



โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดอาหารปลาสำหรับกลุ่มเกษตรกร  
 INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION PROJECT : GRANULATED CATFISH FOOD  
 MACHINE FOR FARMER



นางสาว กนกวรรณ บัวสุวรรณ

MISS . KANOKWAN BUASUWAN



A024243

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขที่..... 024243

เลขทะเบียน.....

ให้ เดือน ปี.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาศิลปอุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION PROJECT : GRANULATED CATFISH  
FOOD MACHINE FOR FARMER**



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE  
BACHELOR OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION  
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION  
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะกรรมการอุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

\*\*\*\*\*

หัวข้อวิทยานิพนธ์ โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดอาหารปลาสำหรับกลุ่มเกษตรกร

INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION PROJECT :

GRANULATED CATFISH FOOD MACHINE FOR FARMER.

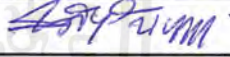
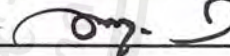
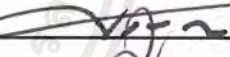



ชื่อนักศึกษา นางสาวกนกวรรณ บัวสุวรรณ

รหัสประจำตัว 40030501

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สถาพร คีบุญมี ณ ชุมแพ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สถาพร คีบุญมี ณ ชุมแพ ประธานกรรมการ	
2. รองศาสตราจารย์ นพคุณ สุขสถาน กรรมการ	
3. อาจารย์ ธเนศ ภิรมย์การ กรรมการ	
4. อาจารย์ ศิริพร ปีเตอร์ กรรมการ	
5. อาจารย์ นิรัช สุกตั้งซ์ กรรมการ	
6. อาจารย์ จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง กรรมการและเลขานุการ	

วัน/เดือน/ปี วันที่ 10 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2542 เวลา 10:00 น.

สถานที่สอบ ห้องสอบวิทยานิพนธ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ค.404

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปริยาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 25.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดอาหารปลาสำหรับ กลุ่มเกษตรกร
นักศึกษา	นางสาว กนกวรรณ บัวสุวรรณ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สถาพร คีบุญมี ณ ชุมแพ
ระดับการศึกษา	ครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า คุณทหารลาดกระบัง
พุทธศักราช	2542

### บทคัดย่อ

โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดอาหารปลาสำหรับกลุ่มเกษตรกรนี้ จัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ในการตอบสนองความต้องการในการผลิตอาหารปลา เพื่อลดต้นทุนในการซื้ออาหารสำเร็จรูป ซึ่งมีราคาแพง อีกทั้งยังเป็นการช่วยส่งเสริมการเกษตรให้มีความก้าวหน้าเพื่อการพัฒนาที่มีคุณภาพ

โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดอาหารปลาสำหรับกลุ่มเกษตรกร ถูกออกแบบให้มีระบบและโครงสร้างที่เหมาะสมกับการใช้งานของเกษตรกร โดยคำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้งาน การทำความสะอาดซึ่งมีความสำคัญ และจำเป็นอย่างมากในการผลิตอาหาร ในการออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดอาหารปลาสำหรับกลุ่มเกษตรกรนี้ ทางผู้วิจัยได้จัดทำแบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและแก้ไขปัญหา จนได้ผลสรุปในการออกแบบคือ โครงสร้างเป็นหลักฉลาก ระบบของการอัดให้นำเครื่องบดอาหารแบบมินเซอร์ (MINCER) มาดัดแปลงโดยการใส่ใบมีด เพื่อทำการตัดอาหารให้เป็นเม็ด โดยผ่านตะแกรงหรือหน้าแว่น ซึ่งสามารถถอดเปลี่ยนได้ตามความต้องการ ของขนาดอาหารที่ต้องการ โดยในการออกแบบส่วนของสายพานนั้นมีโซ่ช่วยเสริมแรงในการอัดเม็ด มีฝาครอบสายพานเพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน คำนึงถึงความสะดวก การดูแลรักษา สีที่ใช่ สีเขียวหรือสีฟ้าแก่ เพื่อแสดงถึงความปลอดภัยในการใช้งาน และมีคำแนะนำในการใช้เครื่องเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการใช้งาน

ผลการวิจัยที่ค้นพบทำให้ผู้วิจัยทราบว่าบริเวณภาชนะรองรับอาหาร ยังคงใช้งานได้ลำบาก อยู่คือ ค้างคอยเขี่ยอาหารอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้อาหารเข้าช่องอัดและบริเวณชั้นวางภาชนะรองรับอาหาร เมื่อผ่านการอัดเม็ดแล้วซึ่งเนื้อที่ในการวางนั้นมีน้อย ทำให้ลำบากเวลาหาภาชนะมาวางรองรับ สำหรับเครื่องอัดเม็ดอาหารสำหรับปลาสำหรับเกษตรกรนั้น รูปแบบและสัดส่วนทั้งหมด มาจากการศึกษาผลิตภัณฑ์ข้างเคียง รวมถึงข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ และข้อมูลต่างๆเป็นเกณฑ์ในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>The theme of thesis</b>	Design project for improvement of feed granule press for catfishes
<b>Student</b>	Miss. Kanokwan Buasuwan
<b>Thesis advisor</b>	Assoc.prof. Sathaporn Deeboonmee Nachumphae.
<b>Education level</b>	Bachelor of science industrial design education King mong's institute of technology ladkrabang
<b>Year</b>	1999

### Abstract

The purpose of this design project for improvement of feed granule press for catfishes is to respond to the requirement in the production of the feed for catfishes in order to reduce the cost in purchasing of canned foods which is expensive including the promotion of agriculture to be progressive for the development with good quality as will.

The feed granule press for catfishes is designed to have system and structure to be compatible with utilization of agriculturists regarding of the safety in working. Maintaining of cleanliness is very important and essential for the feed production. In the design for the improvement of this feed granule press for catfishes, the researcher issued questionnaire for the number of 5 experts in order to be used as a guidance for design and problem solving until the conclusion in such a design was obtained, namely, the structure was squares and, for the system of pressing, a feed grinder in the type of micer was being brought for being adapted by placing an edge for cutting the feed to be a granule by passing through a sieve or a die which was able to remove and replace according to the requirement of the feed as needed. In the design of bell part, there was a chain for power reinforcement in pressing of granules. The belt guard was provided for the safety in operation regarding the cleanliness and maintenance. The

colour for using was green . The instruction for utilization were provided for the safety of performance.

However, there might be some patially disadvantage in this machine that the project designer would like to request those who will take it for further improvement to have and inspection for more details of the production of a catfish feeds belonging to the agriculturists.



## กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลงด้วยดี เพราะได้รับคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านแบบสอบถาม และให้ความรู้อย่างมากในด้านระบบโครงสร้างต่างๆ ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทำแบบสอบถามมีดังนี้

1. รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ปิยะธีรชิตกุล  
อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. นายสนธิ สุยโพธิ์น้อย  
ช่างเทคนิคประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. นายเสรี คอนเหนือ  
ช่างเทคนิคประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. นายสมนึก สติชัยสุนทร  
ช่างเทคนิคประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. นายก้องสมุทร วีรวัฒน์  
ฝ่ายเทคนิคบริษัท ลูฟท์ เทคโนโลยี จำกัด

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ให้คำปรึกษาที่ดีตลอดมา ผู้ช่วยศาสตราจารย์สถาพร คีบุญมี ณ ชุมแพ ซึ่งให้คำแนะนำทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติ ผู้สนับสนุนแนะนำในการสัมภาษณ์ และสอบถามผู้เชี่ยวชาญ

บิดา มารดา ที่ให้กำลังใจ และทุนทรัพย์ เพื่อนๆ พี่ๆ ชาวศิลปอุตสาหกรรมทุกคนที่ให้คำแนะนำและกำลังใจที่ดีเสมอมา ตลอดระยะเวลา 2 ปี

ในการทำงานวิจัยครั้งนี้หากมีข้อผิดพลาดประการใดทางผู้ทำการวิจัยจึงขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ผู้ทำการวิจัย

นางสาวกนกวรรณ บัวสุวรรณ

( )

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญภาพ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VII
คำนิยามศัพท์.....	VIII
บทที่	
1. บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
ที่มาของปัญหา.....	3
ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไขปัญหา.....	3
วิธีดำเนินการวิจัย.....	9
ขอบเขตการศึกษาข้อมูล.....	9
ขอบเขตการออกแบบ.....	9
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	10
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
ชีวประวัติปลาชุก.....	11
รูปร่างทั่วไปของปลาชุก.....	12
ประเภทของอาหารปลา.....	14
ขั้นตอนการผลิตอาหารปลา.....	17
เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตอาหารปลา.....	18
การให้อาหารปลา.....	24
ข้อมูลคาน โครงสร้าง.....	31
ข้อมูลเกี่ยวกับระบบภายใน.....	34
ข้อมูลเกี่ยวกับสัดส่วนและจิตวิทยาเรื่องสี.....	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ ( ต่อ )

