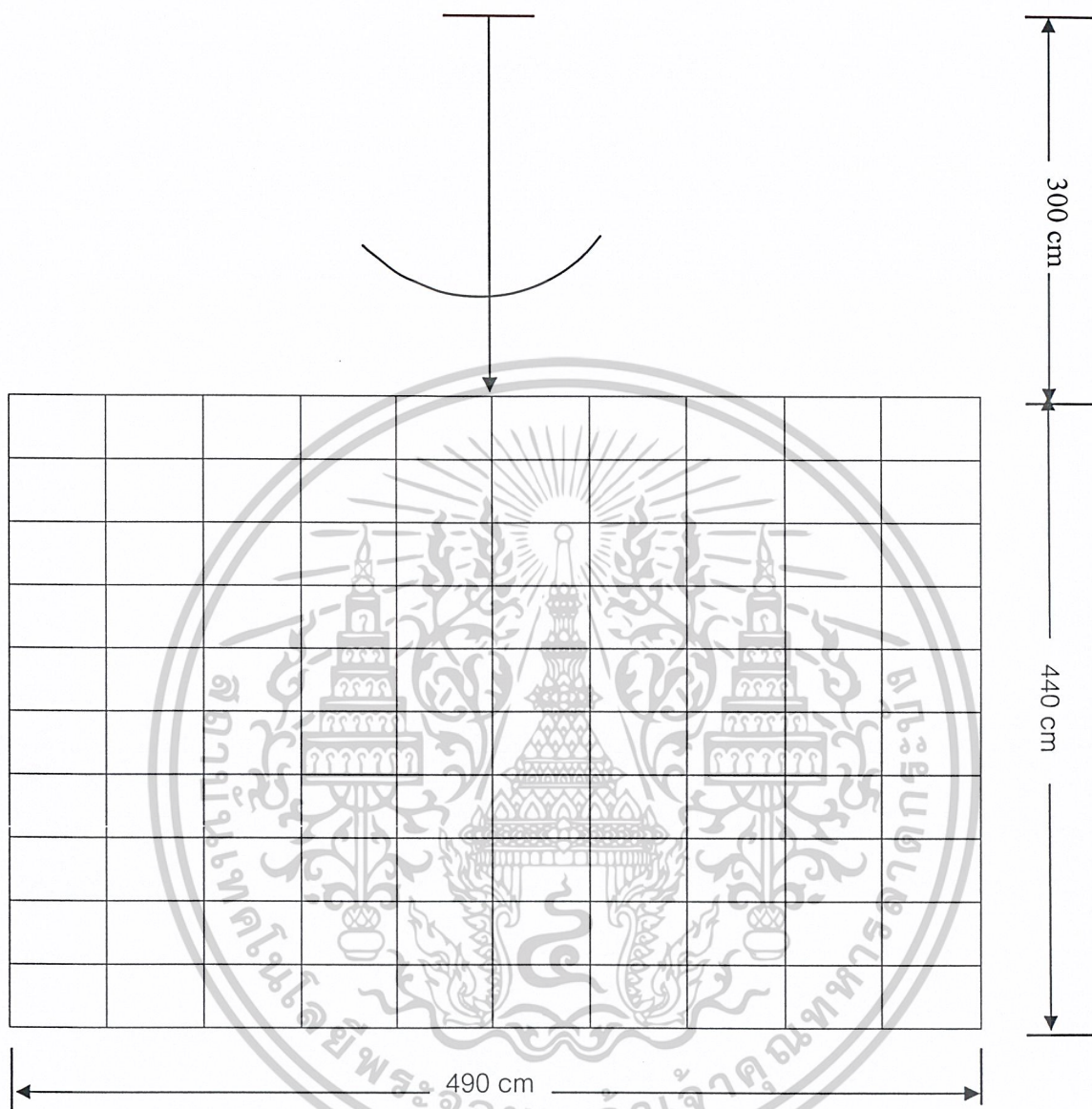
ในตำแหน่งดังภาพที่ 4.3

6. ชั่งน้ำหนักเม็ดอาหารปลาที่ตกลงในกล่อง คำนวณจำนวนเม็ดอาหารปลาที่ตกเป็น

กิโลกรัมต่อตารางเมตร และวัดระยะทางของเม็ดอาหารปลาที่ตกไกลสุด แล้วบันทึกผลการทดลอง

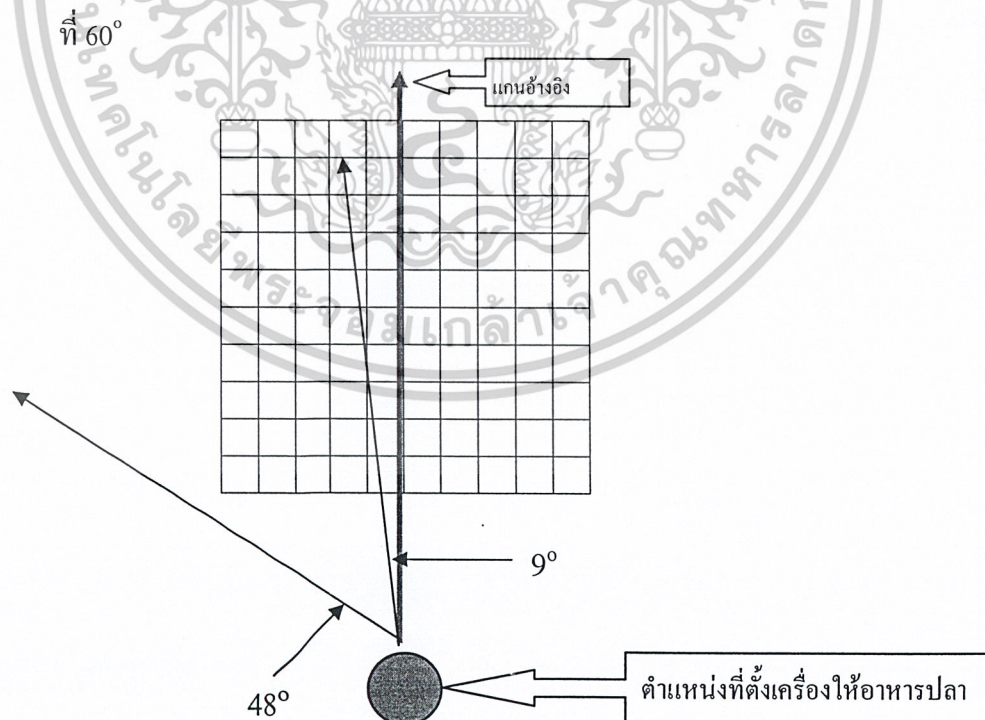
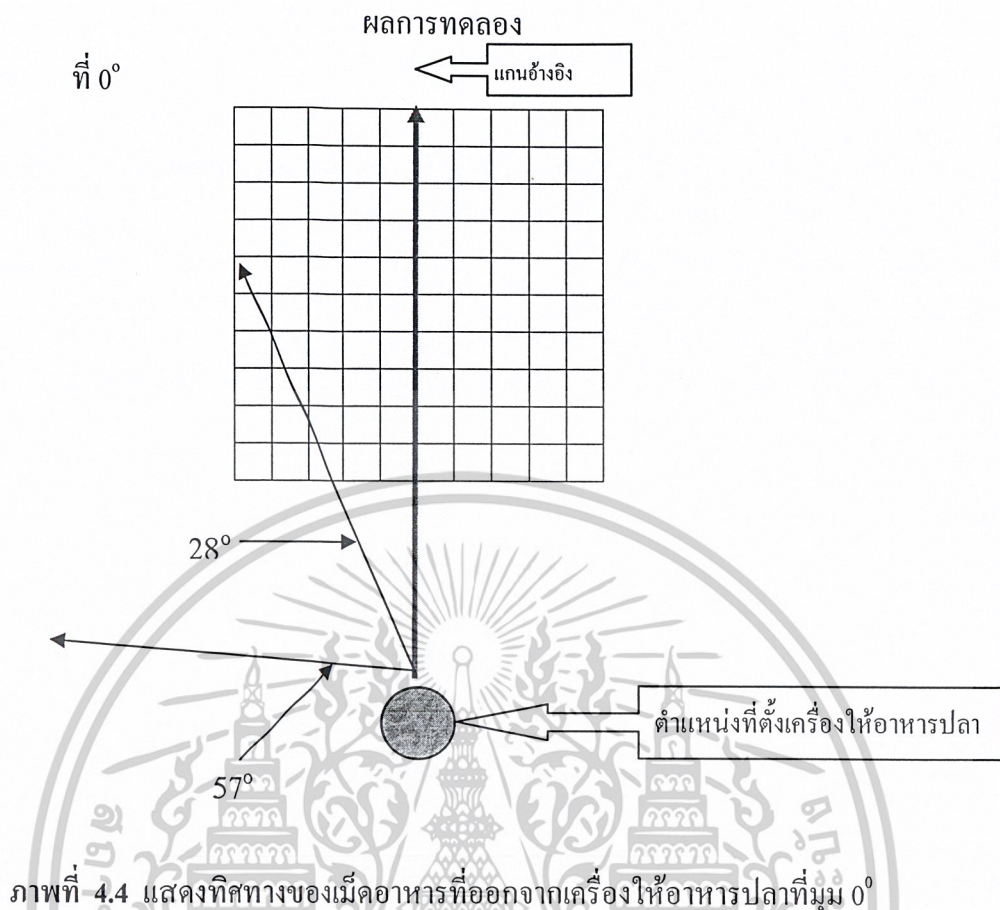
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งที่ตั้งเครื่องให้อาหารปลา

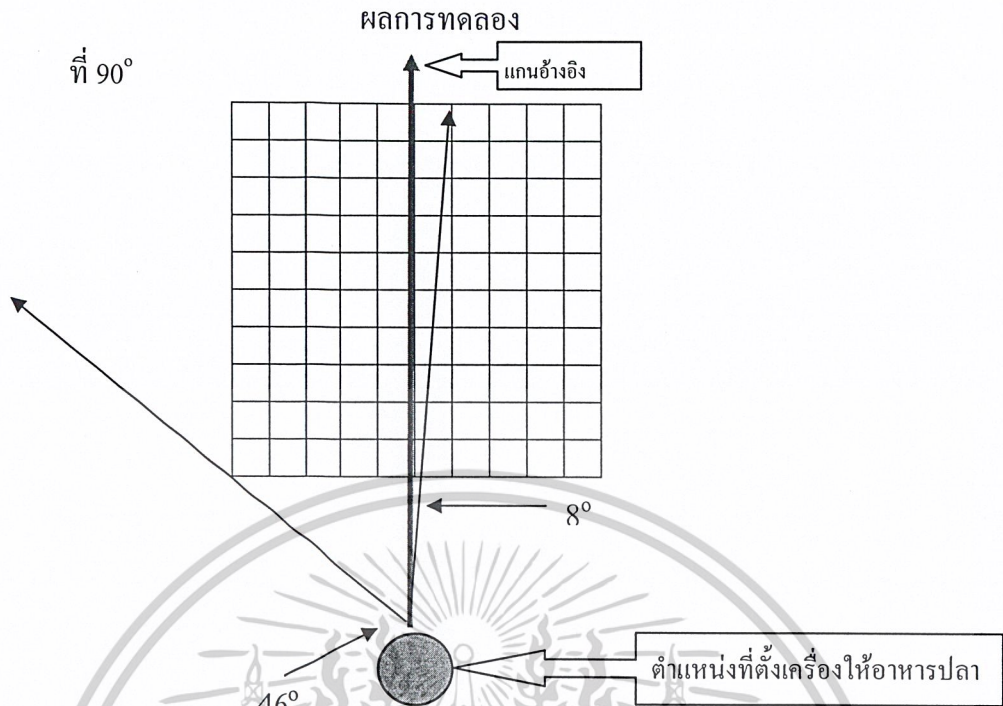


ภาพที่ 4.3 แสดงลักษณะการวางกล่อง และตำแหน่งที่ตั้งเครื่องให้อาหารปลา ในพื้นที่ใช้ในการทดลอง

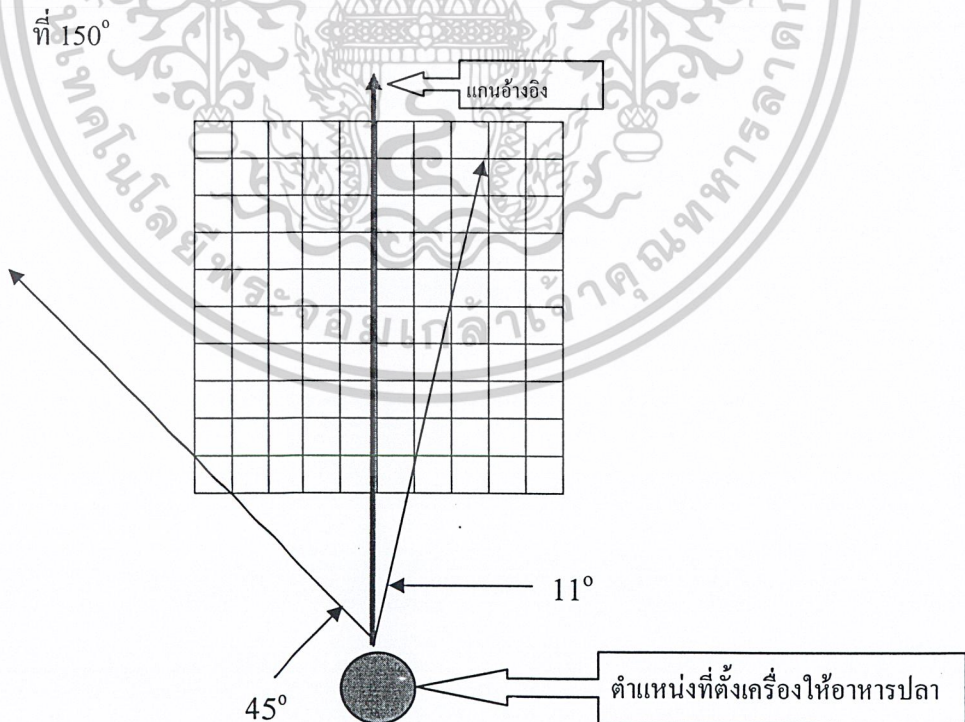
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

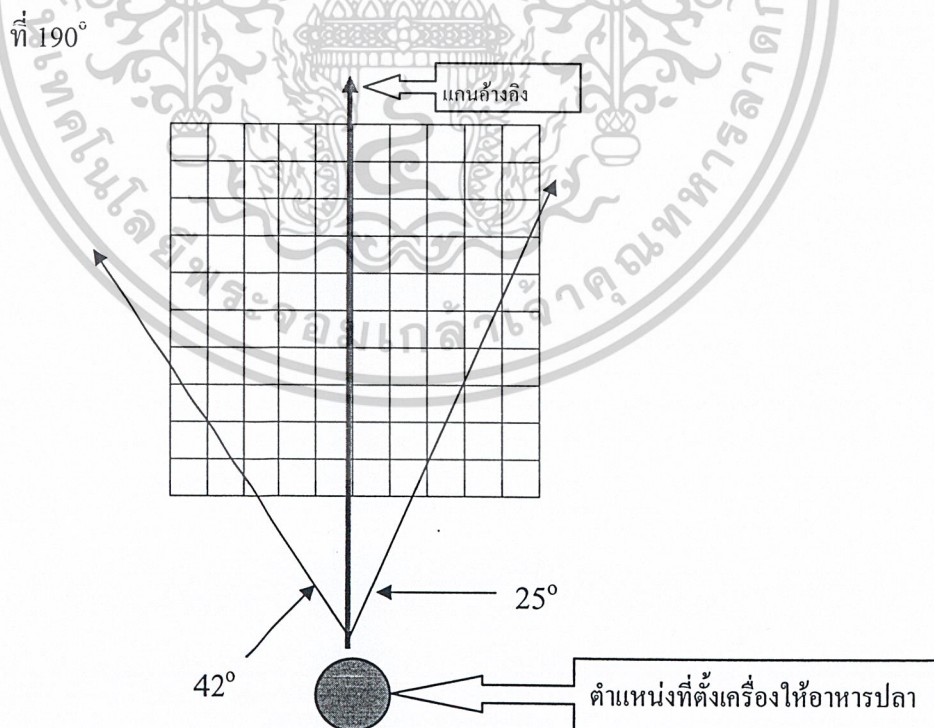
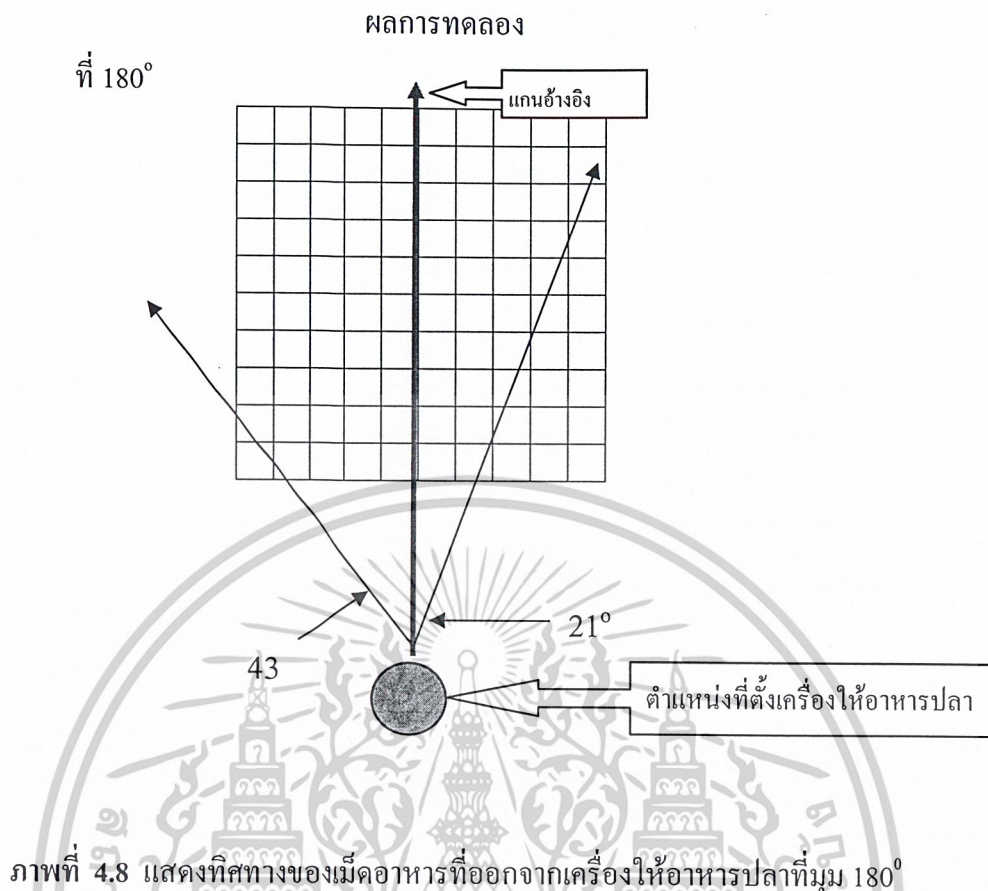