	หน้า
3. วิธีการดำเนินการวิจัย.....	..72
แหล่งที่มาของข้อมูล.....	..72
เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล.....	..72
ประชากรกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	..73
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	..74
ผลการวิเคราะห์วัสดุ โครงสร้าง.....	..75
ผลการวิเคราะห์ระบบภายใน.....	..75
ผลการวิเคราะห์เรื่องสี.....	..76
ผลการวิเคราะห์สัญลักษณ์.....	..76
แบบการนำเสนอ.....	..77
แบบถ่ายย่อ.....	..85
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	..90
สรุปผลการวิจัย.....	..90
ข้อเสนอแนะ.....	..91
บรรณานุกรม.....	..92
ภาคผนวก.....	..93
ประวัติผู้วิจัย	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและวางอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงลักษณะบริเวณช่องอัดเม็ด.....	3
2. แสดงลักษณะตัวบังคับความยาวของเม็ดอาหาร.....	4
3. แสดงลักษณะขนาดช่องส่งอาหาร.....	5
4. แสดงลักษณะช่องส่งอาหารบริเวณลำเลียง.....	6
5. แสดงลักษณะอุปกรณ์ดันถังใต้อาหาร.....	7
6. แสดงลักษณะล้อที่ใช้กับผลิตภัณฑ์เค็ม.....	8
7. แสดงลักษณะของปลาคุกอุย.....	13
8. แสดงลักษณะของปลาคุกค้ำ.....	13
9. แสดงเครื่องบดอาหารแบบแฮมเมอร์มีลัด.....	19
10. แสดงเครื่องบดอาหารแบบมินเซอร์.....	19
11. แสดงระบบภายในของเครื่องผสมแบบถังนอน.....	20
12. แสดงเครื่องผสมอาหารแบบถังนอน.....	20
13. แสดงเครื่องบดอาหารแบบมินเซอร์แบบใช้แรงบด.....	21
14. แสดงระบบภายในของเครื่องผสมแบบถังตั้ง.....	22
15. แสดงลักษณะของสายคั้น.....	40
16. แสดงลักษณะของสายเกลียว.....	40
17. แสดงสายไฟสำหรับดวง โคมแบบแบน.....	41
18. แสดงสายไฟสำหรับดวง โคมแบบเกลียว.....	41
19. แสดงสายไฟสำหรับอุปกรณ์ประเภทให้ความร้อน.....	41
20. แสดงการติดตั้งมอเตอร์.....	48
21. แสดงลักษณะรูปร่างของสายพานตัววีส่งกำลัง.....	58
22. แสดงขนาดสัดส่วนมือ ชาย – หญิง.....	59
23. แสดงแบบถ่ายย่อ.....	77
24. แสดงรูปแบบของ PRESENTATION.....	85

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. การให้อาหารในการเลี้ยงปลาจุก.....	14
2. แสดงส่วนผสมของอาหารปลาจุกใหญ่.....	26
3. แสดงส่วนผสมของอาหารปลาจุกเล็กถึงขนาดกลาง.....	27
4. แสดงสูตรรวม.....	51
5. แสดงการให้สารหล่อลื่นและวิธีการให้การหล่อลื่น.....	53
6. แสดงสัดส่วนร้ศมีการเอื่อมในระยะต่างๆ.....	61
7. แสดงความสูงย่นและน้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย ชาย- หญิง อายุระหว่าง 13-40 ปี.....	61



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนิยามศัพท์

เครื่อง	หมายถึง	สิ่ง , สิ่งของ , สิ่งจำเป็นสำหรับประกอบกันหรือเป็นพวกเดียวกัน
สำหรับ	หมายถึง	คู่กับ ควรกับ
ปลาตุก	หมายถึง	ปลาน้ำจืดชนิดหนึ่ง
อ็ด	หมายถึง	คั้น
อาหาร	หมายถึง	ของกิน , เครื่องค้ำจุนชีวิต , เครื่องหล่อเลี้ยงชีวิต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันนี้ นักวิชาการการประมงของไทย ได้นำความรู้และเทคนิคในการเพาะเลี้ยงปลาที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพมาประยุกต์ใช้ ตลอดจนได้คิดแปลงแก้ไขให้เหมาะกับการเพิ่มผลผลิตการเพาะเลี้ยงปลาในประเทศนอกจากเพื่อการบริโภคแล้ว สินค้าปลาน้ำจืดของไทยยังผลิตเพื่อเป็นการส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศอีกด้วย และสำหรับปลาที่มีอยู่ตามท้องตลาดและได้รับความนิยม ปลาที่มักพบอยู่เสมอ ทั้งปลาสดและปลาที่ทำไว้เพื่อรับประทานได้เลยนั้น เห็นจะไม่พียงปลาดุก จากอดีตสู่ปัจจุบันเราทั้งหลายยอมรับกันดีว่า ปลาดุกมีรสชาติอร่อย นุ่ม หวาน นำมาปรุงอาหารได้หลายชนิด อาหารที่ขึ้นชื่อลือชานั้นเห็นจะไม่พียงปลาดุกย่าง รับประทานกับสะเดา น้ำปลาหวาน ปลาดุกผัดเผ็ด ซึ่งล้วนแล้วแต่อร่อยถูกปากคนไทย ในอดีตเรานั้นจะพบปลาดุกอยู่ตามแม่น้ำคูคลอง หนอง บึง สามารถที่จะจับมาปรุงอาหารได้มากมาย แต่ต่อมาปลาดุกจากแหล่งธรรมชาตินั้นลดน้อยลงเป็นอย่างมากพร้อมทั้งมีประชากรเพิ่มขึ้นจากเดิม ทำให้ปลาดุกในแหล่งน้ำธรรมชาตินั้นไม่เพียงพอกับความต้องการในการบริโภค จึงได้มีการเพาะเลี้ยงปลาดุกขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการที่ทวีขึ้นทุกวัน

(ราติชาย กงประเสริฐ : 2537) ได้อธิบายรูปร่างลักษณะทั่วไปของปลาดุกไว้ในหนังสือ "การเลี้ยงปลาดุก" ไว้ว่า ปลาดุกลำตัวจะมีรูปร่างยาว ส่วนหัวแบนลงมา โดยประกอบด้วยแผ่นกระดูกบางๆต่อกันเป็นชิ้นๆ ปกคลุมทั้งด้านบนและด้านล่าง ภายในกระโหลกหัว ก็จะมีอวัยวะที่ช่วยในการหายใจที่เรียกว่า อโบริสเซนที่ออร์แกน ซึ่งมีลักษณะคล้ายพุ่มไม้สีเขียว ส่วนกระโหลกทางด้านบนประกอบด้วยแผ่นกระดูก 2 ชิ้น แต่ละชิ้นก็จะมีรอยบุ๋มลงไป ปากจะเฉียงลงไปทางปลายสุดของหัว มีหนวดสั้นๆ คู่แรกอยู่หลังริมฝีปากบน มีลักษณะเป็นท่อสั้นๆ ส่วนคู่หลังๆถัดมา และหนวดคู่ที่อยู่กับรูจมูก มีลักษณะไม่เป็นท่อเช่นคู่แรก ตาเล็ก ลำตัวไม่มีเกล็ด ฐานครีบหลังยาวเกือบตลอดส่วนหลัง อาจจะมีหรือไม่มีครีบหาง มีเฉพาะก้านครีบเล็กๆ อยู่ระหว่าง 48-106 อัน มีครีบหางที่ลักษณะกลม ฐานครีบที่ก้นมีความยาวมากกว่าครึ่งหนึ่งของฐานครีบหลัง มีเฉพาะก้านครีบเล็กๆ อยู่ระหว่าง 40 – 90 อัน มีครีบที่อกทั้ง ซ้ายและขวา และครีบอกแต่ละข้างก็จะมีก้านครีบที่แข็งแรงอยู่ข้างละ 1 อัน มีลักษณะที่สำคัญคือ จะมีปลายแหลมและเป็นรอยหยักคล้ายฟันเลื่อย ตลอดก้นครีบ หรือที่เราเรียกว่า "เงี่ยง" นั้นเอง ลำตัวจะมีสีเทาปนดำ อาจจะมีจุดหรือไม่มีก็ได้

(อิทธิพร จันทร์เพ็ญ : 2533) ได้กล่าวไว้ในหนังสือ "การเพาะเลี้ยงปลาดุก" ไว้ว่าอาหารไม่ว่าสิ่งมีชีวิตใดๆ ล้วนแล้วแต่ต้องการอาหารเพื่อเป็นการดำรงชีวิตอยู่ด้วยกันทั้งนั้น เมื่อปลาดุกฟักไข่ออกมาเป็นลูกตัวปลาดุก จะใช้อาหารจากถุงไข่แดงซึ่งจะติดกับหน้าท้องของลูกปลาประมาณ 1-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 วัน ถุงแดงจะยุบลงนั้นเป็นเครื่องหมายว่า อาหารที่ติดตัวลูกปลาถูกแต่กรดได้ใช้หมดแล้ว จำเป็นที่จะต้องมีการหาอาหารเพื่อใช้ในวัยเจริญเติบโตซึ่งมีปริมาณของโปรตีนสูง เช่น อาหารผสมอัดเม็ด หรือไข่แดงต้มสุก ปลาเปิด สับบดละเอียดผสมกับรำ จวบจนสามารถจับปลาคูขายได้

อาหารเม็ดในปัจจุบันนี้ ได้จากการนำวัตถุดิบต่างๆทางการเกษตรที่มีคุณค่าอาหารอย่างมาก มาผสมบดละเอียดและผสมให้เข้ากันและอัดเม็ดออกมา นำไปตากให้แห้ง จากความสำคัญดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า อาหารอัดเม็ดสำหรับปลาคูนั้นมีความจำเป็นแค่ไหน และเครื่องอัดเม็ดอาหารในปัจจุบันก็ยังมีปัญหาในการใช้งานอยู่มาก จึงเป็นแนวทางในการเกิดโครงการ “ออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดอาหารปลาคูสำหรับกลุ่มเกษตรกร” ตามเหตุผลที่สอดคล้องกับความต้องการดังกล่าว

### วัตถุประสงค์ของโครงการ

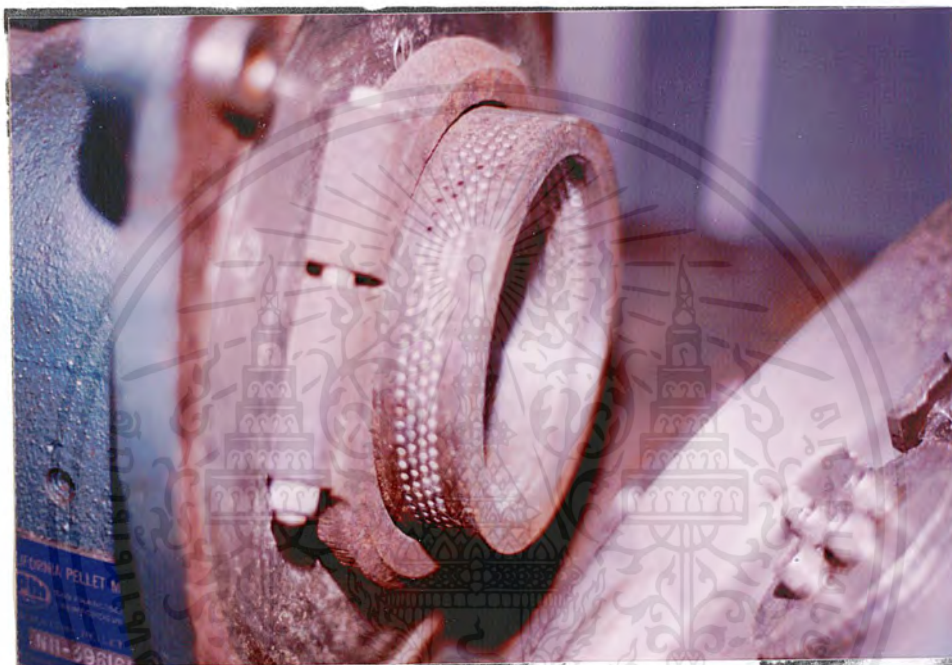
1. เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องบดและอัดเม็ดอาหารปลาคูสำหรับกลุ่มเกษตรกร
2. เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องบดและอัดเม็ดอาหารปลาคูสำหรับกลุ่มเกษตรกรให้สามารถกำหนดขนาดเม็ดอาหาร ได้โดยการเปลี่ยนตะแกรงอัดเม็ด

## ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. บริเวณช่องอัดเม็ดอาหารทำความสะอาดได้ยากมักเกิดการอุดตันจากอาหารที่ตกค้างเสมอ การถอดทำความสะอาดค่อนข้างยุ่งยาก ไม่เหมาะกับการใช้งานของเกษตรกร

ภาพที่ 1

ภาพแสดงลักษณะบริเวณช่องอัดเม็ดอาหาร



## แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. ออกแบบให้สามารถถอดทำความสะอาดได้ง่ายขึ้น ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานของเกษตรกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ปัญหาที่เกิดขึ้น

- ขนาดของเม็ดอาหารนั้นไม่สามารถกำหนดขนาดของเม็ดอาหารได้ กำหนดให้แต่เพียงความยาวของเม็ดอาหารได้เท่านั้น

ภาพที่ 2

ภาพแสดงลักษณะตัวบ่งกับความยาวของอาหาร



## แนวทางการแก้ไขปัญหา

- ออกแบบให้สามารถปรับขนาดของเม็ดอาหารได้ตามขนาดของปลาว่ายต่างๆ โดยเปลี่ยนตะแกรงคั้นหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ปัญหาที่เกิดขึ้น

3. ช่องส่งอาหารนั้นไม่เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน เวลาใช้งานช่องส่งอาหารอยู่สูงเกินไป

### ภาพที่ 3

ภาพแสดงลักษณะขนาดของช่องส่งอาหาร



### แนวทางการแก้ไขปัญหา

3. ออกแบบช่องส่งอาหารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการใช้งาน สามารถใช้งานได้สะดวก

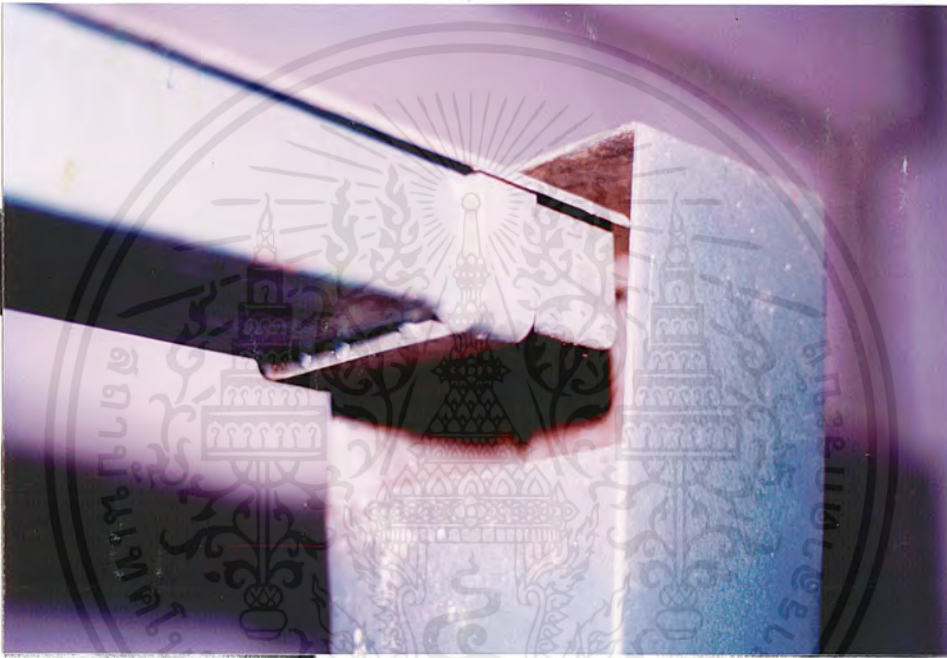
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ปัญหาที่เกิดขึ้น

4. ในระหว่างการทำงานของเครื่อง อาหารจะถูกส่งไปตามรางลำเลียง อาหารที่ผ่านราง จะตกหล่น ได้รับความเสียหาย

### ภาพที่ 4

ภาพแสดงลักษณะบริเวณช่องส่งอาหารบริเวณรางลำเลียง



### แนวทางการแก้ไขปัญหา

4. ออกแบบให้มีการลำเลียงอาหารเข้าเครื่องบด ให้ได้รับความเสียหายน้อยที่สุดคือ มี ถาดรองรับอาหารและค่อยๆ ถ่ายเท ลงเครื่องอัดเพื่อลดความเสียหาย จากการหกหล่น ของอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ปัญหาที่เกิดขึ้น

- เวลาใส่อาหารเพื่ออัดเป็นเม็ด บริเวณถังรับอาหารจะต้องถูกดันขึ้น โดยไม่ให้อาหารติดระหว่างรางกับถังรับอาหาร ซึ่งยุ่งยากในการใช้งาน

### ภาพที่ 5

ภาพแสดงอุปกรณ์ที่ดันถังไม่ให้อาหารติดกับรางเพื่อความสะดวกในการใช้งาน



### แนวทางการแก้ไขปัญหา

- ออกแบบให้บริเวณถังรับอาหาร และรางส่งลำเลียงอาหารให้มีลักษณะสอดคล้องกับการทำงานของเครื่อง ไม่ยุ่งยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ปัญหาที่เกิดขึ้น