ภาพที่ 4.6 แสดงทิศทางของเม็ดอาหารที่ออกจากเครื่องให้อาหารปลาที่มุม  $90^\circ$

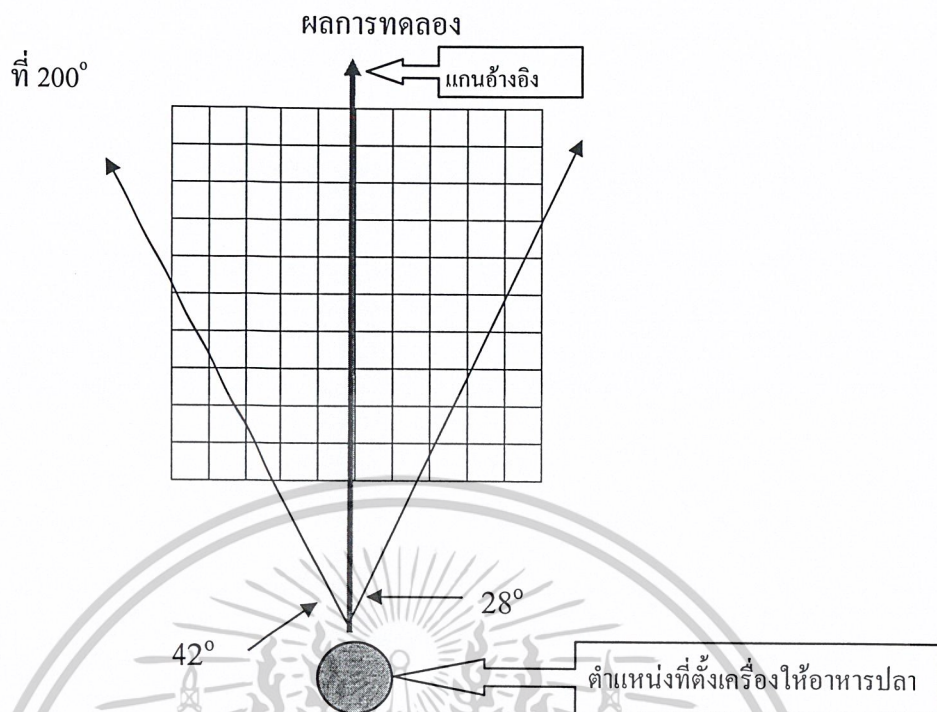


ภาพที่ 4.7 แสดงทิศทางของเม็ดอาหารที่ออกจากเครื่องให้อาหารปลาที่มุม  $150^\circ$

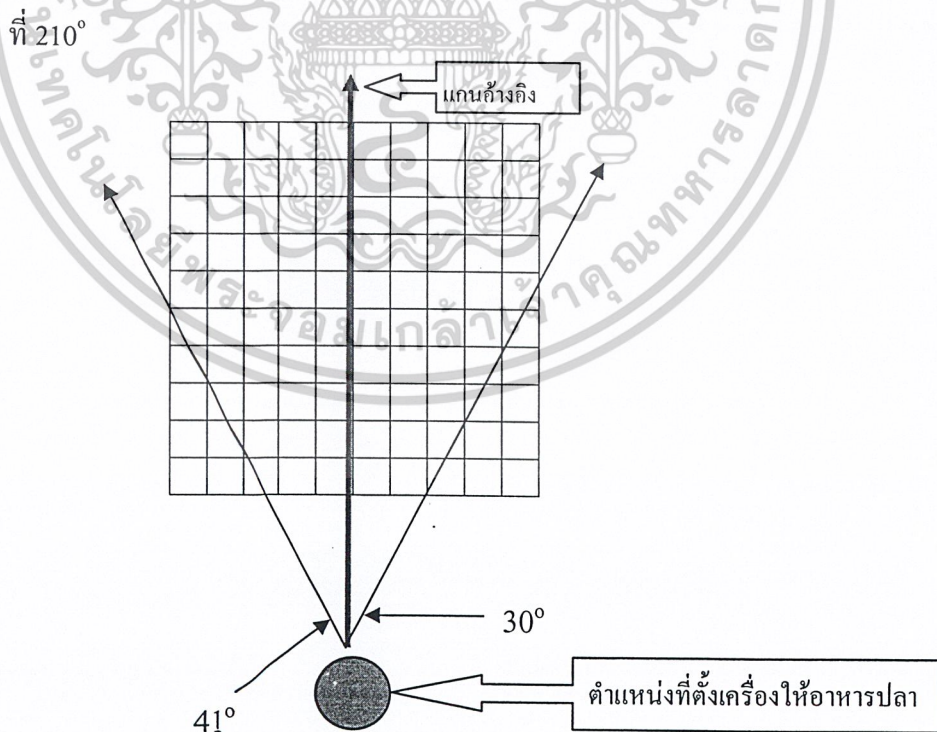
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 แสดงทิศทางของเม็ดอาหารที่ออกจากเครื่องให้อาหารปลาที่มุม  $200^\circ$



เอกสารนี้เป็นภาพที่ 4.11 แสดงทิศทางของเม็ดอาหารที่ออกจากเครื่องให้อาหารปลาที่มุม  $210^\circ$  ซึ่งด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4.3 สรุปผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองจะเห็นว่าจาก ภาพที่ 4.4 – 4.11 ใน ภาพที่ 4.11 นั้นจะมีทิศทางและลักษณะของการกระจายตัวของเม็ดอาหารปลากระจายลงกลางบ่อ เพราะฉะนั้นจึงเลือกใช้มุม  $\theta$  เท่ากับ  $210^\circ$  ในการออกแบบจุดปล่อยเม็ดอาหารลงสู่จานเหวี่ยง

#### 4.5 การทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การแตกหักของเม็ดอาหารปลาที่เกิดจากจานเหวี่ยง

##### 4.5.1 จุดประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การแตกหักของเม็ดอาหารปลาที่ความเร็วรอบ 800 , 1000 , 1200 , 1400 1600 , 1800 , 2000 , 2200 รอบต่อนาที
2. เพื่อนำข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากการทดลองนี้ มาใช้ประกอบในการพิจารณาเลือกความเร็วรอบมอเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างเครื่องให้อาหารปลา

##### 4.5.2 ขั้นตอนการทดสอบ

1. เปิดมอเตอร์ให้จานเหวี่ยงหมุนด้วยความเร็วรอบต่าง ๆ กันดังนี้ 800 , 1000 , 1200 , 1400 1600 , 1800 , 2000 , 2200 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นความเร็วรอบที่ครอบคลุมค่าที่คำนวณได้จากสมการการออกแบบจานเหวี่ยง ข้อมูลจากตารางที่ 3.2 โดยใช้ Inverter ในการปรับความเร็วรอบ
2. ถ้าเลี้ยงเม็ดอาหารด้วยเกลือแล้วเลี้ยงผ่านท่อลงสู่ Cover plate ณ จุดที่มีความเร็วเชิงมุมสูงสุด ณ ตำแหน่งห่างจากจุดศูนย์กลาง 15 ซม. ที่มุม  $210^\circ$  ดังแสดงในภาพที่ 4.12

ช่องใส่เม็ดอาหาร



ภาพที่ 4.12 แสดงจุดที่เม็ดอาหารตกลงสู่จานเหวี่ยง

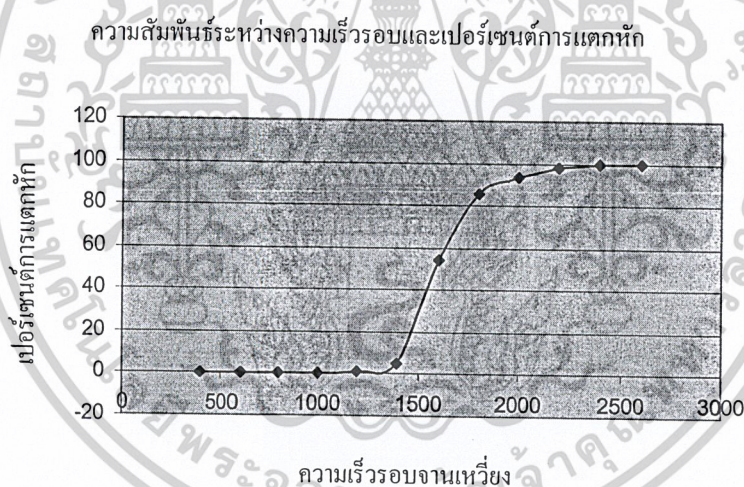
3. ทำการทดลองที่ความเร็วรอบต่างๆ ดังตารางต่อไปนี้ดังนี้

4. นับจำนวนของเม็ดอาหารปลาที่แตกจากทั้งหมด 100 เม็ด ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยนับเม็ดอาหารปลาที่แตก แล้วบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็น **ผลการทดลอง** ได้ค่าตามตารางต่อไปนี้ ศึกษานี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 แสดงความเร็รรอบของงานเหวี่ยงกับเปอร์เซ็นต์การแตกหักของเม็ดอาหารปลา ยี่ห้อเซฟฟีด

ความเร็รรอบ ของงานเหวี่ยง	จำนวนเม็ดอาหารปลาที่แตกหักใน 100 เม็ด			%การแตกหักของเม็ดอาหาร
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
800	0	0	0	0
1000	0	0	0	0
1200	3	1	1	1.33
1400	5	7	4	5.33
1600	57	50	54	54.33
1800	89	86	81	85.33
2000	95	92	93	93.33
2200	100	97	98	98.33



ภาพที่ 4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและเปอร์เซ็นต์การแตกหักของเม็ดอาหารปลา ยี่ห้อเซฟฟีด

#### 4.5.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองหาเปอร์เซ็นต์การแตกหักของเม็ดอาหารปลา เม็ดอาหารปลาจะเริ่มแตกที่ความเร็รรอบ 1200 รอบต่อนาที แล้วเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยจะแตกหักมากที่สุดที่ความเร็รรอบ 2200 รอบต่อนาที และที่ความเร็รรอบตั้งแต่ 1600 รอบต่อนาที เป็นต้นไป จะพบว่ามีการแตกหักมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.6 วิธีการทดสอบรูปแบบการกระจายตัวของเมล็ดอาหารปลา

### 4.6.1 จุดประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อที่จะหาลักษณะการกระจายตัวของเมล็ดอาหารปลาที่ความเร็วรอบ 1000 , 1200 , 1400 1600 รอบต่อนาที แล้วทำการเขียนเส้น contour แสดงลักษณะการกระจายตัวของเมล็ดอาหารปลา
2. เพื่อนำข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากการทดลองนี้มาใช้ประกอบในการพิจารณาเลือกความเร็วรอบมอเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างเครื่องให้อาหารปลา
3. เพื่อที่จะหาสัมประสิทธิ์การกระจายตัว ( Uniformity Coefficient ) ของเมล็ดอาหารปลาที่ความเร็วรอบ 1000 , 1200 , 1400 , 1600 รอบต่อนาที จากสมการดังต่อไปนี้  
สมการของ Christiansen ( 1942 )

$$CU = \left( 1.0 - \frac{\sum_{i=1}^N |x_i - \bar{x}|}{N\bar{x}} \right) \times 100$$

โดยที่ CU = สัมประสิทธิ์การกระจายตัว , เปอร์เซนต์  
 $x_i$  = น้ำหนักของเมล็ดอาหารที่ตกลงบนกล่อง  
 $\bar{x}$  = น้ำหนักเฉลี่ยของเมล็ดอาหารที่ตกลงบนกล่อง, กรัมต่อตารางเมตร  
 N = จำนวนจุดที่วัดหรือจำนวนกล่อง

### 4.6.2 ขั้นตอนการทดสอบ

1. นำกล่องขนาด  $30 \times 25$  ซม.<sup>2</sup> วางห่างกัน 40 ซม. ครอบคลุมบริเวณที่เมล็ดอาหารปลาดตก
2. ติดตั้งเครื่องให้อาหารปลาให้อยู่กับที่และอยู่สูงจากพื้น 1 เมตร จับเวลาในการหว่าน 5 นาที
3. กำหนดอัตราการลำเลียงของเมล็ดอาหารปลาที่ 10.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
4. ชั่งน้ำหนักเมล็ดอาหารปลาที่ตกลงในกล่อง คำนวณจำนวนเมล็ดอาหารปลาที่ตกเป็นกรัมต่อตารางเมตร นำผลการทดสอบ เขียนเส้น contour แสดงความหนาแน่นของเมล็ดอาหารปลาภายในบริเวณพื้นที่ที่เมล็ดอาหารปลาดตก
5. ทำการทดสอบตั้งแต่ข้อ 1 - 4 ใหม่ โดยเปลี่ยนความเร็วรอบมอเตอร์ เป็น 1000 , 1200 1400 , 1600 รอบต่อนาที ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

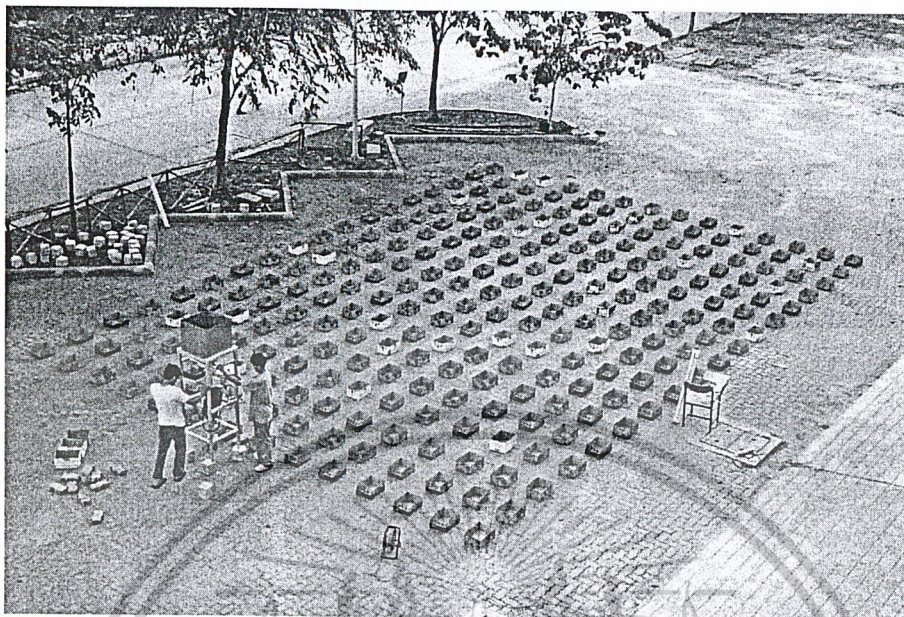


ภาพที่ 4.14 กล่องที่ใช้ในการทดลองขนาด 30 × 25 ซม.

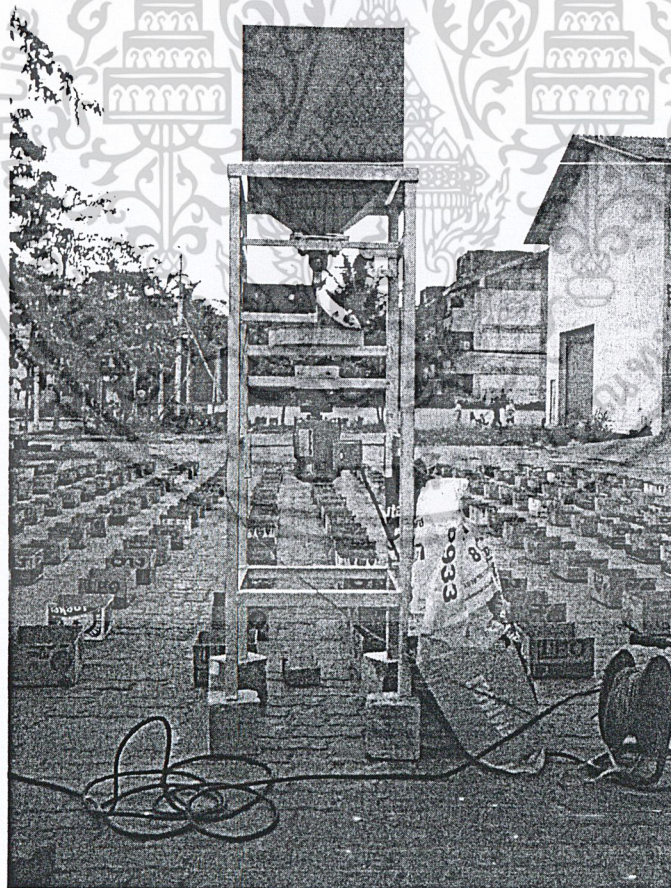


ภาพที่ 4.15 ภาพแสดงลักษณะการวางกล่องเพื่อทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



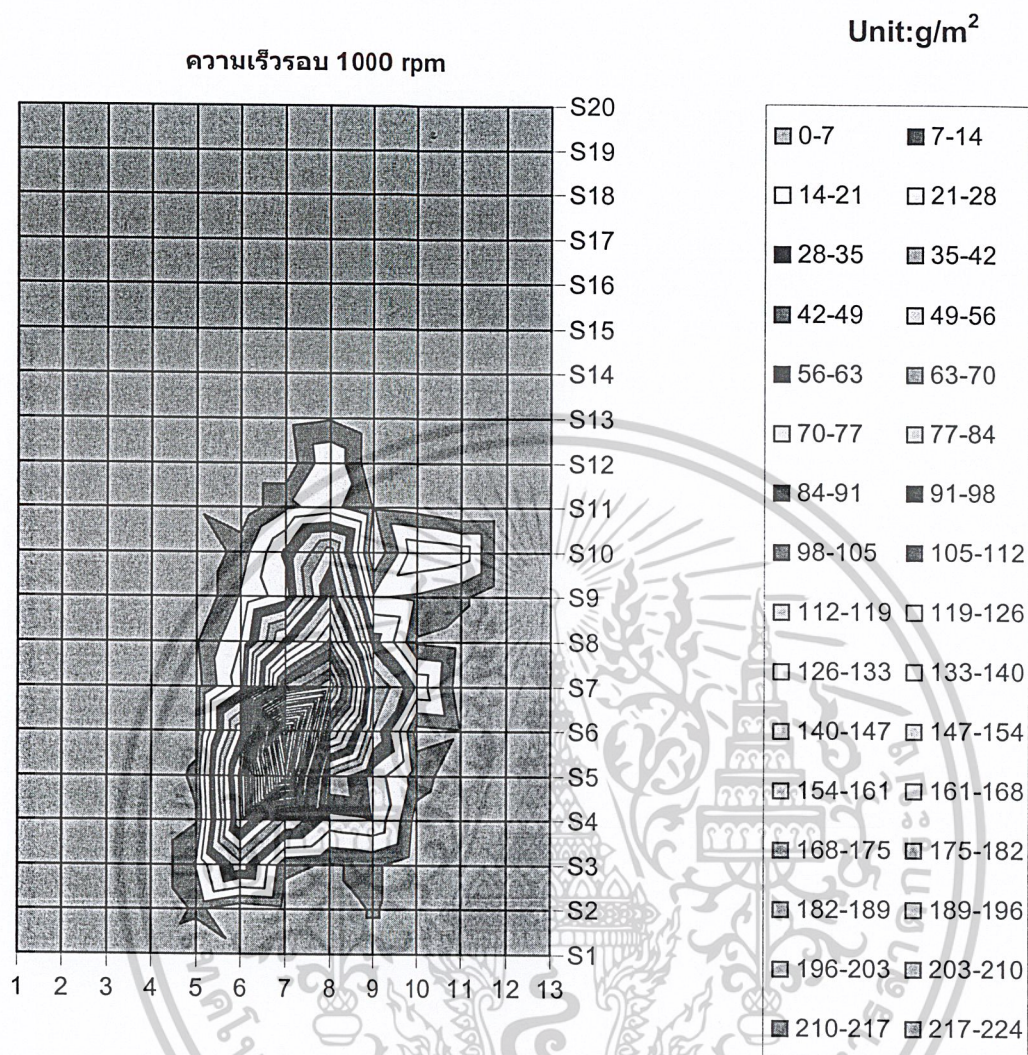
ภาพที่ 4.16 ภาพแสดงพื้นที่ที่ทำการทดลอง



ภาพที่ 4.17 ภาพแสดงตำแหน่งที่ตั้งเครื่องเพื่อทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลอง



กว้างสุด 5.22 m

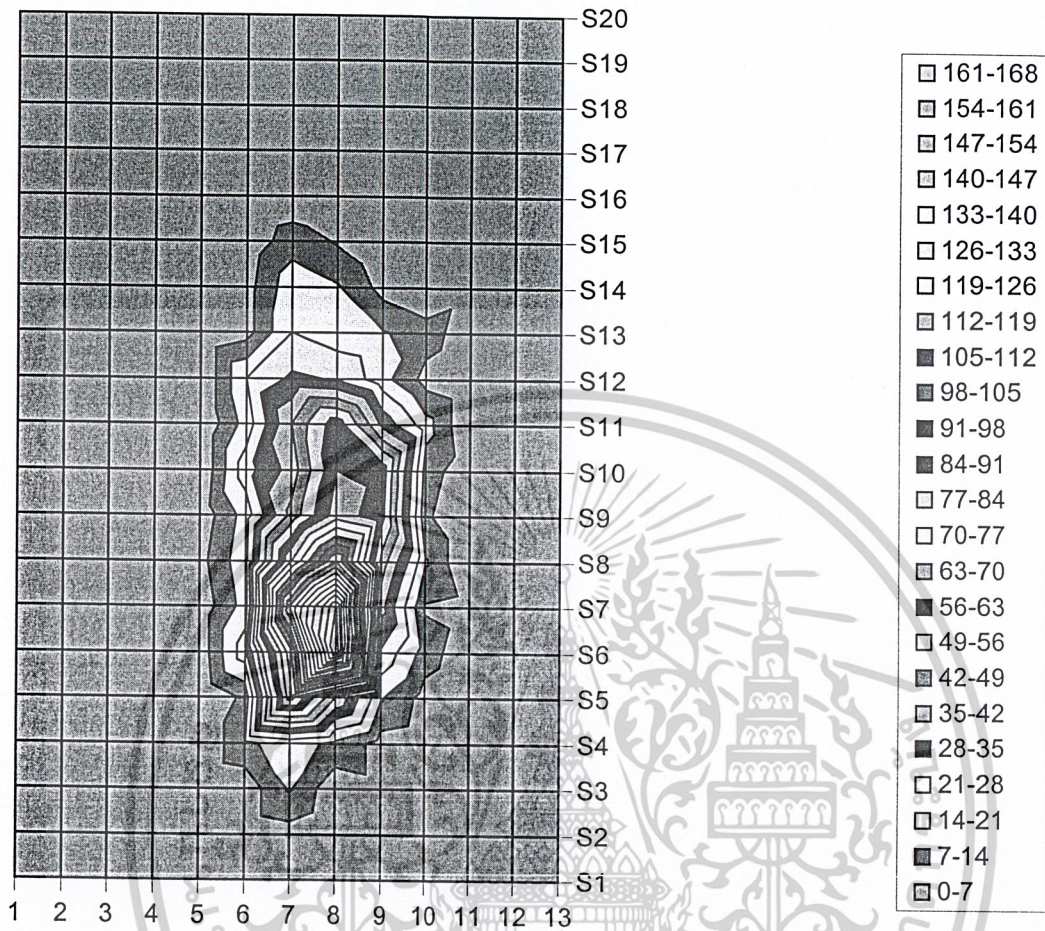
โกลสุด 9.1 m

พื้นที่ตก 27.07 m<sup>2</sup>

สัมประสิทธิ์การกระจายตัว(CU) 28.20 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วรอบ 1200 rpm

Unit:g/m<sup>2</sup>

กว้างสุด 4 m

โกลสุด 10.97 m

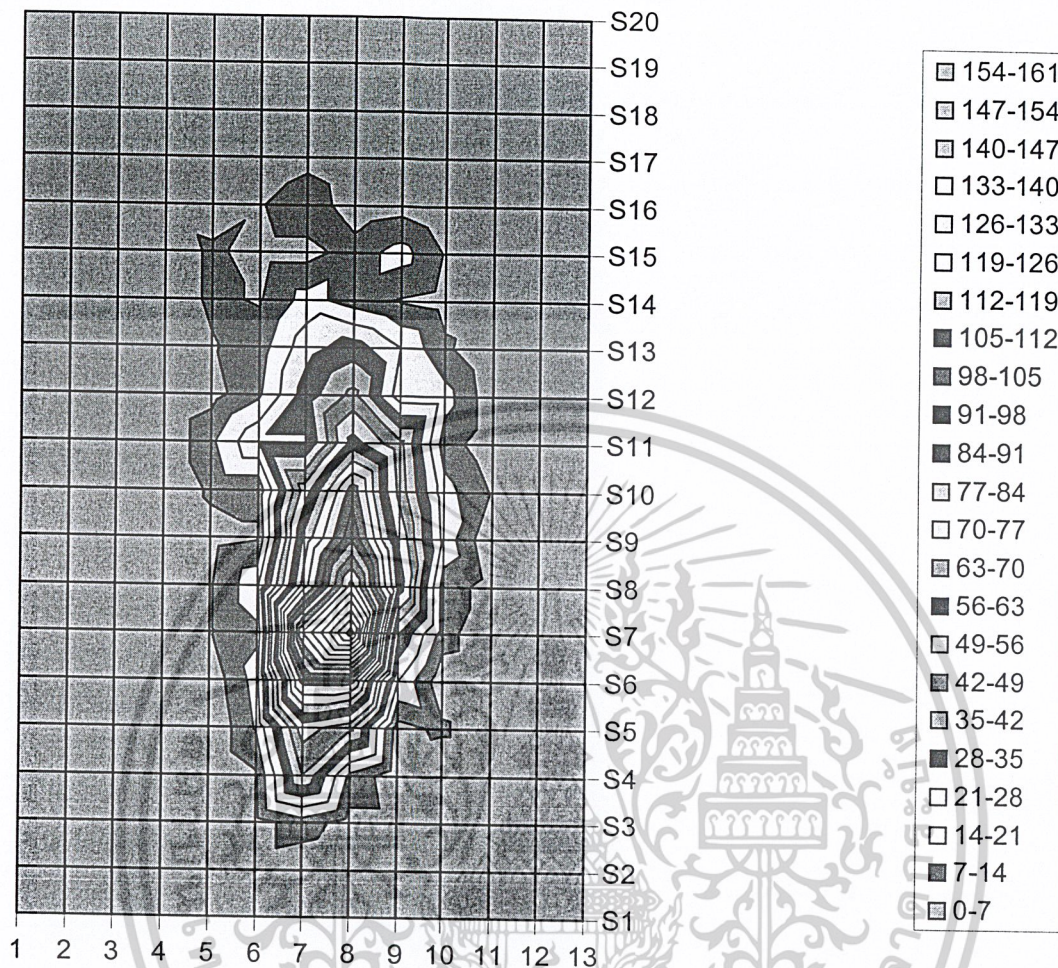
พื้นที่ตก 27.76 m<sup>2</sup>

สัมประสิทธิ์การกระจายตัว(CU) 37.50 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วรอบ 1400 rpm

Unit:g/m<sup>2</sup>



กว้างสุด 4.89 m

ไกลสุด 12.71 m

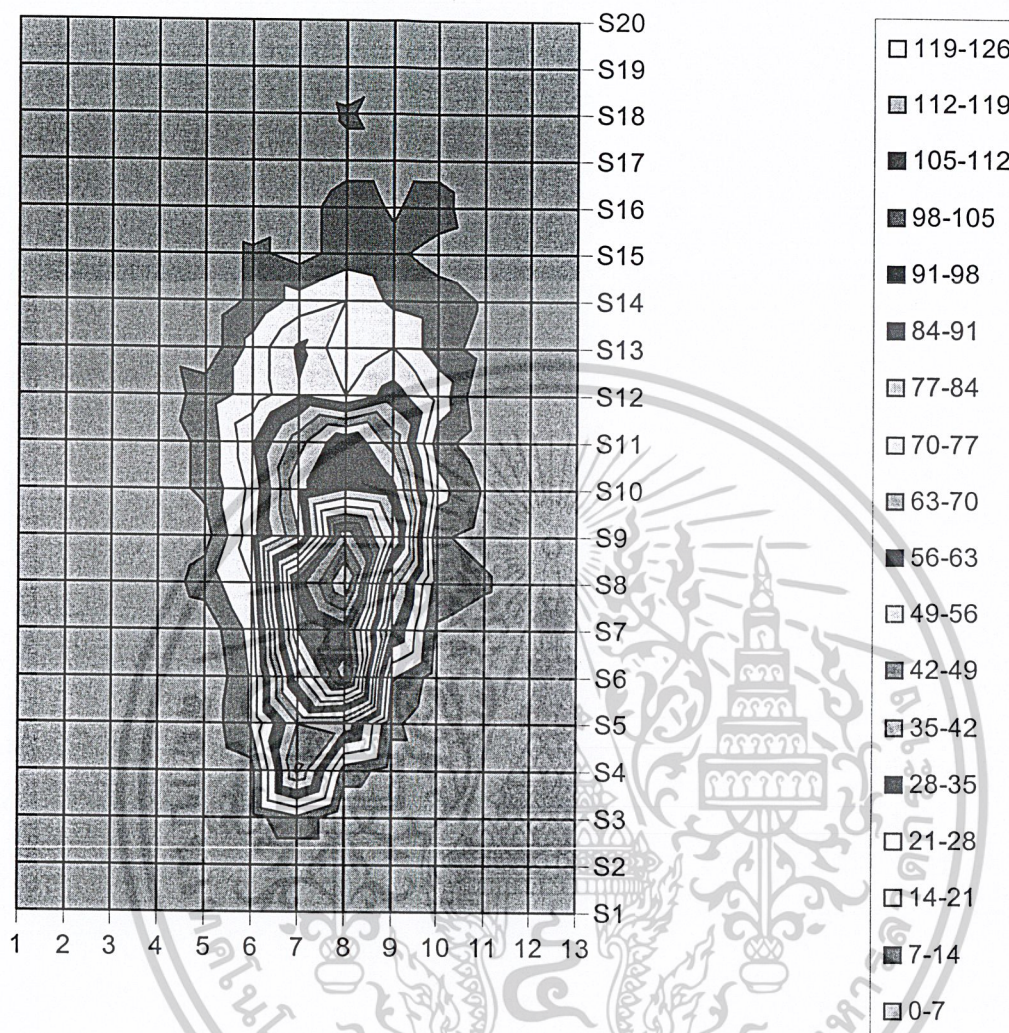
พื้นที่ตก 34.13 m<sup>2</sup>

สัมประสิทธิ์การกระจายตัว(CU) 39.08 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Unit:g/m<sup>2</sup>

ความเร็วรอบ 1600 rpm



กว้างสุด 5.09 m

ไกลสุด 13.24 m

พื้นที่ตก 35.04 m<sup>2</sup>

สัมประสิทธิ์การกระจายตัว(CU) 41.61 %

#### 4.6.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะพบเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้น แล้วจะทำให้ระยะทางในการส่งเม็ดอาหารปลา พื้นที่ที่เม็ดอาหารปลาดตก และค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว จะเพิ่มขึ้นมากขึ้นตามความเร็วรอบมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการในการออกแบบเครื่องให้อาหารปลา มีหลักการใหญ่ ๆ ที่ต้องคำนึงถึงคือ ต้องส่งเม็ดอาหารปลาไปให้ได้ไกลที่สุด ครอบคลุมพื้นที่มากที่สุด มีการกระจายตัวมากที่สุด และแตกหักน้อยที่สุด จะต้องคำนึงถึงหลักการต่าง ๆ เหล่านี้ในการพิจารณาเลือกความเร็วรอบมอเตอร์ของงานเหวี่ยงจากการทดลองที่ 4.6 พบว่าที่ความเร็วรอบ 1400 รอบต่อนาที และ 1600 รอบต่อนาที จะมีระยะทางการส่งเม็ดอาหารปลา และพื้นที่ที่เม็ดอาหารปลาดกครอบคลุม มากกว่าความเร็วรอบ 1000 รอบต่อนาที และความเร็วรอบ 1200 รอบต่อนาที มาก และเมื่อพิจารณาที่ความเร็วรอบ 1400 รอบต่อนาที กับความเร็วรอบ 1600 รอบต่อนาที พบว่ามีระยะทางการส่งเม็ดอาหารปลา พื้นที่ที่เม็ดอาหารปลาดก และค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวที่ใกล้เคียงกัน โดยที่ความเร็วรอบ 1600 รอบต่อนาที จะมีค่ามากกว่าที่ความเร็วรอบ 1400 รอบต่อนาที เล็กน้อย เมื่อพิจารณาจากการทดลองที่ 4.5 ซึ่งเป็นการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การแตกหักของเม็ดอาหารปลาที่เกิดจากงานเหวี่ยง พบว่าที่ความเร็วรอบ 1600 รอบต่อนาที จะมีเปอร์เซ็นต์การแตกหักมากถึง 54.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าที่ความเร็วรอบ 1400 รอบต่อนาที มากเพราะที่ความเร็วรอบ 1400 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์การแตกหักเพียง 5.33 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

ดังนั้นจากการทดลองทั้งหมดจึงสรุปได้ว่า ที่ความเร็วรอบของงานเหวี่ยง 1400 รอบต่อนาที มีความเหมาะสมมากที่สุดที่จะใช้กับเครื่องให้อาหารปลาแบบงานเหวี่ยงหนีศูนย์กลางนี้

หลังจากที่ได้ทำการทดลองตั้งแต่การทดลองที่ 4.1 – 4.6 ก็สามารถสร้างเครื่องให้อาหารปลาจนเสร็จสมบูรณ์พร้อมที่จะนำไปใช้กับบ่อเลี้ยงปลา และเมื่อสร้างเครื่องเสร็จสมบูรณ์แล้วจึงได้มีการทำทดลองการทดลองขึ้นมาอีกเพื่อเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารปลาว่าเมื่อใช้กับปลาอายุต่างกัน (ซึ่งจะมีความต้องการอาหารปลาแตกต่างกัน) และถ้าใช้กับอาหารปลาชนิดอื่น แล้วลักษณะการกระจายตัว สัมประสิทธิ์การกระจายตัว และเปอร์เซ็นต์การแตกหัก จะมีลักษณะอย่างไร หรือเปอร์เซ็นต์การแตกหักนั้นแตกต่างกันมากน้อยขนาดไหน

#### 4.7 วิธีการทดสอบรูปแบบการกระจายตัวของเม็ดอาหารปลาที่อัตราการลำเลียงที่แตกต่างกันตามความต้องการของปลาที่ อายุต่างๆ

##### 4.7.1 จุดประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อที่จะหาลักษณะการกระจายตัวของเม็ดอาหารปลา เมื่อปลาที่มีอายุเปลี่ยนไปโดยจะมีอัตราการลำเลียงของเม็ดอาหารปลาเป็นดังนี้ 4.62 (ปลา 3 เดือน) , 6 (ปลา 6 เดือน) ,10.5 (ปลา 9 เดือน) และ 15 (ปลา 12 เดือน) กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่ความเร็วรอบของงานเหวี่ยง 1400 รอบต่อนาที แล้วทำการเขียนเส้น contour แสดงลักษณะการกระจายตัวของเม็ดอาหารปลา
2. เพื่อที่จะหาสัมประสิทธิ์การกระจายตัว ( Uniformity Coefficient ) ของเม็ดอาหารปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการของ Christiansen (1942)

$$CU = \left( 1.0 - \frac{\sum_{i=1}^N |x_i - \bar{x}|}{N\bar{x}} \right) \times 100$$

โดยที่	CU	=	สัมประสิทธิ์การกระจายตัว , เปอร์เซ็นต์
	$x_i$	=	น้ำหนักของเม็ดอาหารที่ตกลงบนกล่อง
	$\bar{x}$	=	น้ำหนักเฉลี่ยของเม็ดอาหารที่ตกลงบนกล่อง, กรัมต่อตารางเมตร
	N	=	จำนวนจุดที่วัดหรือจำนวนกล่อง

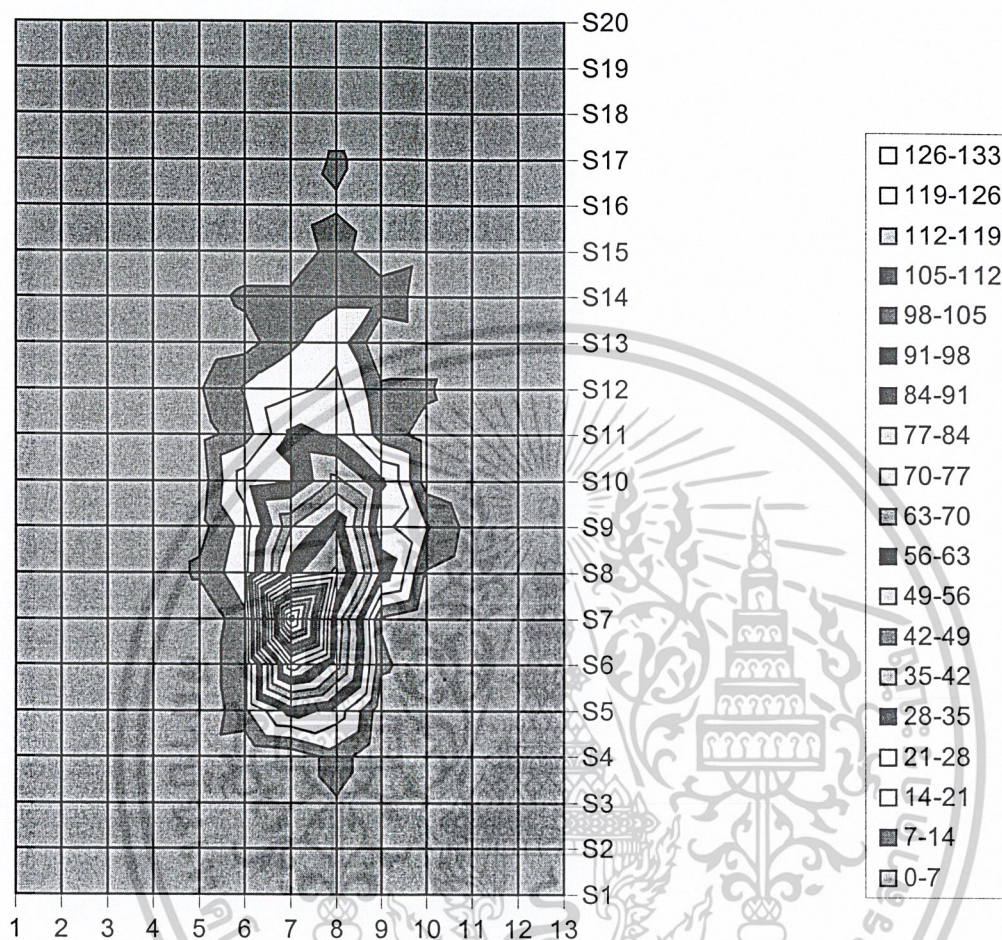
#### 4.7.2 ขั้นตอนการทดสอบ

1. นำกล่องขนาด  $30 \times 25$  ซม.<sup>2</sup> วางห่างกัน 40 ซม. ครอบคลุมบริเวณที่เม็ดอาหารปลาดุก
2. ติดตั้งเครื่องให้อาหารปลาให้อยู่กับที่และจานเหวี่ยงอยู่สูงจากพื้น 1 เมตร โดยใช้เม็ดอาหารปลาเม็ดใหญ่ ทำการทดสอบที่ความเร็วรอบใบพัด 1400 รอบต่อนาที จับเวลาในการหว่าน 5 นาที
3. ชั่งน้ำหนักเม็ดอาหารปลาที่ตกลงในกล่อง คำนวณจำนวนเม็ดอาหารปลาที่ตกเป็นกรัมต่อตารางเมตร นำผลการทดสอบ เขียนเส้น contour แสดงความหนาแน่นของเม็ดอาหารปลาภายในบริเวณพื้นที่ที่เม็ดอาหารปลาดุก
4. ทำการทดสอบตั้งแต่ข้อ 1 - 3 ใหม่ โดยเปลี่ยนอัตราการลำเลียงของเม็ดอาหารปลาเป็น 4.96 , 6 , 10.5 และ 15 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้วบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลองรูปแบบการกระจายตัวของเมล็ดอาหารปลาที่ยี่ห้อ เซฟฟิด