6. ส้อมที่ใช้กับเครื่องอัดเม็ดอาหารนั้น ไม่เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน

### ภาพที่ 6

ภาพแสดงลักษณะส้อมที่ใช้กับผลิตภัณฑ์เดิม



## แนวทางการแก้ไข้ปัญหา

6. วิเคราะห์การใช้งานของส้อมกับตัวผลิตภัณฑ์ให้เหมาะกับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีการดำเนินการวิจัย

1. เสนอหัวข้อวิจัย
2. ศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์เดิมและผลิตภัณฑ์ข้างเคียง
3. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสัตว์น้ำและอาหารของสัตว์น้ำ
4. สรุปข้อมูล
5. วิเคราะห์ข้อมูล
6. สรุปวิเคราะห์ข้อมูล
7. ร่างแบบ
8. เขียนแบบเพื่อการผลิตและหุ่นจำลอง
9. เสนอผลงาน

## ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

1. ศึกษาผลิตภัณฑ์เดิมและผลิตภัณฑ์ข้างเคียง
2. ศึกษาชนิดอาหารปลาและการกินอาหาร
3. ศึกษาประเภทของปลาคูก
4. ศึกษาหลักการของการอัดอาหารเม็ด
5. ศึกษาการถอดประกอบเพื่อการทำความสะดวก
6. ศึกษาพฤติกรรมการใช้งานของเครื่องอัดเม็ดอาหารปลา
7. ศึกษาเกี่ยวกับวัสดุ โครงสร้าง
8. ศึกษาระบบการทำงานของเครื่อง
9. ศึกษาเกี่ยวกับสัดส่วนคนไทยกับการใช้งาน
10. ศึกษาข้อมูลด้านกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

## ขอบเขตการออกแบบ

1. ออกแบบเครื่องอัดเม็ดอาหารให้สามารถเปลี่ยนตะแกรง กำหนดขนาดของเม็ดอาหารได้
2. ออกแบบเครื่องอัดเม็ดอาหารให้เหมาะสมกับการใช้งานของเกษตรกร
3. ออกแบบโครงสร้าง วัสดุ อุปกรณ์การผลิตให้สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องอัดเม็ดอาหารปลาคุณภาพดีสำหรับเกษตรกร
2. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน
3. ช่วยส่งเสริมเกษตรกรของไทยให้มีการพัฒนายิ่งขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องเครื่องอัดอาหารเม็ดสำหรับปลาอุกเพื่อเกษตรกรนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีตลอดงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องอัดเม็ดอาหารสำหรับปลาอุก โดยได้นำเสนอไว้จำแนกเป็น 4 เรื่อง คือ

1. แหล่งกำเนิด และรูปร่างลักษณะของปลาอุก
2. การเลี้ยง และการผลิตอาหารสำหรับปลาอุก
3. วัสดุและกรรมวิธีการผลิต
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปลาอุกเป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่ง เป็นปลาพื้นเมืองของไทย ซึ่งพบได้ทั่วไปในทุกภาคของประเทศ ปลาอุกที่รู้จักกันแพร่หลายนั้นก็มีอยู่ 2 ชนิด คือ ปลาอุกค้ำ และปลาอุกอูย ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากคนไทยทั่วไปนิยมรับประทานเป็นอาหารประจำวัน โดยถือว่าเป็นปลาที่มีรสชาติชนิดหนึ่ง สามารถปรุงเป็นอาหารได้หลายรูปแบบ อาทิเช่น คัมยำ แกง ผัดเผ็ดทอด ย่าง หรือทำน้ำพริก จึงเป็นที่ต้องการของท้องตลาดและแม้ว่าจะมีขายอยู่ตามตลาดทั่วไป แต่ก็มีราคาค่อนข้างสูง นอกจากนี้ปลาอุกก็ยังเป็นปลาที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการนำมาเลี้ยงสามารถเลี้ยงหนาแน่น โตเร็ว อีกทั้งยังทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ปลาอื่น ๆ ทนอยู่ไม่ได้ และเป็นปลาที่ให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูง ฉะนั้น จึงมีผู้สนใจเลี้ยงปลาอุกมากขึ้นตามลำดับ

#### 2.1 ชีวิตประวัติปลาอุก (ชาติชาย คงประเสริฐ :2537)

ถิ่นที่อยู่อาศัย ปลาอุกจะพบได้ทั่วไปในเขตร้อนแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ประเทศอินเดีย พม่า ไทย ลาว กัมพูชา เวียดนาม และมาเลเซีย เป็นต้น เป็นปลาที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดทั่วไป แม้แต่ในหนองน้ำที่มีน้ำเพียงเล็กน้อยก็ยังพบปลาอุก ทั้งนี้เพราะว่าปลาอุกเป็นปลาที่มีอวัยวะพิเศษที่ช่วยในการหายใจเช่นเดียวกับปลาช่อน จึงสามารถที่จะดำรงชีวิตอยู่ในน้ำที่มีออกซิเจนเพียงเล็กน้อย และถึงแม้ว่าในน้ำที่ค่อนข้างกร่อย ปลาอุกก็ยังสามารถอาศัยอยู่ได้เป็นอย่างดี

นิสัยการกินอาหาร โดยปกติปลาอุกที่อาศัยอยู่ตามแหล่งน้ำธรรมชาติ จะมีนิสัยชอบหาอาหารตามหน้าดิน โดยเฉพาะบริเวณที่พื้นเป็นโคลนคม เนื่องจากปลาอุกมีตาที่เล็กไม่ได้สัดส่วนกับขนาดของตัว แต่มีหนวดที่รับความรู้สึกได้ดี ฉะนั้น ปลาอุกจึงใช้หนวดมากกว่าใช้ตาในการหาอาหารตามพื้นผิวน้ำดิน ตามปกติปลาอุกจะมีการเคลื่อนไหวที่ปราดเปรียวและว่องไวมาก ชอบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กินอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ เช่น ตัวอ่อนของแมลงในน้ำ แมลง กุ้ง และลูกปลาเล็ก ๆ บางชนิด นอกจากนี้ปลาคูก็ยังชอบอาหารประเภทเนื้อที่เน่าเปื่อยเช่นกัน แต่ถ้าเรานำปลาคูมาเลี้ยงก็สามารถที่จะฝึกหัดให้ปลากินอาหารจำพวกปลาสดหรือปลาป่นผสมรำ และปลายข้าวต้มได้ ทั้งยังฝึกหัดให้ปลาคูกินมากินอาหารที่ใกล้ผิวน้ำได้ดี

### รูปร่างลักษณะทั่วไปของปลาคู อธิธิพร จันทร์เพ็ญ (2533)

ปลาคู ถิ่นตัวจะมีรูปร่างยาว ส่วนหัวแบนลงมาก โดยจะประกอบด้วยแผ่นกระดูกบาง ๆ ต่อกันเป็นชั้น ๆ ปกคลุมทั้งด้านบนและด้านล่าง ภายในกะโหลกหัวก็จะมีอวัยวะที่ช่วยในการหายใจที่เรียกว่า อะโบริสเซนท์ ออร์แกน ซึ่งมีลักษณะคล้ายพุ่มไม้สีเขียว ส่วนของกะโหลกทางด้านบนประกอบด้วยแผ่นกระดูก 2 ชั้น แต่ละชั้นก็จะมีรอยบุ๋มลงไป ปากจะเฉียงลงไปทางปลายสุดของหัว มีหนวด 4 คู่ คู่แรกอยู่หลังริมฝีปากบน มีลักษณะเป็นท่อสั้น ๆ ส่วนคู่หลัง ๆ ถัดมา และหนวดคู่ที่อยู่กับรูจมูกมีลักษณะไม่เป็นท่อเช่นคู่แรก และกว้างกว่าคู่แรกอีกด้วย ตาเล็ก ลำตัวไม่มีเกล็ด ฐานครีบหลังยาวเกือบตลอดส่วนหลัง อาจจะมีครีบหรือไม่มีครีบหาง และมีก้านครีบเล็ก ๆ อยู่ระหว่าง 48-106 อัน ครีบหางที่ลักษณะกลม ฐานครีบที่ก้นมีความยาวมากกว่าครึ่งหนึ่งของฐานครีบหลัง มีเฉพาะก้านครีบเล็ก ๆ อยู่ระหว่าง 40-90 อัน มีครีบที่อกทั้งซ้ายและขวา และครีบอกแต่ละข้างก็จะมีก้านครีบที่แข็งแรงอยู่ข้างละ 1 อัน มีลักษณะที่สำคัญคือ จะมีปลายแหลมและเป็นรอยหยักคล้ายฟันเลื่อยตลอดก้านครีบหรือที่เราเรียกว่า เจริงนั่นเอง ครีบท้องมีก้านครีบ 6 อันรวมกันบิยแถบ หนึ่งบีดช่องเหงือกไม่ติดกับส่วนของซอกคอ กระดูกเหงือกมีจำนวน 13-30 อัน กระดูกกระดูกซี่โครงมีจำนวน 7-9 อัน ลำตัวจะมีสีเทาปนดำ อาจจะมีจุดหรือไม่มีก็ได้

### ปลาคูที่พบในประเทศไทย ชาติชาย คงประเสริฐ (2537)

ในประเทศไทยเรานั้นพบว่ามียปลาคูทั้งหมดด้วยกัน 5 ชนิด แต่เท่าที่รู้จักกันดีนั้นมีเพียง 2 ชนิด คือ ปลาคูกอูย และ ปลาคูก้าน ปลาคูกที่นิยมเลี้ยงป้อนตลาดขณะนี้คือปลาคูก้าน เพราะเนื้อปลาคูก้านค่อนข้างแข็ง ทำให้สามารถขนส่งได้ในระยะทางไกล ๆ ประกอบกับปลาคูก้านเลี้ยงง่าย โตเร็ว จึงเป็นที่นิยมเลี้ยงกันมาก แต่สำหรับผู้บริโภคแล้วจะนิยมปลาคูกอูย เพราะให้รสชาติ เนื้อปลานุ่ม ฟู กลิ่นดี ปลาคูกอูยราคาสูงกว่าปลาคูก้าน ลักษณะภายนอกที่แตกต่างกันของปลาคูทั้ง 2 ชนิดเราสามารถจะสังเกตได้ง่ายดังนี้

**ปลาคูกอูย** สีของผิวหนังค่อนข้างเหลือง มีจุดประตามลำตัวและบริเวณด้านข้างของลำตัวอย่างเด่นชัด เนื้อสีออกเหลือง มีมันมาก ลำตัวส่วนหัวค่อนข้างทู่ ส่วนปลายของกระดูกท้ายทอยจะป้านและสั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คลอง หนอง บึงต่าง ๆ ทั่วทุกภาค ส่วนตามแม่น้ำนั้นปลาอุกมีอาศัยอยู่บ้าง แต่ไม่มากนัก นอกจากนี้ปลาอุกยังสามารถอาศัยอยู่ในดินโคลนที่มีน้ำจืดสนิท บางครั้งจะพบปลาอุกในน้ำกร่อยด้วย

ปลาอุก มีลักษณะที่แตกต่างจากปลาชนิดอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัดคือ ปลาอุกไม่มีเกล็ด รูปร่างเรียวยาว มีหนวด 4 คู่อยู่ที่ริมฝีปาก ตามีขนาดเล็กมา ใช้หนวดในการหาอาหาร เพราะหนวดปลาอุกมีประสาทรับความรู้สึกที่ตึกกว่าตา ปลาอุกชอบหากินตามหน้าดิน มีนิสัยขุดไช สามารถจะขึ้นมาอยู่บนบกได้ทนนานกว่าปลาชนิดอื่น ๆ รวมถึงสามารถที่จะอาศัยอยู่ในดินโคลนเลน และในน้ำที่มีออกซิเจนต่ำได้นาน เนื่องจากมีอวัยวะพิเศษช่วยในการหายใจนั่นเอง อาหารที่ปลาอุกชอบกินส่วนมากเป็นอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ แต่ถ้านำมาเลี้ยงในบ่อ ก็สามารถฝึกให้กินอาหารจำพวกพืชได้ รวมถึงสามารถฝึกนิสัยให้ปลาอุกขึ้นมากินอาหารบริเวณผิวน้ำ แทนการหากินอาหารตามหน้าดินได้เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 1 การให้อาหารในการเลี้ยงปลาอุก

ขนาดปลา (เซนติเมตร)	ขนาดอาหารที่ใหญ่ที่สุด (มิลลิเมตร)	เปอร์เซ็นต์อาหารต่อวัน	จำนวนครั้ง
วัยอ่อน	0.5	6-10	3-4
1.5-4	0.8	6	2-3
4-6.5	2.0	5	2
6.5-16	3.3	3-4	2
16.30	5.0	2-3	1

ที่มา : กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์น้ำ

## 2.2 ประเภทของอาหารปลา (Type of fish feed) วีรพงษ์ วุฒิพันธุ์ชัย (2536)

อาหารที่ใช้เลี้ยงปลาหรือสัตว์น้ำทั่วไป ขึ้นอยู่กับรูปแบบหรือวิธีการเลี้ยงปลา แต่โดยทั่วไปแล้วอาจแบ่งอาหารเหล่านั้นได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

### 1. อาหารธรรมชาติ

อาหารธรรมชาติ หมายถึง อาหารที่เกิดขึ้นเองในแหล่งน้ำ หรือบ่อเลี้ยงปลา มีทั้งพืชและสัตว์ ได้แก่ แพลงก์ตอนพืช ตะไคร่น้ำ จอก เหงา สาหร่าย รากของพันธุ์ไม้น้ำ ลูกน้ำ ไโรแดง หนอนแดง ใส้เดือน ลูกกุ้ง ลูกปลา ลูกปู หอย ตัวอ่อนและไข่ของแมลงที่อยู่ในน้ำ รวมทั้งแร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3.1.1 อาหารเม็ดจมน้ำแข็ง เป็นอาหารเม็ดที่ผลิตขึ้นมาให้มีความชื้นไม่เกิน 10% และนิยมใช้ในการเลี้ยงกุ้งทะเล กุ้งน้ำจืด ปลากินพืชทั่วไป และปลาแซลมอน

3.1.2 อาหารเม็ดจมน้ำแข็งเปียกแข็งแห้ง เป็นอาหารเม็ดที่ผลิตขึ้นมาให้มีความชื้นประมาณ 15% และนิยมใช้ในการเลี้ยงปลาแซลมอน หรือปลาในเขตหนาว

3.1.3 อาหารเม็ดลอยน้ำ เป็นอาหารเม็ดที่ผลิตขึ้นมาให้มีคุณสมบัติลอยน้ำได้ดี มีความชื้นไม่เกิน 10% จึงนิยมใช้ในการเลี้ยงปลาคูสวายงาม หรือปลาที่กินอาหารผิวน้ำ เช่น ปลาคูกอูย และปลาคูกอ์ฟริกัน เป็นต้น อาหารเม็ดลอยน้ำ จำเป็นต้องมีแป้งในสัดส่วนที่พอเหมาะ เพราะแป้งเมื่อได้รับความร้อนขณะอัดเม็ดจะสุก และมีลักษณะเบาและพอง ช่วยให้ลอยน้ำได้

3.1.4 อาหารเม็ดฉีก เป็นอาหารเม็ดที่มีขนาดเล็ก จมน้ำ มีลักษณะเป็นเกล็ดหรือเม็ดขนาดเล็ก ได้จากการอัดเม็ดผ่านหน้าแว่นที่มีรูปร่างแตกต่างกัน แล้วร่อนผ่านตะแกรงออกมาได้ขนาดประมาณ 0.5-2.4 มิลลิเมตร

### 3.2 อาหารเคลือบเม็ดเล็กจิ๋ว

เป็นอาหารที่ผลิตขึ้นมาเพื่ออนุบาลสัตว์น้ำที่มีปากขนาดเล็กมากโดยเฉพาะ เช่น ลูกกุ้งวัยอ่อน อาหารประเภทนี้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงมาก และมีราคาค่อนข้างแพง เนื่องจากต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการผลิตให้เป็นอนุบาลขนาดเล็ก และยังคงเคลือบผิวอาหารด้วยเยื่อผนังบางอีกชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันไม่ให้อาหารละลายน้ำเร็วเกินไป ดังนั้น จึงนิยมใช้อนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนที่มีราคาแพงเท่านั้น

## 4. อาหารผสมสด

อาหารผสมสด หมายถึง อาหารที่ได้จากการนำเอาอาหารสด โดยเฉพาะปลาเป็ดมาผสมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ในอัตราส่วนแตกต่างกัน แล้วทำการผลิตออกมาเป็นเม็ด อาหารผสมสดมีลักษณะเป็นเม็ดจมน้ำเปียก เนื่องจากใช้ปลาเป็ดที่มีความชื้นมากเป็นส่วนผสมของสูตรอาหาร จึงทำให้มีความชื้นมากกว่า 50 % ขึ้นไป การผลิตอาหารสดจำเป็นต้องมีแหล่งของปลาเป็ดและวัตถุดิบอาหารสัตว์ตลอดเวลา ซึ่งเมื่อผลิตออกมาแล้วต้องรีบใช้ให้หมดโดยเร็ว เพราะอาหารผสมสดเก็บไว้ได้ไม่นาน นอกจากนี้ อาหารผสมสดก็ไม่สามารถผลิตได้มากกว่า 3 ตัน/วัน เนื่องจากต้องใช้คู่แข่งจำนวนมาก เพื่อเก็บอาหารทำให้ต้องผลิตอาหารทุกวัน ดังนั้น จึงทำให้การผลิตอาหารสดไม่เป็นที่นิยม สำหรับการผลิตอาหารผสมสดที่ใช้เลี้ยงปลากุ้งมีในปลาบางชนิดเท่านั้น เช่น ปลานู ปลาร่อน ปลาสวาย และปลาคูก โดยนิยมนำปลาเป็ดมาผสมกับรำ ปลาขี้ขาว หรือกากถั่วเหลือง และพรีมิกซ์ ในสัดส่วนต่าง ๆ กัน แล้วนำมาอัดเป็นเม็ดหรือเป็นเส้น หรืออาจนำมาผสมรวมกันแล้วปั้นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ก็ได้