ความเร็วรอบเกลิยว 23.3 rpm

Unit:g/m<sup>2</sup>

กว้างสุด 3.9 m

ไกลสุด 12.04 m

พื้นที่ตก 34.50 m<sup>2</sup>

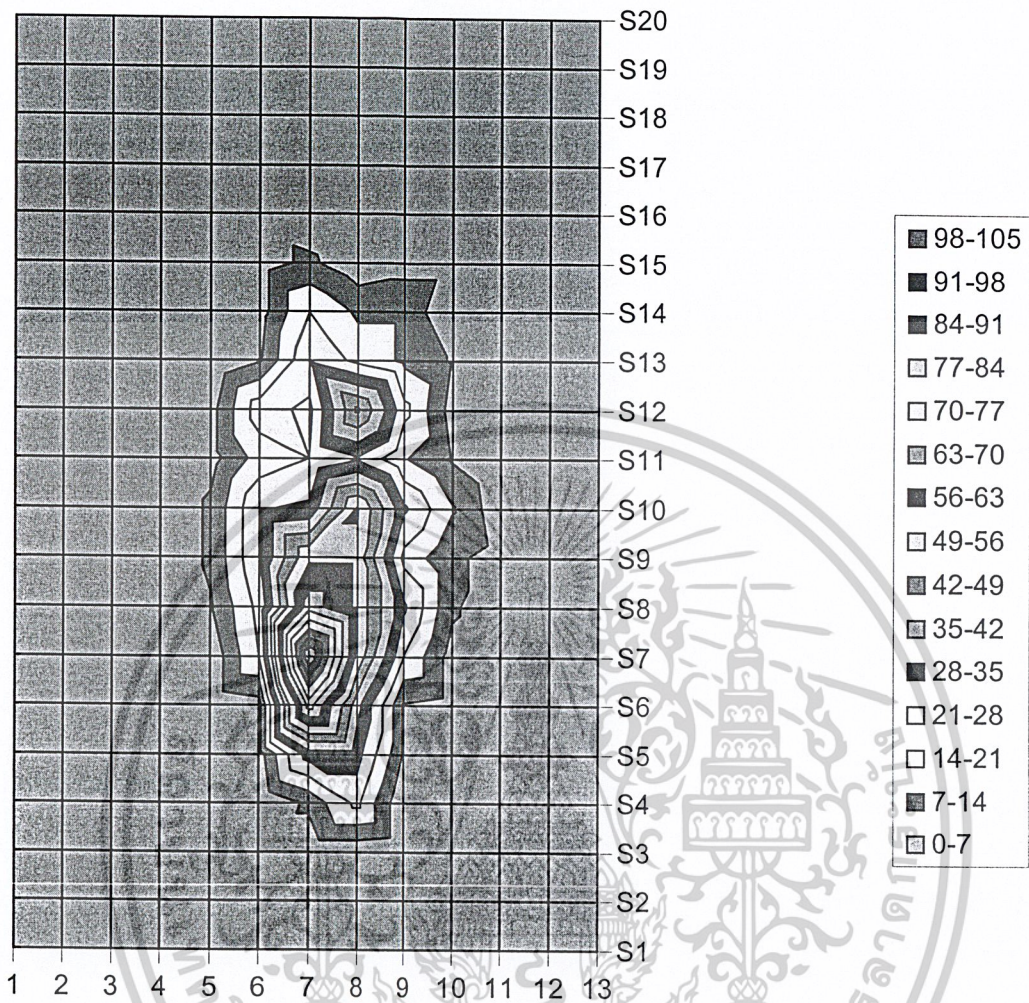
สัมประสิทธิ์การกระจายตัว(CU) 32.79 %

ยี่ห้อ เซฟฟิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ความเร็วรอบเกลียว 29 rpm

Unit:g/m<sup>2</sup>



กว้างสุด 3.84 m

ไกลสุด 12.60 m

พื้นที่ตก 38.25 m<sup>2</sup>

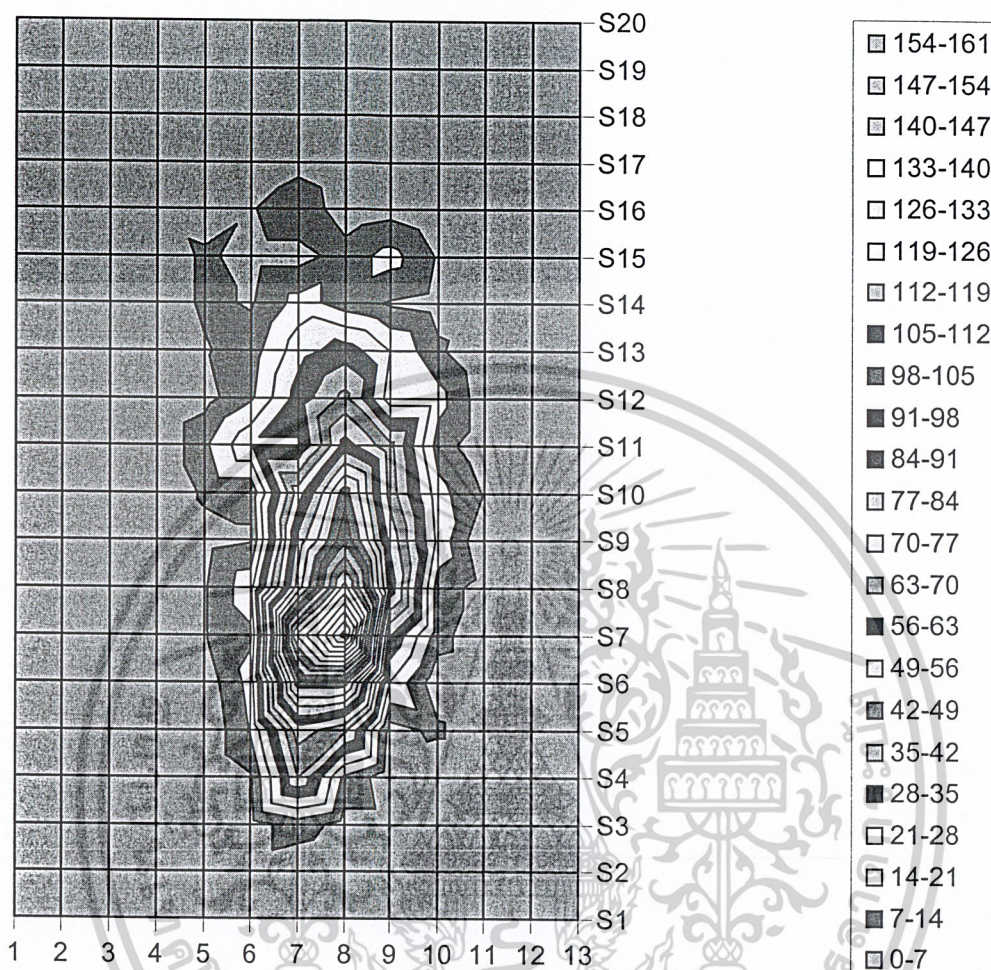
สัมประสิทธิ์การกระจายตัว(CU) 45.71 %

ยี่ห้อ เซฟพิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ความเร็วรอบเกลียว 50 rpm

Unit:g/m<sup>2</sup>



กว้างสุด 4.55 m

ไกลสุด 13.3 m

พื้นที่ตก 51.5 m<sup>2</sup>

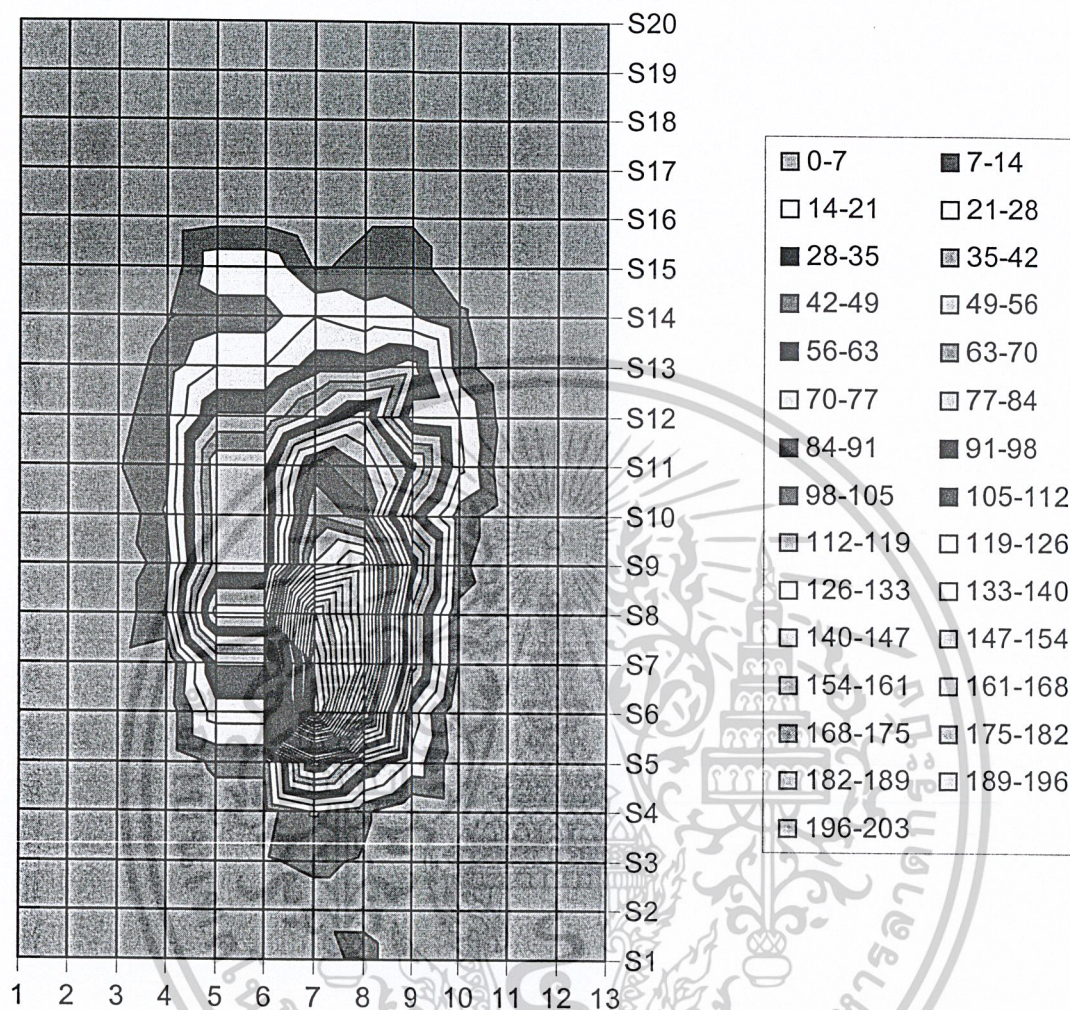
สัมประสิทธิ์การกระจายตัว(CU) 33.40 %

ยี่ห้อ เซฟพิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ความเร็วรอบเกลียว 72 rpm

Unit:g/m<sup>2</sup>



กว้างสุด 5.2 m

ไกลสุด 12.6 m

พื้นที่ตก 57.75 m<sup>2</sup>

สัมประสิทธิ์การกระจายตัว(CU) 40.33 %

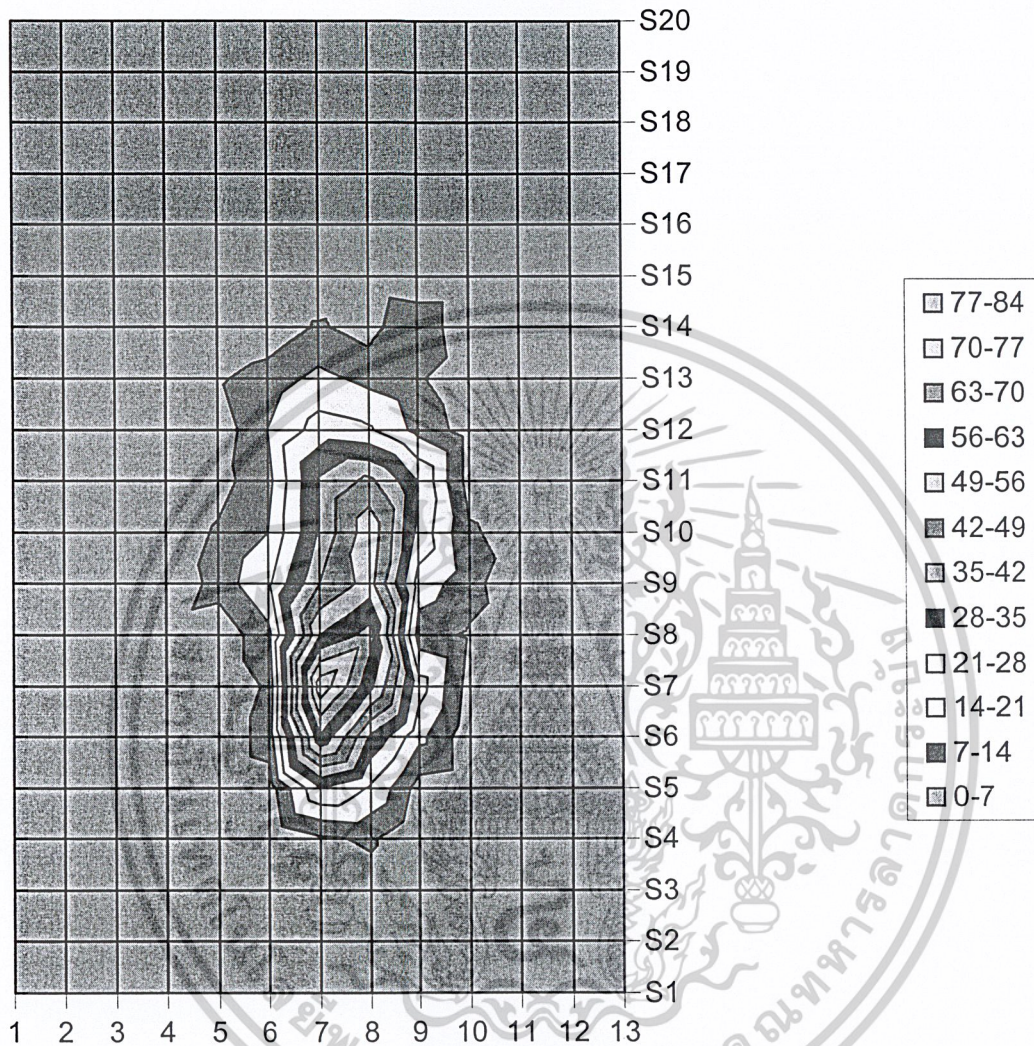
ยี่ห้อ เซฟฟิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองรูปแบบการกระจายตัวของเมล็ดอาหารปลายี่ห้อ นิวทรีน่า อีโคฟิช

ความเร็วรอบเกลียว 23.3 rpm

Unit:g/m<sup>2</sup>



กว้างสุด 3.58 m

ไกลสุด 13.3 m

พื้นที่ตก 33.75 m<sup>2</sup>

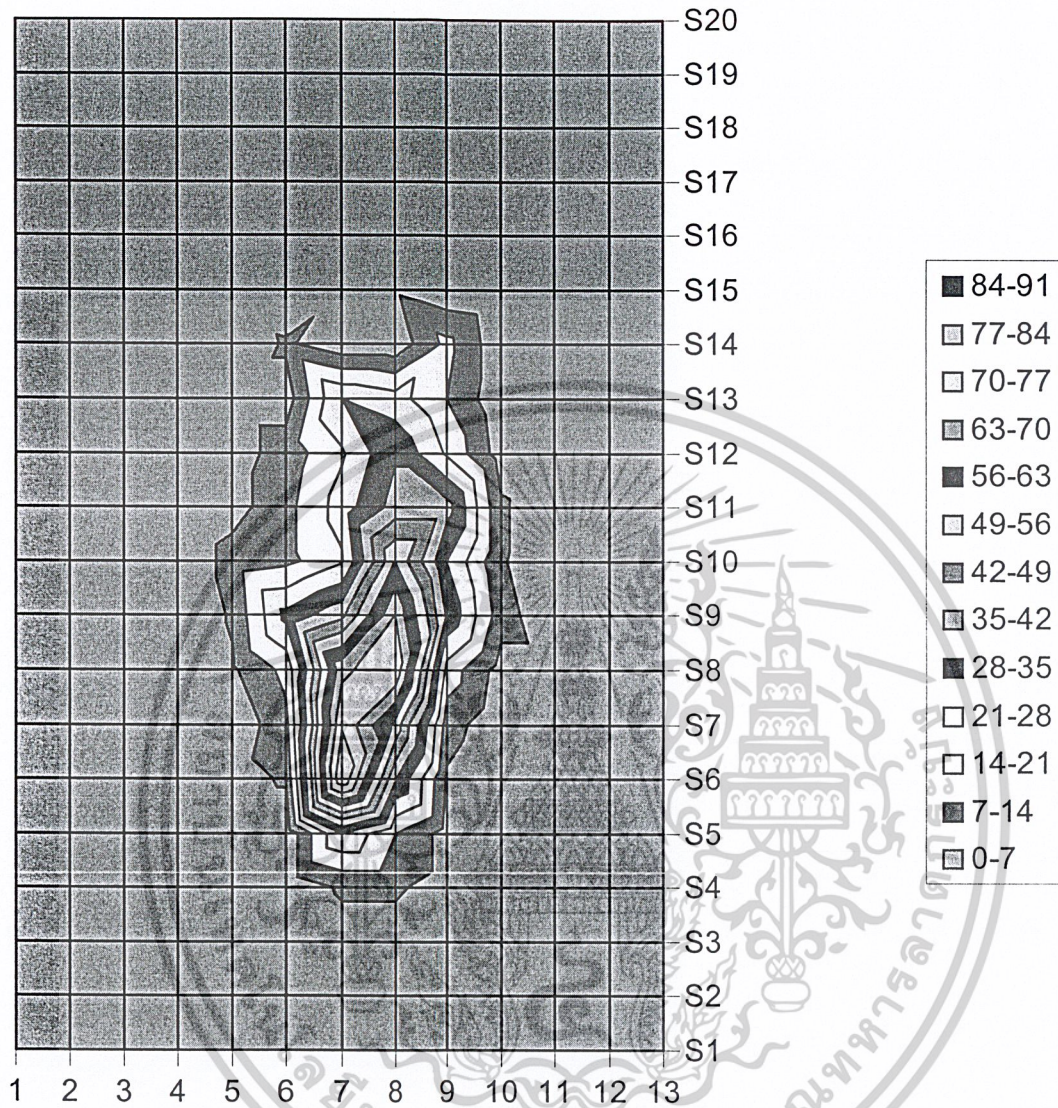
สัมประสิทธิ์การกระจายตัว(CU) 37.65 %

ยี่ห้อ นิวทรีน่า อีโคฟิช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ความเร็วรอบเกลียว 29 rpm