## 2.3 ขั้นตอนการผลิตอาหารปลา (fish feed methodology)

ในการผลิตอาหารปลาเมื่อได้คำนวณสูตรอาหารพอดีความต้องการของปลาแล้ว ก็นำสูตรอาหารดังกล่าวมาผ่านกรรมวิธีการผลิตอาหารเม็ด เพื่อนำไปอนุบาลหรือเลี้ยงปลาต่อไป การผลิตอาหารเม็ดใช้เองในฟาร์มหรือผลิตจากโรงงานอาหารสัตว์ต่างก็มี ขั้นตอนการผลิตพื้นฐานเช่นเดียวกัน แต่อาจแตกต่างกันในรายละเอียดของรูปแบบเครื่องมือที่ใช้ผลิตอาหาร กำลังผลิต และการจัดการขั้นตอนการผลิตอาหารปลา หรืออาหารสัตว์น้ำประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้

### 1. การชั่งน้ำหนัก (weighing)

เมื่อผู้ผลิตทราบถึงปริมาณอาหารเม็ดที่จะผลิตจากสูตรอาหารแล้ว ก็ต้องคำนวณว่าถ้าต้องการผลิตอาหารเม็ดให้ได้ปริมาณตามที่กำหนดไว้ จะต้องใช้วัตถุดิบแต่ละชนิดเป็นส่วนผสมในปริมาณเท่าใด จากนั้นจึงทำการแยกชั่งน้ำหนักวัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ละชนิด

### 2. การบด (grinding)

การบดวัตถุดิบอาหารสัตว์ มีความจำเป็นกรณีที่มีวัตถุดิบอาหารสัตว์มีขนาดใหญ่และไม่ละเอียด เช่น เมล็ดถั่วเหลือง เมล็ดข้าวโพด มันเส้น ปลายข้าว และเปลือกกุ้ง เป็นต้น โดยวัตถุดิบเหล่านี้จะต้องนำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดอาหาร สำหรับวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีขนาดเล็ก เช่น ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำ แป้งสาลี แป้งมันสำปะหลัง หรือไบโกระถินป่น ก็ไม่จำเป็นต้องบดให้ละเอียด แต่ถ้าเป็นการผลิตอาหารในโรงงานอาหารสัตว์น้ำ ซึ่งมีการควบคุมคุณภาพอย่างดี จะบดวัตถุดิบอาหารสัตว์ทุกประเภทให้มีขนาดละเอียดเท่ากันหมด โดยอาจบด 1 ครั้ง หรือ 2 ครั้งแล้วแต่กรณีว่ามีขนาดใหญ่เล็กประการใด สำหรับวัตถุดิบอาหารสัตว์จำพวกวิตามิน แร่ธาตุ และกรดอะมิโนสังเคราะห์ จะมีขนาดละเอียดอยู่แล้ว จึงไม่ต้องนำมาบดอีก และอีกทั้งความร้อนที่เกิดจากการบด ก็ทำให้วิตามิน แร่ธาตุ และกรดอะมิโนสังเคราะห์ ถูกทำลายไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงนำไปผสมใช้ได้เลยโดยไม่ต้องบด

โดยหลักการแล้วการบดวัตถุดิบอาหารสัตว์ให้ละเอียด จะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวของวัตถุดิบอาหารสัตว์ให้มากขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้สามารถผสมวัตถุดิบอาหารสัตว์ให้เป็นเนื้อเดียวกันได้ง่ายขึ้น และช่วยให้อาหารเม็ดที่อัดออกมามีความแน่นและยึดตัวได้ดีขึ้น นอกจากนี้เรอบดวัตถุดิบอาหารสัตว์ให้ละเอียด ยังมีส่วนช่วยให้ปลาสามารถย่อยและดูดซึมธาตุอาหาร ไปใช้ประโยชน์ได้ดีขึ้น หรือสัมประสิทธิภาพการย่อยอาหารสูงขึ้น

### 3. การผสม (mixing)

การผสมอาหารมีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการให้วัตถุดิบผสมอาหารสัตว์ที่มีขนาดละเอียดได้ผสมเข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการผลิตอาหารเม็ด เนื่องจากอาหารผสมที่เป็นเนื้อเดียวกัน เมื่อทำการอัดเม็ดออกมาจะได้อาหารเม็ดที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ และมีปริมาณธาตุ

อาหารอยู่เท่า ๆ กันในทุกส่วนของอาหารเม็ดตามสูตรอาหารที่ได้คำนวณไว้ แต่ถ้าเทคนิคการผสมเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในทางอื่นไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารไม่ดี หรือการบดอาหารไม่ดีพอ ก็จะทำให้อาหารไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งเมื่ออัดเม็ด ออกมาก็จะได้อาหารเม็ดที่มีคุณภาพไม่คงที่ และปริมาณธาตุอาหารในอาหารเม็ดก็ไม่เท่ากันทุก ส่วน ดังนั้น การผสมอาหารจึงควรใช้เวลาพอสมควรประมาณ 10-20 นาที ขึ้นอยู่กับขนาดหรือ ประสิทธิภาพของเครื่องผสมอาหาร หรือองค์ประกอบของสูตรอาหาร และต้องมีเทคนิคการผสม ที่ดีพอ

#### 4. การอัดเม็ด (pelleting)

การอัดเม็ดมีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการให้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ได้รับการผสมให้เป็นเนื้อ เดียวกัน ได้เปลี่ยนรูปมาเป็นอาหารเม็ด ซึ่งจะมีคุณสมบัติเหมาะสมแก่การนำมาให้ปลาหรือสัตว์ น้ำกิน เนื่องจากอาหารเม็ดมีความจุแน่นทำให้ปลากินอาหารได้มากขึ้น หรือได้รับธาตุอาหารมาก ขึ้นอีกทั้งยังช่วยป้องกันไม่ให้ปลาเลือกกิน วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ชอบเท่านั้น เพราะว่าการที่ปลากิน อาหารเม็ดเข้าไป ก็จะได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้งหมดด้วยพร้อมกัน นอกจากนี้การอัดเม็ดยังช่วย ให้อาหารสุก เนื่องจากมีความร้อนเกิดขึ้นทำให้ปลาหรือสัตว์น้ำใช้ประโยชน์จากอาหารเม็ดได้ดีขึ้น การผลิตอาหารเม็ดใช้เองในฟาร์มนิยมใช้เครื่องบดเนื้อในการอัดเม็ด เพราะมีความสะดวกและ ราคาถูก แต่ถ้าเป็นการผลิตของโรงงานอาหารสัตว์ จะใช้เครื่องอัดเม็ดแบบจม หรือเครื่องอัดเม็ด แบบลอย ซึ่งมีราคาแพงหลายล้านบาท

#### 5. การลดความชื้น (cooling and drying)

อาหารที่ผ่านการอัดเม็ดจะมีความชื้นสูง และมีอุณหภูมิประมาณ 90°C ดังนั้นจำเป็นต้อง นำมาลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม เพื่อนำไปให้ปลาหรือสัตว์น้ำกิน และเพื่อให้เก็บรักษา อาหารเม็ดได้ในระยะเวลาหนึ่ง โดยไม่เกิดเชื้อรา การลดความชื้นในอาหารเม็ดดังกล่าวทำได้หลาย วิธี โดยถ้าเป็นการผลิตอาหารใช้เองในฟาร์ม ก็นิยมที่จะนำมาเกลี่ยเป็นชั้นบาง ๆ บนพื้นที่สะอาด แล้วตากแดดให้แห้ง

#### เครื่องมือที่ใช้ผลิตอาหารปลา (types of equipment or machinery)

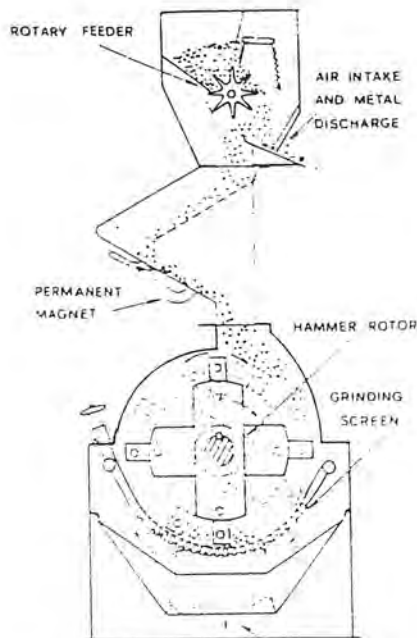
เครื่องมือที่ใช้ผลิตอาหารปลาหรืออาหารสัตว์น้ำ สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้คือ

##### 1. เครื่องบดอาหาร (grinder)

##### 1.1 เครื่องบดอาหารแบบแฮมเมอร์มิลล์ (hammermill)

เครื่องบดอาหารแบบนี้ นิยมใช้มากในการบดวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีลักษณะแห้งและไข มันน้อย เครื่องบดอาหารแบบแฮมเมอร์มิลล์ ได้แสดงไว้ในรูป ซึ่งมีหลักการทำงานเริ่มจาก การใส่วัตถุดิบอาหารสัตว์ด้านบนของเครื่อง แล้ววัตถุดิบอาหารสัตว์ก็จะถูกลำเลียงมายังชุดตีอาหาร (hammer motor) ซึ่งจะมีใบมีดเล็ก ๆ หลายใบ ทำหน้าที่สับวัตถุดิบอาหารสัตว์ให้ละเอียด จากนั้นก็ จะรอดผ่านตะแกรงด้านล่างออกมา ส่วนวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ก็จะถูกใบมีดตีต่อไป คัง นั้นการบดวัตถุดิบอาหารสัตว์ให้ได้ขนาดละเอียดมากเท่าใด ก็ต้องใช้ตะแกรง ซึ่งมีช่องว่างที่ ละเอียดมากเช่นกัน

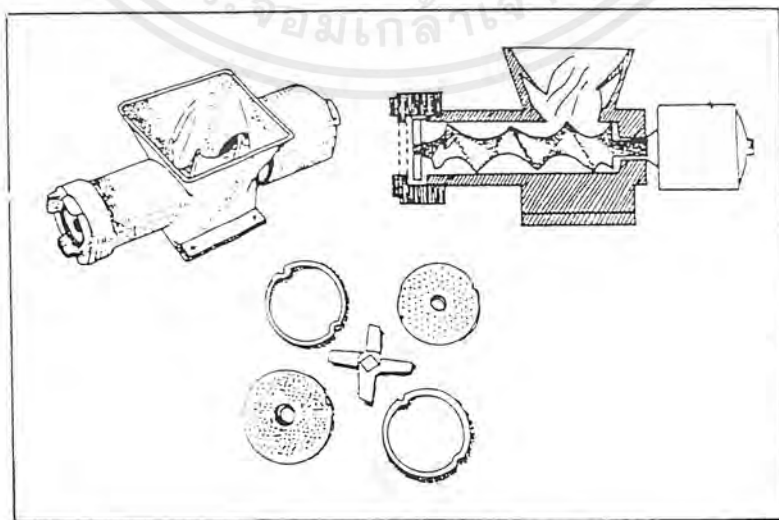
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 เครื่องบดอาหารแบบแฮมเมอร์มิลล์

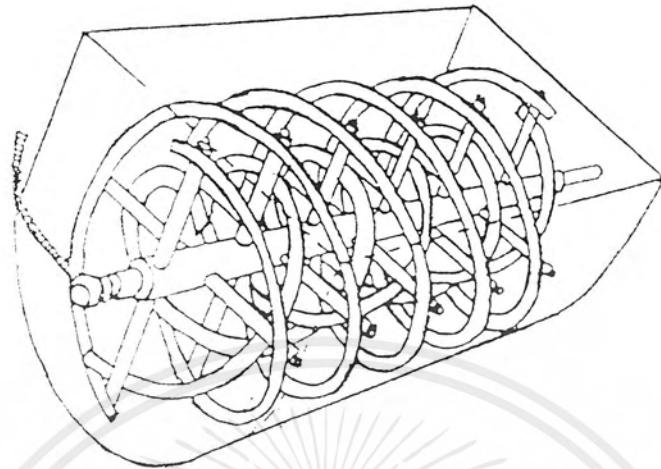
## 1.2 เครื่องบดอาหารแบบมินเซอร์ (mincer)

เครื่องบดอาหารแบบมินเซอร์หรือเครื่องบดเนื้อ นิยมใช้กับวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีลักษณะเปียก เช่น ปลาบึก ไข่ไก่ กระดูกไก่ ปลาขี้มัน เป็นต้น ดังนั้น วัตถุดิบอาหารสัตว์เหล่านี้เมื่อถูกบดออกมา ก็จะมีลักษณะเหลว หรือตะ ซึ่งส่วนมากจะนิยมนำมาผลิตเป็นอาหารผสมต่อไป เครื่องบดอาหารมินเซอร์ ได้แสดงไว้ในรูป ซึ่งมีหลักการทำงานโดยใส่วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ต้องการบดด้านบนของเครื่องแล้ว วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ต้องการบด จะถูกกลิ้งเข้ากรวยส่งอาหารที่หมุน และผ่านไปออกที่บริเวณตะแกรงอัดหรือหน้าแว่น (die) จึงทำให้อาหารเป็นเส้นยาวหรือแท่งยาว เครื่องบดอาหารแบบนี้ นิยมใช้มากในหมู่เกษตรกรหรือเจ้าของฟาร์ม เนื่องจากนอกจากใช้บดอาหารสัตว์ได้แล้ว ยังสามารถประยุกต์ใช้ในการอัดเม็ดอาหารได้เป็นอย่างดี และมีราคาถูก



รูปที่ 10 เครื่องบดอาหารแบบมินเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษานานาชาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

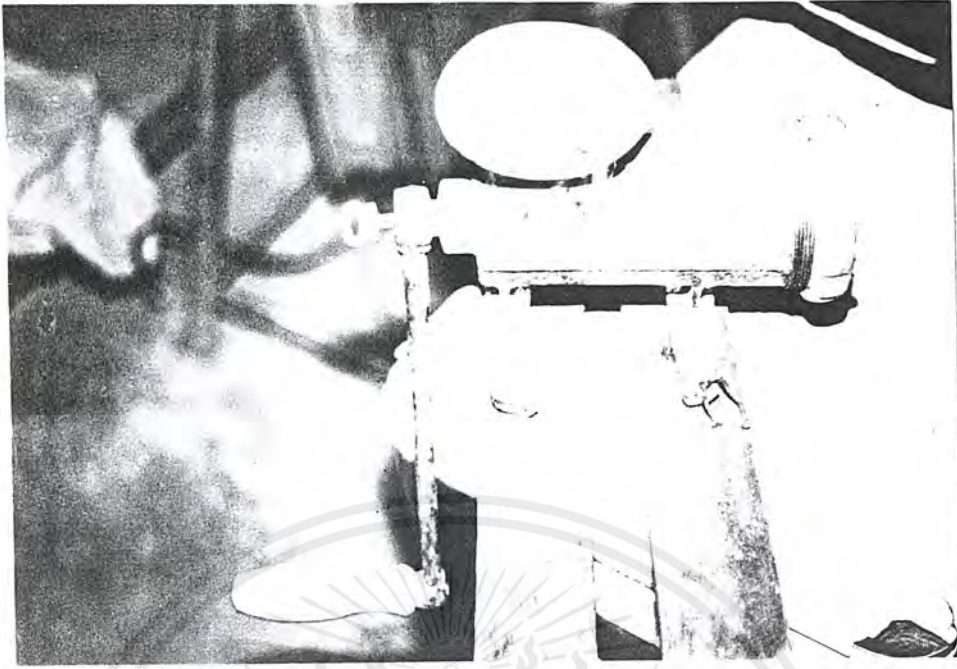


รูปที่ 11 ระบบภายในของเครื่องผสมอาหารแบบถึงนอน



รูปที่ 12 เครื่องผสมอาหารแบบถึงนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13 เครื่องบดอาหารแบบมินเซอร์แบบใช้แรงกด