Unit:g/m<sup>2</sup>



กว้างสุด 3.77 m

ไกลสุด 13.1m

พื้นที่ตก 32.25 m<sup>2</sup>

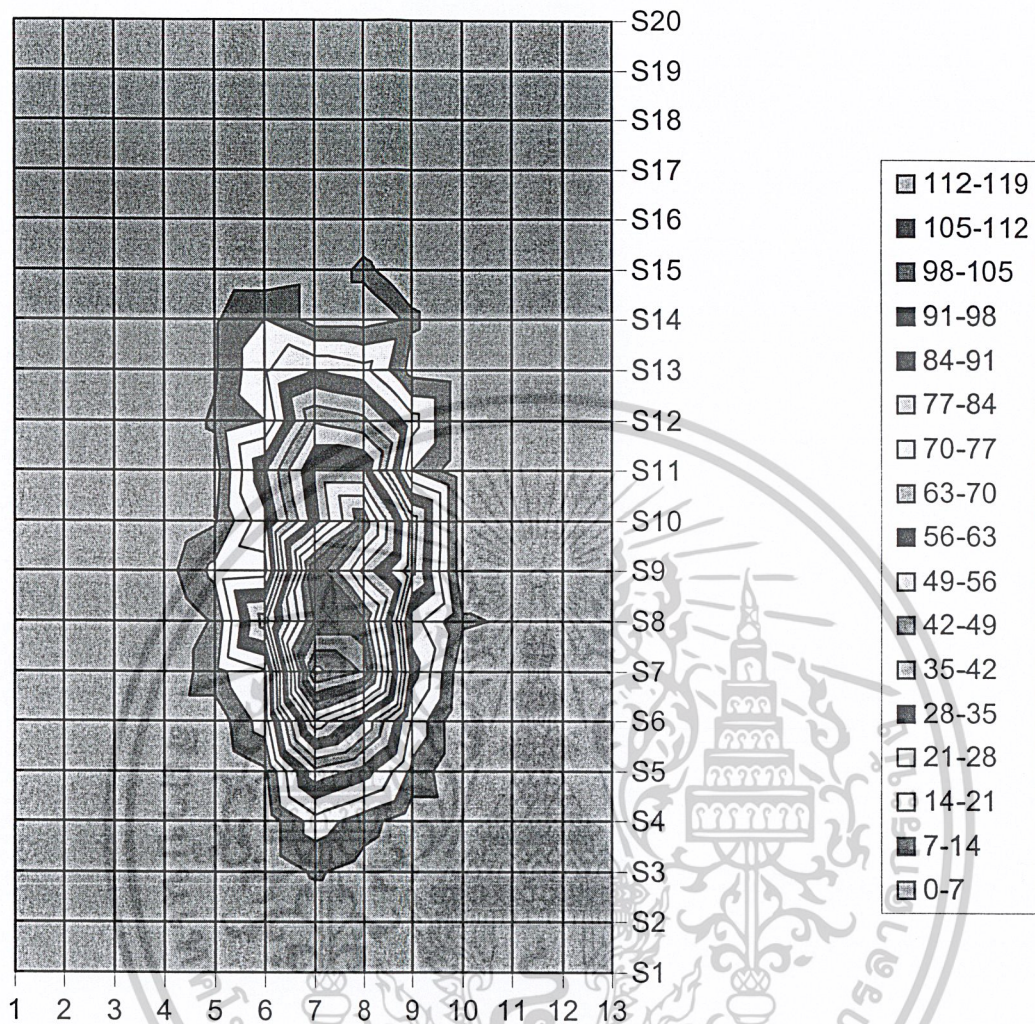
สัมประสิทธิ์การกระจายตัว(CU) 37.70 %

ยี่ห้อ นิวทรีน่า อีโคฟิช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ความเร็วรอบเกลียว 50 rpm

Unit:g/m<sup>2</sup>



กว้างสุด 4.03 m

ไกลสุด 13.5 m

พื้นที่ตก 37.5 m<sup>2</sup>

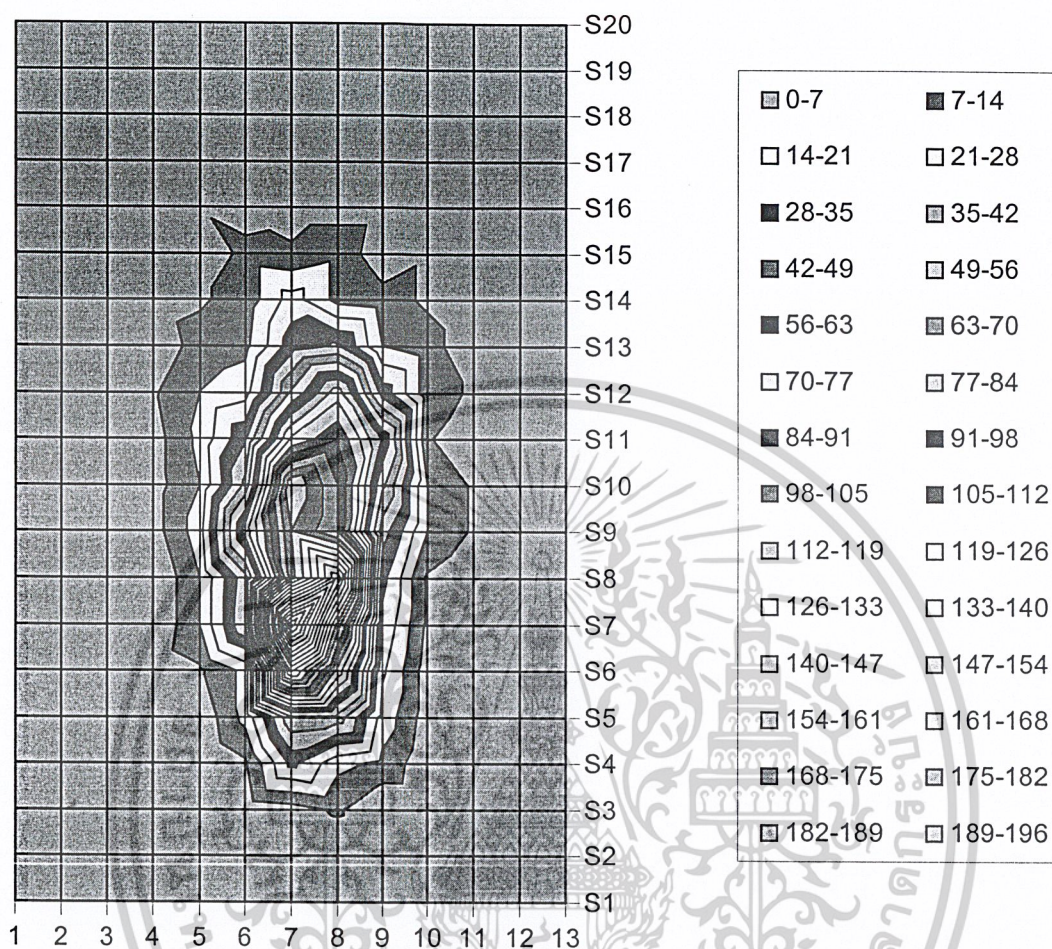
สัมประสิทธิ์การกระจายตัว(CU) 39.43 %

ยี่ห้อ นิวทรีน่า อีโคพิช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ความเร็วรอบเกลิยว 72 rpm

Unit:g/m<sup>2</sup>



กว้างสุด 4.49 m

ไกลสุด 12.95 m

พื้นที่ตก 51.75 m<sup>2</sup>

สัมประสิทธิ์การกระจายตัว(CU) 38.09 %

ยี่ห้อ นิวทรีน่า อีโคพีช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ตารางบันทึกผลการทดลองเมื่อดำอาหารปลาขี้หื้อ เซฟฟิด

อัตราการลำเลียง (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	ความเร็วรอบของเกลียว ลำเลียง (รอบต่อนาที)	% การแตกหัก	สัมประสิทธิ์การ กระจายตัว(%)
4.62	23.3	2.67	32.79
6	29	3.33	45.70
10.5	50	5.67	33.41
15	72	6.00	40.33

ตารางที่ 4.10 ตารางบันทึกผลการทดลองเมื่อดำอาหารปลาขี้หื้อ นิวทรีน่า อิโคฟิช

อัตราการลำเลียง (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	ความเร็วรอบของเกลียว ลำเลียง (รอบต่อนาที)	% การแตกหัก	สัมประสิทธิ์การ กระจายตัว(%)
4.62	23.3	1.67	37.65
6	29	2.33	37.70
10.5	50	3	39.43
15	72	3.33	38.09

#### 4.7.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะพบว่าที่ความเร็วรอบเกลียวที่แตกต่างกัน การกระจายตัวของเม็ดอาหารปลาจะมีลักษณะการกระจายตัวที่คล้ายคลึงกัน แต่ความหนาแน่นของเม็ดอาหารปลาจะเพิ่มมากขึ้นตามความเร็วรอบเกลียวลำเลียงที่เพิ่มขึ้น และเมื่อใช้ขี้หื้อของเม็ดอาหารปลาที่แตกต่างกันการกระจายตัวเม็ดอาหารปลา ของเครื่องให้อาหารปลาจะมีลักษณะการกระจายตัวที่คล้ายคลึงกันเมื่อใช้อัตราการลำเลียงเดียวกัน แต่เปอร์เซ็นต์การแตกหักของแต่ละขี้หื้อแตกต่างกัน

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

#### สรุป

โครงการนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องให้อาหารปลาแบบงานเหยิงหนีศูนย์ โดยการให้อาหารปลา 1 วัน จะให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ช่วงเช้า และช่วงเย็น ครั้งละ 2 ชั่วโมง เครื่องให้อาหารปลามีขอบเขตการใช้งานดังนี้

1. เครื่องให้อาหารปลา สามารถปรับความเร็วรอบเกลียวลำเลียง ให้มีปริมาณการให้อาหารปลาได้ตั้งแต่ 4.62 – 23.06 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยเมื่ออาหารปลาจะถูกลำเลียงลงสู่งานเหยิง แล้วใช้งานเหยิงในการกระจายเม็ดอาหารปลาลงสู่ปลา ใช้ความเร็วรอบของงานเหยิง 1,400 รอบต่อนาที

2. เครื่องให้อาหารปลาสามารถปรับปริมาณการให้อาหารปลา ได้ตามความต้องการของปลา ตั้งแต่อายุ 3 เดือน ถึง 9 เดือน ( ซึ่งเป็นกรณีที่เกษตรกรเลี้ยงปลานิลเพื่อการส่งออก ) หรือถ้าเกษตรกรที่ต้องจะเลี้ยงปลาถึง 12 เดือน ก็สามารถปรับอัตราการให้อาหารปลาเพิ่มขึ้นได้ตามความต้องการของปลา

3. เมื่อปลาอายุ 3 เดือน ปลาต้องการปริมาณอาหาร 7.2 กิโลกรัมต่อวัน ดังนั้นจะต้องเปิดเครื่องให้อาหารปลา 2 ครั้ง ช่วงเช้าและช่วงบ่าย ครั้งละ 47 นาที

4. ความเร็วรอบเกลียวลำเลียงต่างกัน จะได้รูปแบบการกระจายตัวที่ไม่แตกต่างกัน แต่จะมีความหนาแน่นของเม็ดอาหารปลาเพิ่มมากขึ้นตามความเร็วรอบของเกลียวลำเลียงที่เพิ่มขึ้น ที่ความเร็วรอบเกลียวลำเลียง 72 รอบต่อนาที ได้ลักษณะการกระจายตัวดังนี้ ระยะส่งได้ไกลสุด 12.6 เมตร ระยะกว้างสุด 5.2 เมตร เม็ดอาหารตกครอบคลุมพื้นที่ 57.75 ตารางเมตร สัมประสิทธิ์การกระจายตัว 40.33 % และเปอร์เซ็นต์การแตกหัก 6.0 %

5. ตำแหน่งของช่องที่เม็ดอาหารปลาดตกลงสู่งานเหยิง มีผลต่อระยะทางการส่งเม็ดอาหารปลา และพื้นที่ที่เม็ดอาหารปลาจะตกลงบ่อจะขึ้นอยู่กับเส้นศูนย์กลางหน้าเครื่องให้อาหารปลา

6. การใช้เม็ดอาหารปลาที่ห่ออื่นกับเครื่องให้อาหารปลา จะพบว่า มีรูปแบบการกระจายตัวที่ไม่แตกต่างกัน แต่เปอร์เซ็นต์การแตกหักของเม็ดอาหารปลานั้นจะแตกต่างกัน

7. เครื่องให้อาหารปลา จะช่วยให้เกษตรกรประหยัดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงาน ช่วยลดเวลาในการให้อาหารปลาของเกษตรกร เพราะว่าเครื่องให้อาหารปลาสามารถตั้งเวลาในการให้อาหารปลานิลได้ โดยมี Timer เป็นตัวควบคุมเวลาการให้อาหารปลา โดยเกษตรกรสามารถใช้เวลาในส่วนของการให้อาหารปลาที่ปกติต้องใช้เวลาไม่นาน เพื่อไปทำงานอย่างอื่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ข้อบกพร่อง

1. เครื่องให้อาหารปลาไม่สามารถใช้ให้อาหารปลาอายุตั้งแต่ 1 – 3 เดือนได้ เพราะปลาอายุ 1 – 3 เดือน ใช้เม็ดอาหารปลาเม็ดเล็กในการเลี้ยง และปลาต้องการอาหาร 2 – 2.8 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งเครื่องให้อาหารปลาสามารถให้อาหารปลาได้ต่ำสุดเพียง 4.62 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
2. การกระจายตัวของเม็ดอาหารปลาของเครื่องให้อาหารปลา เม็ดอาหารปลาจะไม่ตกลงที่ข้างหน้าเครื่องให้อาหารปลา แต่จะตกเฉียงไปทางซ้ายของเครื่องเล็กน้อยประมาณ 5 องศา จากเส้นตั้งฉากหน้าเครื่อง
3. เครื่องให้อาหารปลาสามารถใช้ได้กับเม็ดอาหารเม็ดใหญ่เท่านั้น

### ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากส่วนจานเหวี่ยงเป็นส่วนที่อยู่กับที่และเหวี่ยงเม็ดอาหารปลาออกในแนวราบ ซึ่งถ้ามีการออกแบบจานเหวี่ยงให้สามารถปรับมุมเงยได้ ก็จะมีผลต่อระยะทางในการกระจายตัวของอาหารปลา และถ้ามีการปรับให้มีการส่ายไปมาซ้าย – ขวา ได้ ก็จะทำให้มีพื้นที่ในการกระจายตัวได้มากขึ้น
2. ควรมีการเขียน โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ เพื่อควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ของเกลิยวลำเดียวให้มีอัตราการลำเลียงต่ำสุดและสูงสุดตามความต้องการอาหารของปลา
3. เครื่องให้อาหารปลาสามารถนำไปเลี้ยงปลาชนิดอื่นที่กินอาหารเม็ดได้ ถ้ามีการศึกษาเพิ่มเติมเรื่องความต้องการอาหารของปลาชนิดที่ต้องการเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก.

น้ำหนักเม็ดอาหารปลาต่อพื้นที่ก่อกอง ( $g/m^2$ ) ที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยง 1000 รอบต่อนาที ใช้  
ในการคำนวณสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของเม็ดอาหารปลา



ตำแหน่งที่ตั้งเครื่องให้อาหารปลา

0	0	0	4.19	2.09	6.29	2.09	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	8.39	2.09	4.19	0	8.39	0	0	0	0
0	0	0	0	14.6	39.8	8.39	6.29	8.39	2.0	0	0	0
0	0	0	0	6.29	69.2	41.9	25.1	27.2	4.19	0	0	0
0	0	0	2.09	8.39	73.4	195	41.9	25.1	10.4	2.09	0	0
0	0	0	0	4.19	54.5	218	86.0	41.9	4.19	6.29	0	0
0	0	0	0	4.19	25.1	98.6	117	50.3	27.2	2.09	0	0
0	0	0	2.09	6.29	20.9	58.7	86.0	31.4	6.29	4.19	0	0
0	0	0	0	0	14.6	25.1	65.0	14.6	12.5	8.39	0	0
0	0	0	0	0	10.4	29.3	52.4	0	27.2	25.1	0	0
0	0	0	0	6.29	2.09	12.5	16.7	6.29	4.19	0	0	0
0	0	0	0	2.09	2.09	2.09	20.9	0	0	2.09	0	0
0	0	0	0	0	2.09	4.19	6.29	0	2.09	0	0	0
0	0	0	0	2.09	0	2.09	2.09	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักเม็ดอาหารปลาต่อพื้นที่กล่อง ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) ที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยง 1200 รอบต่อนาที ใช้ในการคำนวณสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของเม็ดอาหารปลา



ตำแหน่งที่ตั้งเครื่องให้อาหารปลา

0	0	0	4.19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	2.09	4.19	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	2.09	14.6	2.09	4.19	2.09	0	0	0
0	0	0	0	0	12.5	16.7	12.5	4.19	2.09	0	0	0
0	0	0	2.09	0	8.39	73.4	41.9	14.6	4.19	0	0	0
0	0	0	0	2.09	25.1	81.8	167	27.2	10.4	2.09	0	0
0	0	0	0	2.09	16.7	113	161.	37.7	6.29	4.19	0	0
0	0	0	0	4.19	18.8	69.2	104.	46.1	14.6	0	0	0
0	2.09	2.09	2.09	2.09	16.7	44.0	67.1	58.7	8.39	0	0	0
0	0	0	4.19	0	25.1	37.7	62.9	60.8	10.4	2.09	0	0
0	0	0	0	0	16.7	41.9	60.8	33.5	16.7	0	0	0
0	0	0	0	0	20.9	29.3	27.2	16.7	4.19	0	0	0
0	0	0	0	0	4.19	20.9	16.7	14.6	10.4	2.09	0	0
0	0	0	0	0	4.19	18.8	14.6	4.19	0	4.19	0	0
0	0	0	0	0	2.09	10.4	6.29	0	4.19	0	0	0
0	0	0	0	0	0	2.09	0	4.19	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	2.09	4.19	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักเมล็ดอาหารปลาต่อพื้นที่กล่อง ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) ที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยง 1400 รอบต่อนาที ใช้  
ในการคำนวณสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของเมล็ดอาหารปลา



ตำแหน่งที่ตั้งเครื่องให้อาหารปลา

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2.1	4.2	2.1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	4.2	10.5	4.2	4.2	0	0	2.1	0
0	0	0	0	0	6.3	42	12.6	2.1	0	0	0	2.1
0	0	0	0	0	14.7	52.5	44.1	4.2	8.39	0	2.1	0
0	0	0	0	2.1	16.8	88.1	88.1	21	2.1	0	2.1	0
0	0	0	2.1	6.3	12.6	120	157	35.7	10.5	0	0	0
0	2.1	2.1	2.1	6.3	18.9	73.5	122	60.9	10.5	4.2	0	0
0	0	0	0	4.2	6.3	65.1	96.5	54.6	18.9	0	0	0
2.1	0	0	0	8.39	8.39	52.5	88.1	46.2	16.8	6.3	2.1	0
0	0	0	0	12.6	27.3	27.3	58.8	44.1	10.5	2.1	0	2.1
2.1	0	0	0	4.2	12.6	31.5	44.1	16.8	16.8	2.1	0	0
0	0	2.1	0	6.3	10.5	25.2	31.5	21	8.39	0	0	0
0	0	2.1	2.1	8.39	6.3	16.8	10.5	6.3	4.2	2.1	0	0
0	0	0	2.1	8.39	4.2	4.2	10.5	16.8	6.3	2.1	0	0
0	2.1	0	4.2	2.1	6.3	12.6	2.1	4.2	0	0	0	0
2.1	0	0	0	0	0	4.2	0	2.1	2.1	2.1	0	2.1
0	0	0	2.1	0	6.3	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	2.1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	2.1	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักเม็ดอาหารปลาต่อพื้นที่กลอง ( $g/m^2$ ) ที่ความเร็วรอบงานเหวี่ยง 1600 รอบต่อนาที ใช้  
ในการคำนวณสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของเม็ดอาหารปลา



ตำแหน่งที่ตั้งเครื่องให้อาหารปลา

0	0	0	0	6.3	6.3	2.1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	2.1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	4.2	12.6	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	4.2	50.4	10.5	4.2	4.2	0	0	0
0	0	2.1	0	2.1	14.7	42	39.9	8.39	2.1	0	0	0
2.1	2.1	0	2.1	0	14.7	67.2	101	14.7	4.2	2.1	2.1	0
0	6.3	0	0	2.1	16.8	83.9	94.4	35.7	6.3	2.1	0	0
0	0	0	2.1	10.5	21	94.4	120	46.2	10.5	8.39	0	0
0	0	0	0	4.2	25.2	48.3	103	71.4	8.39	4.2	0	0
0	2.1	0	4.2	8.39	23.1	54.6	63	58.8	16.8	6.3	0	0
0	2.1	0	4.2	8.39	27.3	46.2	63	46.2	10.5	2.1	0	0
0	2.1	0	2.1	10.5	16.8	27.3	21	31.5	18.9	0	0	0
0	4.2	0	4.2	2.1	16.8	29.4	14.7	21	10.5	4.2	0	0
0	0	0	0	2.1	8.39	16.8	21	12.6	10.5	6.3	2.1	0
0	4.2	0	2.1	2.1	8.39	4.2	10.5	8.39	4.2	2.1	0	0
2.1	0	0	2.1	2.1	0	4.2	10.5	6.3	10.5	0	0	2.1
0	2.1	0	6.3	0	2.1	0	4.2	4.2	4.2	0	0	0
0	0	0	0	2.1	0	0	8.39	0	6.3	0	0	0
0	0	0	0	0	2.1	2.1	0	4.2	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักเมล็ดอาหารปลาต่อพื้นที่กลอง ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) ที่ความเร็วรอบเกลิยวลำเลียง 23.3 รอบต่อนาที และความเร็วรอบจานเหวี่ยง 1400 รอบต่อนาที ยี่ห้อเซฟฟิด ใช้ในการคำนวณสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของเมล็ดอาหารปลา



ตำแหน่งที่ตั้งเครื่องให้อาหารปลา

0	0	0	0	2.1	0	4.2	2.1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	2.1	6.3	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2.1	0	2.1	10.5	0	2.1	0	0	0
0	0	0	0	0	12.6	31.5	25.2	2.1	0	0	0	0
0	0	0	0	2.1	12.6	75.6	52.5	8.39	2.1	0	0	2.1
0	0	0	0	0	12.6	130	54.6	6.3	0	0	0	0
0	0	0	2.1	8.39	18.9	60.9	71.4	33.6	6.3	2.1	0	2.1
0	0	0	2.1	4.2	16.8	48.3	63	23.1	14.7	4.2	0	2.1
0	2.1	0	2.1	2.1	25.2	27.3	44.1	29.4	4.2	0	0	0
0	0	0	0	4.2	10.5	29.4	27.3	10.5	4.2	2.1	0	0
0	0	0	0	6.3	14.7	18.9	23.1	8.39	8.39	0	2.1	0
0	0	0	0	2.1	4.2	12.6	18.9	0	2.1	2.1	0	0
0	0	0	0	4.2	8.39	8.39	12.6	12.6	2.1	2.1	0	0
0	2.1	0	0	0	2.1	2.1	10.5	0	4.2	2.1	2.1	0
0	0	0	0	2.1	2.1	4.2	6.3	2.1	0	2.1	2.1	0
0	0	0	0	2.1	0	2.1	8.39	2.1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักเมล็ดอาหารปลาต่อพื้นที่กล่อง ( $g/m^2$ ) ที่ความเร็วรอบเกลิยวตำเลียย 29 รอบต่อนาที และความเร็วรอบงานเหียง 1400 รอบต่อนาที ยี่ห้อเซฟฟิด ใช้ในการคำนวณสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของเมล็ดอาหารปลา



ตำแหน่งที่ตั้งเครื่องให้อาหารปลา

0	0	0	0	0	2.1	2.1	4.2	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	4.2	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	2.1	2.1	2.1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2.1	0	8.39	23.1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2.1	4.2	31.5	31.5	6.3	2.1	0	0	0
0	0	0	0	2.1	4.2	73.5	37.8	6.3	4.2	0	0	0
0	0	0	0	2.1	21	105	54.6	21	4.2	0	0	0
0	0	0	0	6.3	23.1	67.2	54.6	29.4	8.39	0	0	0
0	0	0	0	8.39	27.3	54.6	54.6	18.9	8.39	4.2	0	2.1
0	0	0	0	8.39	27.3	29.4	56.7	29.4	14.7	2.1	0	2.1
0	0	0	0	4.2	16.8	21	27.3	14.7	6.3	0	4.2	0
0	0	0	4.2	4.2	25.2	18.9	50.4	23.1	4.2	6.3	2.1	0
0	0	0	0	0	6.3	27.3	18.9	12.6	6.3	2.1	0	0
0	2.1	2.1	0	2.1	4.2	21	12.6	12.6	0	2.1	0	0
0	0	0	0	4.2	4.2	8.39	2.1	4.2	4.2	0	0	0
0	0	0	0	2.1	4.2	2.1	0	2.1	4.2	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	2.1	2.1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักเม็ดอาหารปลาต่อพื้นที่กลอง ( $g/m^2$ ) ที่ความเร็วรอบเกลียวลำเลียง 50 รอบต่อนาที และความเร็วรอบจานเหวี่ยง 1400 รอบต่อนาที ยี่ห้อเซฟฟิด ใช้ในการคำนวณสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของเม็ดอาหารปลา



ตำแหน่งที่ตั้งเครื่องให้อาหารปลา

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2.1	4.2	2.1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	4.2	10.5	4.2	4.2	0	0	2.1	0
0	0	0	0	0	6.3	42	12.6	2.1	0	0	0	2.1
0	0	0	0	0	14.7	52.5	44.1	4.2	8.39	0	2.1	0
0	0	0	0	2.1	16.8	88.1	88.1	21	2.1	0	2.1	0
0	0	0	2.1	6.3	12.6	120	157	35.7	10.5	0	0	0
0	2.1	2.1	2.1	6.3	18.9	73.5	122	60.9	10.5	4.2	0	0
0	0	0	0	4.2	6.3	65.1	96.5	54.6	18.9	0	0	0
2.1	0	0	0	8.39	8.39	52.5	88.1	46.2	16.8	6.3	2.1	0
0	0	0	0	12.6	27.3	27.3	58.8	44.1	10.5	2.1	0	2.1
2.1	0	0	0	4.2	12.6	31.5	44.1	16.8	16.8	2.1	0	0
0	0	2.1	0	6.3	10.5	25.2	31.5	21	8.39	0	0	0
0	0	2.1	2.1	8.39	6.3	16.8	10.5	6.3	4.2	2.1	0	0
0	0	0	2.1	8.39	4.2	4.2	10.5	16.8	6.3	2.1	0	0
0	2.1	0	4.2	2.1	6.3	12.6	2.1	4.2	0	0	0	0
2.1	0	0	0	0	0	4.2	0	2.1	2.1	2.1	0	2.1
0	0	0	2.1	0	6.3	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	2.1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	2.1	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักเม็ดอาหารปลาต่อพื้นที่กลอง ( $g/m^2$ ) ที่ความเร็วรอบเกลียวลำเลียง 72 รอบต่อนาที และความเร็วรอบจานเหวี่ยง 1400 รอบต่อนาที ยี่ห้อเซฟฟิด ใช้ในการคำนวณสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของเม็ดอาหารปลา



ตำแหน่งที่ตั้งเครื่องให้อาหารปลา

0	0	0	0	0	0	0	10.5	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	4.2	4.2	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	6.3	8.39	6.3	0	2.1	0	0	0
0	0	2.1	0	4.2	4.2	14.7	8.39	0	2.1	0	0	0
2.1	0	0	2.1	8.39	8.39	67.2	37.8	18.9	2.1	0	0	0
0	2.1	4.2	2.1	25.2	25.2	201	107	25.2	0	0	0	0
0	2.1	4.2	0	35.7	35.7	195	136	46.2	6.3	2.1	0	0
0	0	2.1	14.7	73.5	73.5	183	134	46.2	6.3	4.2	4.2	0
0	2.1	2.1	10.5	52.5	52.5	120	134	63	8.39	2.1	2.1	0
0	2.1	0	14.7	52.5	52.5	105	94.4	35.7	10.5	2.1	0	0
2.1	4.2	6.3	12.6	54.6	54.6	94.4	83.9	58.8	23.1	0	0	0
0	0	4.2	12.6	35.7	35.7	52.5	67.2	23.1	21	2.1	2.1	4.2
0	0	2.1	10.5	21	21	31.5	31.5	37.8	10.5	0	2.1	6.3
0	0	0	6.3	10.5	10.5	21	16.8	14.7	8.39	0	0	2.1
0	0	2.1	2.1	18.9	18.9	6.3	8.39	10.5	2.1	0	0	0
0	0	2.1	2.1	4.2	4.2	0	6.3	6.3	2.1	0	0	0
0	0	0	2.1	0	0	2.1	4.2	6.3	0	0	0	0
0	0	0	2.1	0	0	0	2.1	0	2.1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักเม็ดอาหารปลาต่อพื้นที่ก่อกอง ( $g/m^2$ ) ที่ความเร็วรอบเก็ยวถ้ำเลี้ยง 23.3 รอบต่อนาที และความเร็วรอบงานเหยียง 1400 รอบต่อนาที ยี่ห้อนิวทรีน่า อีโคฟิช ใช้ในการคำนวณสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของเม็ดอาหารปลา



ตำแหน่งที่ตั้งเครื่องให้อาหารปลา

0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	6.01	8.01	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2	4	28	20	4	2	0	0	0
0	0	0	0	2	10	62.1	34	16	2	2	0	0
0	0	0	0	2	8.01	82.1	58.1	24	4	0	0	0
0	0	0	4	2	12	56.1	66.1	10	6.01	2	0	0
0	0	0	0	10	20	42	52.1	18	10	0	0	0
0	0	2	2	8.01	14	36	54.1	26	8.01	4	2	0
0	0	0	0	4	12	36	44	28	4	2	0	2
0	0	4	0	2	14	24	22	12	4	6.01	0	0
0	0	2	0	6.01	10	16	12	8.01	2	0	2	0
0	0	2	0	0	2	8.01	4	14	0	0	0	0
0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0
0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักเม็ดอาหารปลาต่อพื้นที่ก่อกอง ( $g/m^2$ ) ที่ความเร็วรอบเกลียวลำเลียง 29 รอบต่อนาที และความเร็วรอบจานเหวี่ยง 1400 รอบต่อนาที ยี่ห้อนิวทรีน่า อีโคฟิช ใช้ในการคำนวณสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของเม็ดอาหารปลา



ตำแหน่งที่ตั้งเครื่องให้อาหารปลา

0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2	0	2	2	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	2	8.01	8.01	4	0	0	0	0
0	0	0	0	2	2	28	14	4	2	0	0	0
0	0	0	0	4	8.01	84.1	36	6.01	0	0	0	0
0	0	0	0	2	12	76.1	54.1	10	2	0	0	0
0	0	0	0	6.01	16	68.1	76.1	18	4	4	0	0
0	0	0	0	8.01	30	40	70.1	34	10	2	0	0
0	0	0	0	10	12	20	56.1	28	8.01	0	2	0
0	0	0	0	4	12	24	38	38	8.01	2	0	0
0	0	0	0	4	10	20	34	20	4	2	2	0
0	0	0	0	4	4	28	24	14	2	4	0	2
0	0	0	0	0	8.01	2	2	16	2	2	0	4
0	0	0	0	2	0	6.01	6.01	2	0	0	0	2
0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักเมล็ดอาหารปลาต่อพื้นที่กลอง ( $g/m^2$ ) ที่ความเร็วรอบเก็ยวถ้ำเฉลี่ย 50 รอบต่อนาที และความเร็วรอบงานเหวี่ยง 1400 รอบต่อนาที ยี่ห้อนิวทรีน่า อีโคฟิช ใช้ในการคำนวณสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของเมล็ดอาหารปลา



ตำแหน่งที่ตั้งเครื่องให้อาหารปลา

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2	0	2	2	0	0	0	0	0
0	0	2	0	0	2	8.01	4	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	2	18	10	2	2	0	0	0
0	0	0	2	0	6.01	40	32	12	0	0	0	0
0	0	0	2	2	18	76.1	56.1	20	0	0	0	0
0	0	2	0	12	20	114	104	32	2	0	0	0
0	0	0	0	8.01	46.1	92.1	92.1	24	8.01	6.01	0	0
0	0	2	4	16	18	98.1	68.1	44	2	2	0	0
0	0	4	0	6.01	26	60.1	90.1	46.1	2	2	0	0
0	0	0	2	4	34	64.1	64.1	14	2	0	0	0
0	0	0	2	8.01	14	48.1	44	24	2	0	0	0
0	0	0	0	6.01	20	28	24	4	2	2	0	0
0	0	0	2	6.01	14	4	4	8.01	2	2	0	0
0	0	0	0	2	2	4	8.01	4	2	0	0	0
0	0	0	0	2	6.01	0	4	2	6.01	0	0	0
0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักเม็ดอาหารปลาต่อพื้นที่กลอง ( $g/m^2$ ) ที่ความเร็วรอบเกลิยวถ้ำเลี้ยง 72 รอบต่อนาที และความเร็วรอบงานเหวี่ยง 1400 รอบต่อนาที ยี่ห้อนิวทรีน่า อีโคฟิช ใช้ในการคำนวณสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของเม็ดอาหารปลา



ตำแหน่งที่ตั้งเครื่องให้อาหารปลา

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	2	4	8.01	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	6.01	30	16	12	2	0	0	0
0	0	0	2	2	16	48.1	46.1	18	4	0	0	0
0	0	0	2	6.01	16	128	82.1	22	4	0	0	0
0	0	0	0	14	42	194	110	26	6.01	2	0	0
0	0	0	0	14	40	108	152	30	6.01	0	2	0
0	0	2	4	18	66.1	112	98.1	38	14	6.01	4	0
0	2	0	4	14	44	118	98.1	50.1	14	6.01	2	0
0	0	0	4	16	34	78.1	90.1	62.1	8.01	0	4	0
0	0	0	6.01	14	18	50.1	74.1	32	10	6.01	0	0
0	2	0	2	10	12	32	36	14	10	2	2	2
0	0	0	4	6.01	10	24	12	10	6.01	2	0	2
0	0	0	4	0	10	8.01	12	2	6.01	4	2	2
0	0	0	0	6.01	2	4	4	4	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	4	0	2	4	0	0	0
0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แสดงการคำนวณหาสัมประสิทธิ์การกระจายตัว ( Uniformity Coefficient ) ของเม็ดอาหารปลา

จากสมการของ Christiansen ( 1942 )

$$CU = \left( 1.0 - \frac{\sum_{i=1}^N |x_i - \bar{x}|}{N\bar{x}} \right) \times 100$$

โดยที่ CU = สัมประสิทธิ์การกระจายตัว, เปอร์เซ็นต์  
 $x_i$  = น้ำหนักของเม็ดอาหารที่ตกลงบนกล่อง  
 $\bar{x}$  = น้ำหนักเฉลี่ยของเม็ดอาหารที่ตกลงบนกล่อง, กรัมต่อตารางเมตร  
 N = จำนวนจุดที่วัดหรือจำนวนกล่อง

ตัวอย่างแสดงการคำนวณสัมประสิทธิ์การกระจายตัวที่ความเร็วรอบเกลียวลำเลียง 72 รอบต่อนาที และความเร็รรอบจานเหวี่ยง 1400 รอบต่อนาที ยี่ห้อเซฟฟิค

25.184	201.47	107.03	25.184
35.677	195.18	136.41	46.171
73.453	182.58	134.31	46.171
52.467	119.62	134.31	62.96
52.467	104.93	94.44	35.677
54.565	94.44	83.947	58.763
35.677	52.467	67.157	23.085
20.987	31.48	31.48	37.776
10.493	20.987	16.789	14.691

เลือกน้ำหนักเม็ดอาหารปลาต่อพื้นที่กล่อง ( $g/m^2$ ) ที่มีความหนาแน่นมากในที่นี้เลือกมา 36 กล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากค่าตัวเลขข้างต้นจะได้

$$\bar{x} = 70.01 \quad \text{g/m}^2$$

$$N = 36 \quad \text{กล่อง}$$

แทนค่าในสมการ Christiansen (1942) จะได้

$$CU = \left[ 1 - \frac{\left\{ |25.184 - 70.01| + |35.677 - 70.01| + |73.453 - 70.01| + \dots \right\} + |23.085 - 70.01| + |37.776 - 70.01| + |14.691 - 70.01|}{36 \times 70.01} \right] \times 100$$

$$CU = 40.33 \%$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การคำนวณการออกแบบเกลียวลำเลียง

เกลียวลำเลียงในแนวนอน (Horizontal screw)

(Agricultural Process Engineering , page 213-217 )

$$\text{ปริมาณการขนถ่าย (ft}^3/\text{hr)} = \left( \frac{D^2 - d^2}{36.6} \right) \times p \times \text{rpm} \quad \text{-----} \rightarrow \textcircled{1}$$

เมื่อ

D = เส้นผ่านศูนย์กลางใบเกลียว , in

d = เส้นผ่านศูนย์กลางเพลลา , in

P = ระยะพิช , in

rpm = ความเร็วรอบของเพลลา , round per minute

จากข้อมูลของเกลียวลำเลียงที่มี

เส้นผ่านศูนย์กลางใบเกลียว = 0.79 in

เส้นผ่านศูนย์กลางเพลลา = 0.24 in

ระยะพิช = 0.67 in

อัตราการลำเลียงเมล็ดอาหารปลา = 0.5 kg/hr

$$\text{ปริมาณการขนถ่าย} = \frac{0.5 \text{ kg/hr}}{458 \text{ kg/m}^3} = (0.00109 \text{ m}^3/\text{hr}) \times (35.29 \text{ ft}^3/\text{m}^3) = 0.038 \text{ ft}^3/\text{hr}$$

แทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการที่  $\textcircled{1}$

$$0.038 \text{ ft}^3/\text{hr} = \left( \frac{0.79^2 - 0.24^2}{36.6} \right) \times 0.67 \times \text{rpm}$$

จะได้ความเร็วรอบของเพลลา 3.66 รอบต่อนาที

ทำการคำนวณใหม่อีกครั้ง โดยเปลี่ยนอัตราการลำเลียงเมล็ดอาหารปลาจาก 0.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เป็น 1.8 , 6 , 10.5 กิโลกรัม ตามลำดับ แล้วจะได้ค่าความเร็วรอบของเพลลาดังแสดงในตารางข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 แสดงสัมพันธระหว่าง ปริมาณการขนถ่ายกับความเร็วยรอบมอเตอร์ของเกลียวลำเลียง  
ที่ได้จากการคำนวณ

ปริมาณการขนถ่าย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	ความเร็วยรอบของเพลลา (รอบต่อนาที)
0.5	3.66
1.8	18.01
6	44.50
10.5	77.91
15	111.15

จากการคำนวณจะได้ความเร็วยรอบต่าง ๆ ดังแสดงในตาราง จึงได้ทำการตรวจสอบค่าที่  
คำนวณ โดยการทำชุดจำลองเกลียวลำเลียงเพื่อหาความเร็วยรอบซึ่งจะแสดงในหัวข้อการทดลองเกลียว  
ลำเลียง

การคำนวณหาแรงม้าในการขับเกลียวลำเลียง

สูตรการคำนวณคือ

$$\text{กำลังม้า (hp)} = \frac{CLWF}{33,000}$$

(2)

เมื่อ

- C = ปริมาณการขนถ่าย , ft<sup>3</sup>/minute
- L = ระยะทางการลำเลียง , ft
- W = ความหนาแน่นของวัสดุ , lb/ ft<sup>3</sup>
- F = ค่าแฟคเตอร์ของวัสดุ , ดังตาราง

ข้อมูลที่มีในการคำนวณ

ในการกำหนดปริมาณการขนถ่ายที่จะใช้ในการคำนวณนั้น ได้กำหนดปริมาณการขนถ่ายไว้  
ที่ 10.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เพราะเป็นปริมาณที่ปลามีความต้องการอาหารมากที่สุด เมื่อปลามีอายุ 9  
เดือน(เป็นการเลี้ยงเพื่อการส่งออก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณการขนถ่าย = 10.5 kg/hr เปลี่ยนหน่วยได้ 0.0134 ft<sup>3</sup>/min

ระยะทางการลำเลียง = 0.33 ft

ความหนาแน่นของวัสดุ = 28 lb/ft<sup>3</sup>

ค่าแฟคเตอร์ของวัสดุ = 0.9

แทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการที่ (2)

$$\text{กำลังม้า (hp)} = \frac{0.0134 \times 0.33 \times 28 \times 0.9}{33,000}$$

จะได้กำลังม้าที่ต้องใช้ในการขับเคลื่อนเท่ากับ  $3.377 \times 10^{-6}$  แรงม้า

ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณนี้จะพบว่ามอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนลำเลียงนั้น ใช้แรงในการขับเคลื่อนลำเลียงน้อยมาก ดังนั้นเราจึงพิจารณาที่จะเลือกใช้มอเตอร์ กระแสตรง (DC มอเตอร์) เพราะจะมีราคาถูกกว่ามอเตอร์กระแสสลับ และมอเตอร์กระแสตรงนั้นยังสามารถที่จะปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ง่ายกว่ามอเตอร์กระแสสลับอีกด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปดส่งเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การคำนวณหาความเร็วรอบของมอเตอร์

จากสมการหาระยะทางในแนวราบ (Ajit K. Srivastava ค.ศ. 1993)

$$h = \frac{\ln(C_6 h_0 t + 1)}{C_6} \quad \text{-----> (1)}$$

$h$  คือ ระยะทางตามแนวราบ = 10 เมตร

$h_0$  = ความเร็วที่ออกจากงานเหวี่ยง ( $v_{hr}$ )

$$C_6 = \left( \frac{0.75 C_D \rho_a}{\rho_p d_p} \right)$$

$$t = \frac{\ln(\text{Arg} + \sqrt{\text{Arg}^2 - 1})}{2C_6 C_7}$$

เมื่อความดันบารอเมตริก = 100 kPa และอุณหภูมิโดยรอบ 25 °C

$$C_6 = \left( \frac{0.75 C_D \rho_a}{\rho_p d_p} \right)$$

$$d = 0.007 \text{ m}, \rho_p = 1184 \text{ kg/m}^3, \rho_a = 1.17 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{จาก } \mu_a = 4.79 \times 10^{-6} \times e^{0.678 + 0.00227 \theta_a}$$

$$\mu_a = 4.79 \times 10^{-6} \times e^{0.678 + 0.00227 \times 298}$$

$$\text{แทนค่าจะได้ } \mu_a = 1.856 \times 10^{-5}$$

$$\text{จาก } N_{re} = \frac{\rho_a v_p d_p}{\mu_a} = \frac{1.17 \times 34.47 \times 0.007}{1.856 \times 10^{-5}} \quad \text{จะได้ } N_{re} = 15210.63$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก  $C_D = \frac{24}{N_{re}}$  สำหรับ  $N_{re} \leq 1$   
 $C_D = (26.38N_{re}^{-0.845} + 0.49)$  สำหรับ  $N_{re} > 1$

เมื่อ  $N_{re} > 1$  จะได้

$$C_D = (26.38 \times 15210.63^{-0.845} + 0.49)$$

$$C_D = 0.4986$$

คำนวณหา  $C_6$  และ  $C_7$

$$\text{เมื่อ } C_6 = \left( \frac{0.75 C_D \rho_a}{\rho_p d_p} \right) = \left( \frac{0.75 \times 0.4986 \times 1.17}{1184 \times 0.007} \right)$$

$$C_7 = \left( \frac{g}{C_6} \right)^{0.5} = \left( \frac{9.81}{0.0528} \right)^{0.5}$$

แทนค่าแล้วจะได้

$$C_6 = 0.0528$$

$$C_7 = 13.6244$$

หาความสูงจากพื้นถึงงาน 1 m

$$t = \frac{\ln(\text{Arg} + \sqrt{\text{Arg}^2 - 1})}{2C_6 C_7}$$

แทนค่าต่างในสมการแล้วจะได้

$$t = \frac{\ln(1.22 + \sqrt{1.22^2 - 1})}{2 \times 0.0528 \times 13.6244}$$

$$t = 0.4525 \text{ sec}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าต่างๆ ในสมการที่ (1) แล้วจะได้

$$10 = \frac{\ln(0.0528 \times h_0 \times 0.4525 + 1)}{0.0528}$$

$$h_0 = 29.11 \text{ m/s}$$

ดังนั้นจะได้ความเร็วที่ออกจากงานเหวี่ยง

$$v_{hr} = 29.11 \text{ m/s}$$

นำค่าที่ได้นี้ ไปออกแบบ งานเหวี่ยง เพื่อที่จะหาความเร็วรอบมอเตอร์  
จากสมการ

$$v_r = \frac{\omega}{2C_1} \left( C_5 r_i - \frac{fg}{\omega^2} \right) \left( e^{C_2(C_1-f)\theta} - e^{-C_2(C_1+f)\theta} \right) \quad \text{---} \rightarrow \text{(2)}$$

$$v_{hr} = \sqrt{(v_r \cos \alpha \cos \gamma)^2 + (r_o \omega + v_r \cos \alpha \sin \gamma)^2} \quad \text{---} \rightarrow \text{(3)}$$

$$\gamma = \arctan(r_i \tan \delta / (r_o - r_i)) \quad \text{---} \rightarrow \text{(4)}$$

ได้ทำการออกแบบให้งานเหวี่ยงให้มีลักษณะ ดังนี้

$$r_i = 2.5 \text{ cm}$$

$$r_o = 15 \text{ cm}$$

$$f = 0.36$$

$$\delta = 10^\circ$$

$$\alpha = 0^\circ$$

$$C_5 = \cos \delta - f \sin \delta, C_5 = \cos 10 - 0.36 \sin 10$$

$$C_5 = 0.92$$

$$C_4 = \cos \alpha - f \sin \alpha, C_4 = \cos 0 - 0.36 \sin 0$$

$$C_4 = 1$$

$$C_3 = \sin \alpha + f \cos \alpha, C_3 = \sin 0 + 0.36 \cos 0$$

$$C_3 = 0.36$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$C_2 = \cos \alpha, \quad C_2 = \cos 0$$

$$C_2 = 1$$

$$C_1 = (f^2 + C_4/C_2)^{0.5}, \quad C_1 = (0.36^2 + 1/1)^{0.5}$$

$$C_1 = 1.063$$

แทนค่าต่างๆ ในสมการ (2), (3), (4) แล้วจะได้

$$\gamma = \arctan(0.025 \times \tan 10 / (0.15 - 0.025))$$

$$\gamma = 2.02^\circ$$

$$V_r = \frac{\omega}{2 \times 1.063} \left( 0.92 \times 0.025 - \frac{0.36 \times 9.81}{\omega^2} \right) \left( e^{1 \times (1.063 - 0.36) \times 2.844} - e^{-1 \times (1.063 + 0.36) \times 2.844} \right)$$

$$29.11 = \sqrt{(v_r \cos 0 \times \cos 2.02)^2 + (0.15 \times \omega + v_r \cos 0 \times \sin 2.02)^2}$$

แก้สมการเพื่อหาค่า  $\omega$  แล้วจะได้

$$\omega = 190.5 \text{ rad/s}$$

หาความเร็วรอบเป็น รอบ/นาที (rpm)

$$\text{ความเร็วรอบ} = 1,819.14 \text{ rpm}$$

ทำการคำนวณใหม่อีกครั้ง โดยเปลี่ยนระยะทาง แล้วจะได้ค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ดัง  
แสดงในตารางข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 แสดงสัมพันธระหว่าง ความเร็วรอบมอเตอร์กับระยะทางที่ต้องการส่งเม็ดอาหารไปที่ได้จากการคำนวณ

ระยะทางที่ต้องการส่งเม็ดอาหาร (เมตร)	ความเร็วรอบที่เหมาะสม ( รอบต่อนาที )
6	975.08
7	1169.79
8	1374.81
9	1590.91
10	1819.14
11	2059.78

การคำนวณและการออกแบบถังบรรจุเม็ดอาหารปลา

น้ำหนักของเม็ดอาหารปลาที่ต้องการสูงสุด 60 กิโลกรัม  
ฉะนั้นจึงออกแบบถังให้มีความจุมากกว่า 60 กิโลกรัม  
โดยออกแบบดังนี้

เม็ดอาหารปลามีความหนาแน่น  $458 \text{ kg/m}^3$

จากสมการ

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$\rho$  = ความหนาแน่นเม็ดอาหารปลา,  $\text{kg/m}^3$

$m$  = มวลของเม็ดอาหารปลา,  $\text{kg}$

$v$  = ปริมาตร,  $\text{m}^3$

แทนค่าในสมการ

$$458 = \frac{60}{v}$$

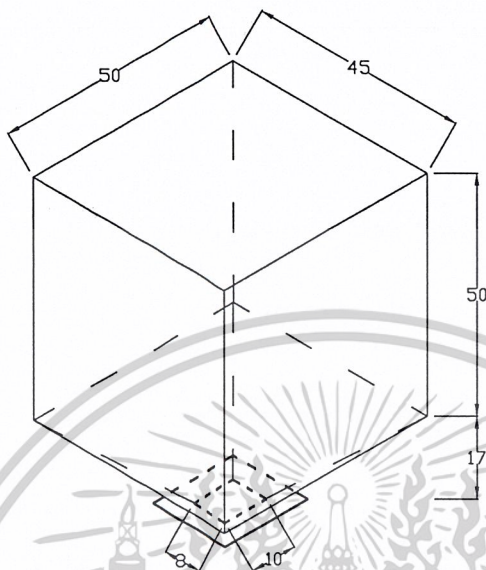
$$v = 0.131 \text{ m}^3$$

ฉะนั้นต้องออกแบบถังให้มีปริมาตรมากกว่า  $0.131 \text{ m}^3$

จากการออกแบบถังจะได้ถังมีลักษณะดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการออกแบบดังจะได้ดังมีลักษณะดังนี้



ภาพที่ ก.1 แสดงลักษณะของถังบรรจุเม็ดอาหารปลา

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาตรถังบรรจุ} &= (50 \times 45 \times 55) + [(8 \times 10 \times 17)] + \left(\frac{1}{2} \times 20 \times 8 \times 17 \times 2\right) \\
 &+ \left(\frac{1}{2} \times 18.5 \times 10 \times 17 \times 2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 20 \times 18.5 \times 17 \times 4\right) \\
 &= 132,305 \text{ cm}^3 \\
 &= 0.132305 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

จะได้ปริมาตรเท่ากับ  $0.132305 > 0.131 \text{ m}^3$

แสดงว่าถังบรรจุเม็ดอาหารปลาสามารถจุเม็ดอาหารปลาได้มากกว่า 60 kg โดยมีความจุเม็ดอาหารปลาได้เท่ากับ

$$m = 0.132305 \times 458 = 60.596 \text{ kg}$$

ถังบรรจุเม็ดอาหารปลาที่ได้ออกแบบสามารถจุเม็ดอาหารปลาได้ 60.6 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การคิดคำนวณค่าไฟ และจุดคุ้มทุน(Break Event point)

### ค่าไฟฟ้า

$$\begin{aligned} \text{มอเตอร์งานเหวี่ยง} &= 1/4 && \text{แรงม้า} \\ &= 0.186 && \text{กิโลวัตต์} \\ \text{ใช้ 4 ชั่วโมง} &= 0.186 \times 4 && \text{กิโลวัตต์-ชั่วโมง} \\ &= 0.744 && \text{กิโลวัตต์-ชั่วโมง} \\ \text{มอเตอร์เกี่ยวลำเลียง} & (I = 1.5 \text{ แอมป์}, V = 18 \text{ โวลต์}) \end{aligned}$$

$$P = IV$$

$$\begin{aligned} &= 1.5 \times 18 && \text{วัตต์} \\ &= 27 && \text{วัตต์} \\ \text{ใช้ 4 ชั่วโมง} &= 0.027 \times 4 && \text{กิโลวัตต์-ชั่วโมง} \\ &= 0.108 && \text{กิโลวัตต์-ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าไฟฟ้ารวมต่อ 1 เครื่อง} &= 0.749 + 0.108 \\ &= 0.852 && \text{Unit / วัน} \end{aligned}$$

$$1 \text{ เดือน ใช้ไฟฟ้า} = 25.56 \text{ Unit / 1 เครื่อง}$$

$$5 \text{ หน่วย (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1-5)} = 0 \text{ บาท}$$

$$10 \text{ หน่วย (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) หลัง (หน่วยที่ 6-15)} = 1.357 \times 10 = 13.576 \text{ บาท}$$

$$\begin{aligned} \text{รวมค่าไฟฟ้า 1 เครื่อง / 1 เดือน} &= 13.576 + 15.445 \\ &= 29 \text{ บาท / เดือน} \\ &= 348 \text{ บาท / ปี} \end{aligned}$$

ค่าใช้จ่ายเมื่อใช้เครื่อง / 1 ไร่ / ปี

การหาค่าใช้จ่ายโดยประมาณ

### 1. ค่าใช้จ่ายคงที่

- ค่าเสื่อมราคา, ดอกเบี้ยลงทุน, ภาษี, เบี้ยประกัน, ค่าโรงเรียน

$$\begin{aligned} \text{รวมค่าใช้จ่ายคงที่} &= 16\% \text{ ของราคาซื้อเครื่อง} \\ &= 0.16 \times 5,000 \text{ บาท / ปี / ไร่} \\ &= 800 \text{ บาท / ปี / ไร่} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ค่าใช้จ่ายแปรผัน

- ค่าน้ำมันหล่อลื่น = 10 บาท/ปี/ไร่
- ค่าไฟฟ้า = 348 บาท/ปี/ไร่

รวมค่าใช้จ่ายเมื่อใช้เครื่องให้อาหารปลาในปีที่ 1

$$5,435 + 800 + 10 + 348 = 6,593 \text{ บาท}$$

รวมค่าใช้จ่ายเมื่อใช้เครื่องให้อาหารปลาในปีที่ 2

$$5,435 + 1,600 + 20 + 696 = 7,751 \text{ บาท}$$

รวมค่าใช้จ่ายเมื่อใช้เครื่องให้อาหารปลาในปีที่ 3

$$5,435 + 2,400 + 30 + 1,044 = 8,909 \text{ บาท}$$

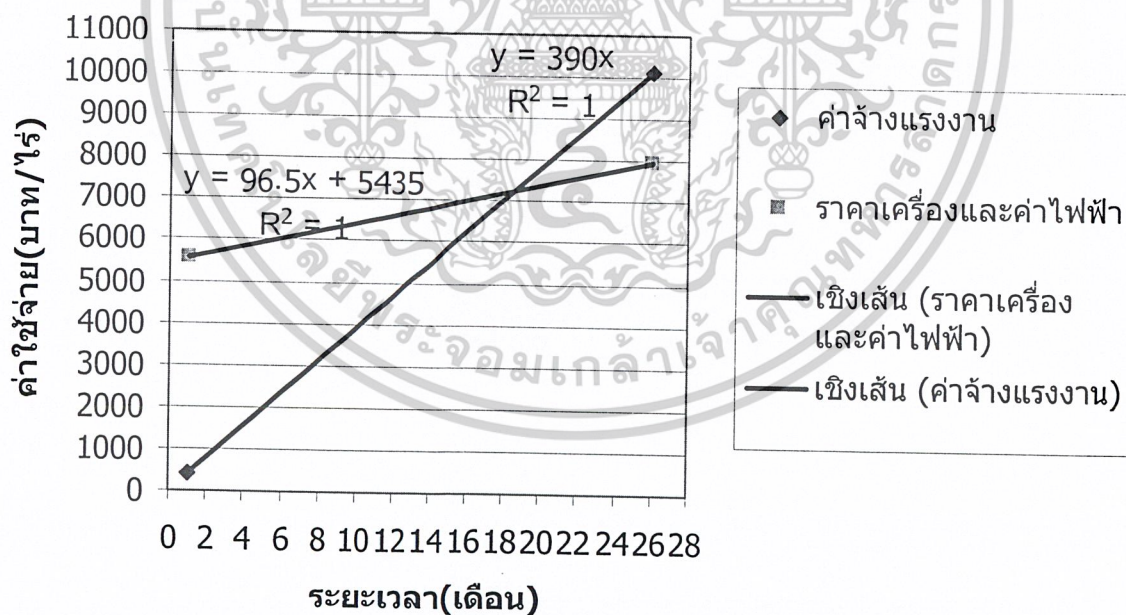
เมื่อจ้างแรงงาน

เกษตรกรจ้างคนงาน 1 คนในการดูแลบ่อเลี้ยงปลา 10 ไร่

ค่าแรงขั้นต่ำ 3,900 บาท / เดือน

ดังนั้นจ้างแรงงานเท่ากับ 390 บาท / เดือน / ไร่

จะได้ ค่าแรงทั้งหมด  $390 \times 12 = 4,680$  บาท / ปี / ไร่



ภาพที่ ก.2 กราฟแสดงจุดคุ้มทุนระหว่างการใช้เครื่องให้อาหารปลาและค่าจ้างแรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปดส่งเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข.

ตารางที่ ข.1 แสดงค่า Factor ของค่าวัสดุต่าง ๆ

Material	Bulk Weight, Ib/ ft <sup>3</sup>	Material Number	Horsepower Material Factor, F
Barley	38	I	0.4
Beans	48	I	0.4
Bean, castor	36	II	0.5
Bean, soy	45-50	III	0.5
Bran	16	II	0.4
Clover seed	48	I	0.4
Corn, shelled	45	I	0.4
Cornmeal	40	II	0.4
Cotton seed (dry)	25	II	0.9
Cotton seed hulls	12	II	0.9
Lime, ground	60	III	0.6
Milk, dried	36	II	1.0
Oats	26	I	0.4
Peanuts, unshelled	15-250	II	0.7
Rice, rough	36	II	0.4
Rye	44	I	0.4
Timothy seed	36	II	0.7
Wheat	48	I	0.4

ที่มา : Agricultural Process Engineering, page 216

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 แสดงประสิทธิภาพการส่งกำลัง

อุปกรณ์ถ่ายทอดกำลังและทรอบ	ประสิทธิภาพ (ประมาณ)
สายพานส่งกำลังรูปตัว(V)	0.94
โซ่ลูกกลิ้ง เรือนโซ่เปิด(Open guard)	0.93
โซ่ลูกกลิ้ง เรือนโซ่ปิดหล่อน้ำมัน(Oil-tight casting)	0.94
ชุดเฟืองเฉียงทรอบชั้นเดียว หรือชุดลดรอบเฟือง ก้างปลา หรือมอเตอร์เกียร์	0.95
ชุดเฟืองเฉียงทรอบ 2 ชั้น หรือชุดลดรอบเฟือง ก้างปลา หรือมอเตอร์เกียร์	0.94
ชุดเฟืองเฉียงทรอบ 3 ชั้น หรือชุดลดรอบเฟือง ก้างปลา หรือมอเตอร์	0.93
ชุดเฟืองเฉียงทรอบชั้นเดียวต่อกับชุดลดรอบที่ ปิดเพลลามิคซิดและต่อกับมอเตอร์ขับเคลื่อน	0.95
ชุดเฟืองเฉียงทรอบ 2 ชั้นต่อกับชุดลดรอบที่ปิด เพลลามิคซิดและต่อกับมอเตอร์ขับเคลื่อน	0.94
ชุดลดรอบระดับต่ำแบบเฟืองหนอนมีเรือนปิด (ถึง 20:1)	0.90
ชุดลดรอบระดับปานกลางแบบเฟืองหนอนมี เรือนปิด (20:1 ถึง 60:1)	0.70
ชุดลดรอบระดับสูงแบบเฟืองหนอนมีเรือนปิด (60:1 ถึง 100:1)	0.50
ชุดเฟืองคอกมีเรือนปิด	0.93
ชุดเฟืองตรงมีเรือนปิด	0.93
ชุดเฟืองคอกจอกเรือนเปิด	0.90
ชุดเฟืองตรงมีเรือนเปิด	0.90
ชุดเฟืองตรง (เหล็กหล่อ) มีเรือนเปิด	0.85

ที่มา : ปานมนัส ศิริสมบุญ, 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 แสดงสมบัติของวัสดุ

สัญลักษณ์	ลักษณะ
a	ผสมกับอากาศ (Aerates) และกำหนดระดับแน่นอนไม่ได้
c	กัศกร่อน (เลือกวัสดุสร้างที่เหมาะสม)
d	การปนเปื้อน และเสื่อมคุณภาพ มีผลต่อการนำไปใช้งาน (Oil-impregnated wood bearings)
e	ฝุ่นที่สามารถระเบิดหรือลุกไหม้ได้
f	เบาและเป็นฟู
g	มีฝุ่นพิษ หรือควันพิษ (ควรปิดให้มิดชิด)
h	แลกเปลี่ยนความชื้นกับสภาพแวดล้อมได้
m	เป็นเยื่อใย แผงแผ่น การเคลื่อนไหลไม่สะดวก
p	อัดแน่นภายใต้ความดัน
r	มักจะติดใบเกลียวและท่อ (ควรใช้เกลียวรีว)
v	น้ำหนักเปลี่ยนแปลงมาก (ขณะผลิตหรือเนื่องจากความชื้นเปลี่ยนแปลง ถ้าเป็นไปได้ควรตรวจสอบน้ำหนักอยู่เสมอ)
w	อาจต้องการขนาดใบเกลียว หรือรางพิเศษ เนื่องจากขนาดก่อนทำให้เกิด การติดขัดระหว่างใบเกลียวกับราง

ที่มา : ปานมนัส ศิริสมบุญ, 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 แสดงขนาดวัสดุใหญ่สุดที่เก็ยวลำเลียงสามารถลำเลียงได้

เส้นผ่าน ศูนย์กลาง เก็ยวลำ (mm)	ขนาดวัสดุสูงสุด ** นิ้ว (mm)					
	I*		II* , IIA* , Feeder		III*	
	คัตขนาด	ไม่คัตขนาด	คัตขนาด	ไม่คัตขนาด	คัตขนาด	ไม่คัตขนาด
4 (101.6)	1/4 (6.35)	1/2 (12.7)	3/8 (19.53)	3/4 (19.05)	-	-
6 (152.4)	1/2 (12.7)	3/4 (19.05)	5/8 (15.88)	1 (25.4)	1 ¼ (31.75)	3/4 (19.05)
9 (228.6)	3/4 (19.05)	1 ½ (38.1)	3/4 (19.05)	1 ½ (38.1)	2 (50.8)	1 ½ (38.1)
10 (254)	3/4 (19.05)	1 ½ (38.1)	7/8 (22.23)	1¾ (44.45)	2 (50.8)	1 ½ (38.1)
12 (304.8)	1 (25.4)	2 (50.8)	1¼ (31.75)	2 (50.8)	2 ½ (63.5)	2 (50.8)
14 (355.6)	1¼ (31.75)	2 ½ (63.5)	1 ½ (38.1)	2 ½ (63.5)	3 (76.2)	2 ½ (63.5)
16 (406.4)	1 ½ (38.1)	3 (76.2)	2 (50.8)	3 (76.2)	3 ½ (88.9)	3 (76.2)
18 (457.2)	2 (50.8)	3 (76.2)	2 (50.8)	3 ½ (88.9)	4 (101.6)	3 (76.2)
20 (618)	2 (50.8)	3 ½ (88.9)	2 ½ (63.5)	4 (101.6)	4½ (114.3)	3 ½ (88.9)
24 (609.6)	2¼ (57.15)	4 (101.6)	2 ½ (63.5)	4½ (114.3)	4½ (114.3)	4 (101.6)

ที่มา : ปานมนัส ศิริสมบูรณ์, 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 ตารางแสดงสมบัติวัสดุที่สามารถใช้เกลียวลำเลียงระดับปริมาณการป้อนกลุ่มเกลียว  
และสัมประสิทธิ์กำลังม้า

วัสดุ	ความหนาแน่นรวม kg/m <sup>3</sup> (lb/ft <sup>3</sup> )	ลักษณะ x	ระดับ ปริมาณ ป้อนวัสดุ y	กลุ่มเกลียว ลำเลียง z	สัมประ สิทธิ์ กำลัง ม้า(Fm)
หญ้าอัลฟัลฟา(อาหารสัตว์)	286 (17)	f	II	A,B,C	0.5
เมล็ดอัลมอนต์(แตกหรือทั้ง เมล็ด)	505 (30)	d	IIA	E	0.9
อลัม (Alum) (ก้อน)	842-1010 (50-60)	v	II	A,B,C	1.0
อลัม (ผงละเอียด)	758-842 (45-50)	v	I	A,B,C	0.6
อลูมินา (อลูมิเนียมออกไซด์)	1263-1684 (75-100)	v	III	E	1.7
แอมโมเนียมคลอไรด์(ผลึก)	758-842 (45-50)	-	II	A,B,C	0.4
แอสเบสตอส (เกล็ดผลึก)	337-421 (20-25)	f,m,p	IIA	A,B,C	1.0
ซีเมนต์แห้ง	673 (40)	c	IIA	E	2.0
อัสฟัลท์ (บด)	758 (45)	-	II	A,B,C	1.0
เบคไลท์ (Bakelite) และ พลาสติกที่มีลักษณะ คล้ายกัน	589-758 (35-45)	v	II	G	1.4
ผงฟู	673-926 (40-55)	v	I	B	0.6
ข้าวบาร์เลย์	640 (38)	e	I	A,B,C	0.4
แบไรต์ (ผง)	2020-2357 (120-140)	v	IIA	E	1.0
บ็อกไซต์ (บดแห้ง)	1263-1347 (75-80)	v	III	E	1.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 ตารางแสดงสมบัติวัสดุที่สามารถใช้เกลียวลำเลียงระดับปริมาณการป้อนกลุ่มเกลียว และสัมประสิทธิ์กำลังม้า (ต่อ)

วัสดุ	ความหนาแน่นรวม kg/m <sup>3</sup> (lb/ft <sup>3</sup> )	ลักษณะ x	ระดับ ปริมาณ ป้อนวัสดุ y	กลุ่มเกลียว ลำเลียง z	สัมประ สิทธิ์ กำลัง ม้า(Fm)
Navy beans	808 (48)	-	I	A,B,C	0.4
เบนโตไนท์ (ขนาดเล็กกว่า 100 เมช)	842-1010 (50-60)	a,v	IIA	E	0.9
โซดาไบคาร์บอเนต	758-926 (45-550)	-	II	A,B,C	0.4
Bone blach (ป่น)	337-421 (20-25)	v	IIA	E	0.9
กระดูกป่น (Bone meal)	926-1010 (55-60)	v	II	E	1.2
กระดูกบด	589-842 (35-50)	v	IIA	E	1.0
โบแรกซ์ (ผงละเอียด)	842-101 (50-60)	v	II	A,B,C	0.6
โบรอน	1263 (75)	-	II	A,B,C	1.0
รำ	(16)	e,f	II	A,B,C	0.4
Brewer's grain,spent,dry	(28)	v	II	A,B,C	0.4
Brewer's grain,wet	(58)	v,c	II	A,B,C	0.6
บัควีท (Buckwheat)	(42)	e	I	A,B,C	0.4
แคลเซียมคาร์ไบด์ (บด)	(70-80)	-	IIA	E	1.0
แอคติเวเต็ดคาร์บอน (ถ่านกัมมันต์)แห้ง,ละเอียด	(8-20)	d,v	IIA	E	1.2
เม็ดคาร์บอน (Carbon black pellets)	(25)	v	II	E	1.6
เม็ดละหุ่ง	606 (36)	-	I	A,B,C	0.4
ผงคาร์บอน (Carbon black powder)	(4-6)	v	III	E	0.4
Cement climker	(75-80)	v	III	E	1.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 ตารางแสดงสมบัติวัสดุที่สามารถใช้เกลียวลำเลียงระดับปริมาณการป้อนกลุ่มเกลียว และสัมประสิทธิ์กำลังม้า (ต่อ)

วัสดุ	ความหนาแน่นรวม kg/m <sup>3</sup> (lb/ft <sup>3</sup> )	ลักษณะ x	ระดับ ปริมาณ ป้อนวัสดุ y	กลุ่มเกลียว ลำเลียง z	สัมประ สิทธิ์ กำลัง ม้า(Fm)
ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ ( aerated)	(65)	v	IIA	E	0.6
ขอล้กบด	(88-95)	p	IIA	E	1.0
ขอล้กป่น	(70-75)	a,p	IIA	E	0.7
ถ่าน	(15-34)	d	IIA	E	1.2
ถ่านหิน (Cinders)	(40)	v	III	E	1.8
อิฐบดแห้ง	(65-80)	v	IIA	E	1.5
ถ่านหินแอนทราไซต์ (คัดขนาดแล้ว)	(55-60)	d,h,v,c	II	F,G,H	0.9
ถ่านหิน (Fines or slack)	(50)	c	I	H	0.7
ถ่านหินละเอียด	(35)	c	I	A,B,C	0.6
ถ่านหินคัดขนาดแล้ว	(50)	c	II	H	0.6
ผงโกโก้	(30-35)	p	II	B	0.6
เม็ดโกโก้	(35)	d	II	E	0.9
ผงกาแฟ	(25)	d	II	B	0.6
เม็ดกาแฟสด	(25-30)	d	II	A,B,C	0.4

ที่มา : ปานมนัส ศิริสมบุญ, 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 ตารางแสดงการส่งออกปลาน้ำจืด ปี 2545

	รายการ	ปริมาณ(กก)	มูลค่า(บาท)
1.1	ปลาดุก สด แช่เย็น ไม่รวมตับและไข่	274,915	17,965,574
1.2	ปลาดุก แช่เย็นจนแข็ง ไม่รวมเนื้อปลาแบบ ฟิเลต ตับและไข่	632,640	23,543,302
1.3	เนื้อปลาดุกแบบฟิเลต สดหรือแช่เย็น	50,413	5,956,867
1.4	เนื้อปลาดุกแบบฟิเลต แช่เย็นจนแข็ง	57,531	10,094,378
1.5	เนื้อปลาดุกบดหรือไม่บด แช่เย็นจนแข็ง	17,600	1,103,388
1.6	ปลาดุกแห้ง ไม่รวมควิน	39,890	1,359,670
	รวมปลาดุก	1,072,989	60,023,179
2.1	ปลาช่อนมีชีวิต	125	26,000
2.2	ปลาช่อน สด แช่เย็น ไม่รวมตับและไข่	39,050	3,320,552
2.3	ปลาช่อน แช่เย็นจนแข็ง ไม่รวมเนื้อปลาแบบ ฟิเลต ตับและไข่	22,117	2,347,477
2.4	เนื้อปลาช่อน แบบฟิเลต สดหรือแช่เย็น	18,606	2,754,140
2.5	เนื้อปลาช่อน บดหรือไม่บด แช่เย็นจนแข็ง	1,404	73,202
2.6	ปลาช่อนแห้ง ไม่รวมควิน	206,213	13,681,598
	รวมปลาช่อน	287,515	22,202,969
3.1	ปลานิลมีชีวิต	941	99,603
3.2	ปลานิล สด แช่เย็น ไม่รวมตับและไข่	3,140	94,804
3.3	ปลานิล แช่เย็นจนแข็ง ไม่รวมเนื้อปลาแบบ ฟิเลต ตับและไข่	2,496,402	70,352,784
3.4	เนื้อปลานิล แบบฟิเลต สดหรือแช่เย็น	336,735	45,452,369
3.5	เนื้อปลานิล แบบฟิเลต แช่เย็นจนแข็ง	408,281	65,274,947
	รวมปลานิล	3,245,499	181,274,507
4.1	ปลานู่มีชีวิต	1,510	302,000
4.2	ปลานู่มีสด แช่เย็น ไม่รวมตับและไข่	3	129
	รวมปลานู่มี	1,513	302,129
5.1	ปลาตะเพียน สด แช่เย็น ไม่รวมตับและไข่	10,614	1,427,400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 ตารางแสดงการส่งออกปลาน้ำจืด ปี 2545 (ต่อ)

รายการ		ปริมาณ(กก)	มูลค่า(บาท)
5.2	ปลาตะเพียน แช่เย็นจนแข็ง ไม่รวมเนื้อปลาแบบฟิเลด ตับและไข่	527,092	22,091,847
5.3	เนื้อปลาตะเพียน แบบฟิเลด สดหรือแช่เย็น	1,000	86,470
รวมปลาตะเพียน		538,706	23,605,717
6.1	ปลาสด แช่เย็นจนแข็ง ไม่รวมเนื้อปลาแบบฟิเลด ตับและไข่	4,727	436,827
6.2	เนื้อปลาสด แบบฟิเลด สดหรือแช่เย็น	170	17,000
6.3	ปลาสดแห้ง ไม่รวมควั่น	18,484	3,984,803
รวมปลาสด		23,381	4,438,630
7.1	ปลาหีบที่มีชีวิต	10	4,000
7.2	ปลาหีบที่มี สด แช่เย็น ไม่รวมตับและไข่	1,050,317	59,206,776
7.3	เนื้อปลาหีบที่มี แบบฟิเลด แช่เย็นจนแข็ง	5,090	845,564
7.4	ปลาหีบที่มีแห้ง ไม่รวมควั่น	846	136,337
รวมปลาหีบที่มี		1,056,263	60,192,677
9.1	กุ้งก้ามกราม แช่เย็นจนแข็ง	1,961,108	480,086,950
9.2	กุ้งก้ามกราม สดหรือแช่เย็น	91,679	14,072,570
9.3	กุ้งก้ามกราม ไม่บรรจุภาชนะอัดลม	46,691	19,770,718
รวมกุ้งก้ามกราม		2,099,478	513,930,238

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์การค้าสินค้าประมงระหว่างประเทศ กองประมงต่างประเทศ กรมประมง  
รวบรวมข้อมูลจากกรมศุลกากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำจาก

รศ.จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์

อาจารย์สัญญาลักษณ์ กิ่งทอง

เพื่อน ๆ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการประจำอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเกษตร รวมทั้งผู้ที่มีส่วนร่วมและช่วยเหลือจนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ทางผู้จัดทำขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ทางคณะผู้จัดทำหวังว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่านไม่มากก็น้อย คุณความดีของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบแด่ ท่านอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ตราบจนวันสุดท้ายของภาคเรียน



คณะผู้จัดทำ

นายนายจรรพ ทัตธา

นายเมธี ทูมนัส

นายยุทธนา มหาโคตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำจาก

รศ.จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์

อาจารย์สถิตย์ลักษณ์ กิ่งทอง

เพื่อน ๆ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการประจำอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเกษตร  
รวมทั้งผู้ที่มีส่วนร่วมและช่วยเหลือจนทำให้ปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ทางผู้จัดทำ  
ขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ทางคณะผู้จัดทำหวังว่าปริญญาโทฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่านไม่มากก็น้อย คุณ  
ความดีของปริญญาโทฉบับนี้ขอมอบแด่ ท่านอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้  
ตราบจนวันสุดท้ายของภาคเรียน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

1. ชนพันธ์ เมธาพิทักษ์, เทคนิคการเลี้ยงปลาทับทิม ปลานู๋ ปลาดตะเพียน ปลานิล, สำนักพิมพ์ หอสมุดกลาง 09 แห่งสรรพศาสตร์, 2543, หน้า 96-118
2. เมฆ บุญพรหมณ์, การเลี้ยงปลา, ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530, หน้า 70-73
3. รศ.ดร.เวียง เชื้อโพธิ์หัก, โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์น้ำ, ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2542, หน้า 144-215
4. รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบุรณ์, วิศวกรรมกรรมขนถ่ายวัสดุ, ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 2540, หน้า 136-172
5. ผศ.จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์, เครื่องจักรกลเกษตร เล่ม 2, ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 2543 หน้า 133 - 150
6. Ajit K. Srivastava, Carroll E. Goering and Roger P. Rohrbach, Engineering Principles fo Agricultural Machines, Pamela Dvvore – Hansen, 1993,page 233 – 246

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้