### 1.3 เครื่องบดอาหารแบบโรลเลอร์มิลล์ (rollermill)

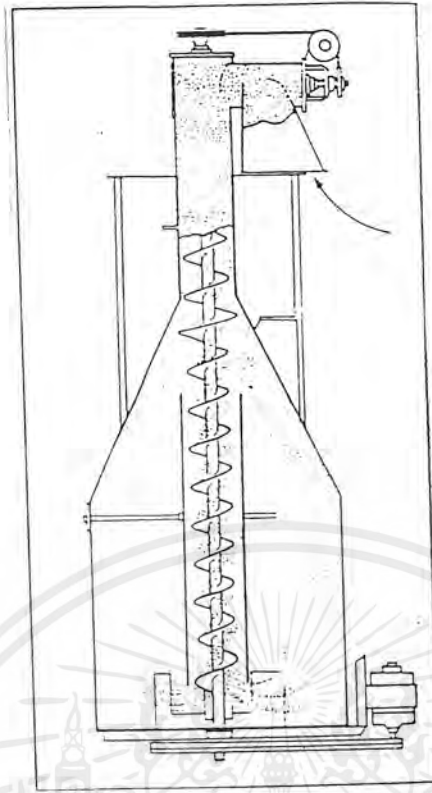
เครื่องบดอาหารแบบนี้ นิยมใช้บดวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีลักษณะแข็ง โดยประกอบด้วย ลูกกลิ้งที่หันในแง่ตรง 2 ลูก ซึ่งหมุนในทิศทางตรงกันข้ามด้วยอัตราเร็วเท่ากันหรือแตกต่างกันก็ได้ เพื่อทำหน้าที่บดอาหาร สำหรับผิวเองลูกกลิ้งอาจมีลักษณะเป็นร่องหรือเรียบ หรือรอยหยัก ก็ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของกรบด อย่างไรก็ตามเครื่องบดอาหารแบบนี้ไม่นิยมใช้ในฟาร์มสัตว์น้ำ แต่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมผลิตแป้งเป็นส่วนใหญ่

#### 2. เครื่องผสมอาหาร (mixer)

##### 2.1 เครื่องผสมอาหารแบบตั้งตั้ง (vertical mixer)

เครื่องผสมอาหารแบบตั้งตั้ง มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก หรือกรวยอยู่ในแนวตั้ง มีแกนกลางที่มีลักษณะเป็นเกลียวอยู่ 1 ชุด หรือ 2 ชุด โดยถ้ามีเกลียว 2 ชุดจะช่วยให้การผสมอาหารดีขึ้น เกลียวดังกล่าวจะหมุนได้ประมาณ 100-200 รอบ นาที ทำให้สามารถลำเลียงวัตถุดิบอาหารสัตว์จากด้านบนลงเข้าไปผสมในกระบอกผสม และเมื่อวัตถุดิบอาหารสัตว์ผสมกันถึงด้านบนของเครื่อง ก็จะถูกใบพัดสาดไม้กระดกผลักไปรอบ ๆ และตกลงมาด้านล่าง แล้วถูกลำเลียงเข้าไปในกระบอกผสมอีก จนในที่สุดก็ถูกผลักเป็นเนื้อเดียวกัน เครื่องผสมอาหารแบบตั้งตั้ง มีพื้นที่กระบอกผสมประมาณ 10-20% ของพื้นที่ทั้งหมด ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีลักษณะแข็งมีความชื้นน้อย และมีขนาดหรือความกว้างจำเพาะใกล้เคียงกันเท่านั้น เนื่องจากถ้าอาหารมีความชื้นมาก จะทำให้เกิดการลื่นในกระบอกผสมทำความสะอาดยาก แต่ถ้าหากจำเป็น ต้องใส่น้ำ ก็ควรที่จะผสมวัตถุดิบกับน้ำไปทีละนิด ๆ ก่อนจึงป้อนเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 14 แสดงระบบภายในของเครื่องผสมอาหารแบบตั้ง

## 2.2 เครื่องผสมอาหารแบบตั้งนอน (horizontal mixer)

เครื่องผสมอาหารแบบตั้งนอน มีประสิทธิภาพในการผสมดีกว่า และสามารถผสมวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้เร็วกว่าเครื่องผสมอาหารแบบตั้ง โดยจะมีลักษณะเป็นถังทรงกระบอกหรือครึ่งวงกลมหงาย ภายในตัวถังจะมีแกนกลางซึ่งจะมีใบพัดหรือเกลียวติดอยู่ เพื่อทำหน้าที่ในการผสมวัตถุดิบอาหารสัตว์ให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน เครื่องผสมอาหารแบบนี้ มีข้อดีที่สามารถผสมได้ทั้งวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีลักษณะแห้ง และวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีลักษณะเปียก อีกทั้งยังสามารถผสมวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้พร้อมกันทีเดียว ไม่ต้องสลับเปลี่ยนวัตถุดิบอาหารสัตว์ทีละชนิด และสามารถผสมของเหลว เช่น น้ำ น้ำมันพืช น้ำมันตับปลาได้เลย ดังนั้นจึงเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในฟาร์มสัตว์น้ำ หรือโรงอาหารสัตว์มากกว่าเครื่องผสมอาหารแบบตั้งซึ่งมีข้อจำกัดมากกว่า

### 3. เครื่องอัดเม็ด (pelleting machine)

#### 3.1 เครื่องบดอาหารแบบมินเซอร์ (mincer)

เครื่องบดอาหารแบบมินเซอร์หรือเครื่องบดเนื้อ จัดเป็นเครื่องสารถัดประ โยชน์อ่อนแอก ประสงค์ ทำหน้าที่ได้ทั้งบดอาหารและอัดเม็ด การผลิตอาหารให้เองในฟาร์มส่วนมากนิยมใช้ เครื่องบดอาหารแบบมินเซอร์ ทำหน้าที่อัดเม็ดอาหาร โดยอาจนำไปอัดไปคิดไว้บริเวณตะแกรงอัด หรือหน้าแวน ดังนั้นเมื่ออาหารผสมที่ถูกลำเลียงมา โดยเกลียวส่งอาหารผ่านออกมาทางหน้าแวน ก็ จะถูกใบมีดตัดเป็นท่อนสั้น ๆ หรือถ้าไม่มีใบมีดก็ใช้มือปาด ก็จะได้อาหารที่มีขนาดสั้นลง และถ้า ต้องการอาหารที่มีขนาดต่างกัน เช่น ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง หรือขนาดเล็ก ก็เปลี่ยนหน้าแวนให้มี ขนาดของรูตามที่ต้องการ โดยทั่วไปแล้วการอัดเม็ดด้วยมินเซอร์จะได้ผลดีควรผสมน้ำเข้าไป ประมาณ 30 % จึงนำมาอัดเม็ด เพราะปริมาณน้ำดังกล่าวช่วยลดแรงเสียดสีภายในเครื่อง และช่วย ให้แป้งสุกทำให้ปลาย่อยได้ง่ายขึ้น อีกทั้งอัดเม็ดได้แน่น

#### 3.2 เครื่องอัดเม็ดแบบจม (pelleting machine)

เป็นเครื่องมือที่ใช้อย่างแพร่หลายในการผลิตอาหารสัตว์บก เช่น ไก่และหมู เป็นต้น แต่ก็ ได้นำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตอาหารกุ้ง เนื่องจากอาหารเม็ดที่ผลิตได้ โดยเครื่องอัดเม็ดแบบจม จะมีความแข็งแรงมากและจมน้ำ โดยมีความถ่วงจำเพาะประมาณ 0.5-0.6 กรัม/ซีซี ดังนั้นจึงเหมาะ กับพฤติกรรมการกินอาหารของกุ้ง ซึ่งกินที่ก้นบ่ออย่างช้า ๆ การทำงานของเครื่องอัดเม็ดแบบจม จะมีการควบคุมอุณหภูมิความชื้น และความดันระหว่างการผลิตอยู่ตลอดเวลา

### 4. เครื่องอบแห้ง (cooler and dryer)

#### 4.1 เครื่องอบแห้งแบบตั้งตั้ง (vertical cooler and dryer)

เครื่องอบแห้งแบบตั้งตั้ง จะมีช่องบริเวณด้านบนของเครื่อง เพื่อให้อาหารที่เพิ่งเสร็จสิ้นการ อัดเม็ดได้ผ่านลงมายังด้านล่างตัวเครื่องภายในตัวเครื่องจะมีพัดลมดูดอากาศ ทำให้อาหารเม็ดที่ร้อน เย็นลง เนื่องจากมีความชื้นสัมพัทธ์ลดลง จากนั้นอาหารเม็ดจะถูกปล่อยออกด้านล่างของเครื่อง และนำไปแยกฝุ่นและบรรจุเพื่อจำหน่ายต่อไป เครื่องอบแห้งแบบนี้นิยมใช้ในโรงงานอาหารสัตว์ที่ มีพื้นที่จำกัด

#### 4.2 เครื่องอบแห้งแบบถังนอน (horizontal cooler and dryer)

เครื่องอบแห้งแบบถังนอน นิยมใช้มากในโรงงานอาหารสัตว์ทั่วไป โดยภายในตัวเครื่องจะมีสายพานลำเลียงอาหารเม็ด ที่เพิ่งเสร็จสิ้นการอัดเม็ดเข้าไปในตัวเครื่อง โดยจะรับอาหารจากด้าน หนึ่งไปออกอีกด้านหนึ่ง ในระหว่างการลำเลียง ก็จะมีพัดลมดูดอากาศทำให้อาหารเย็นลงเช่นกัน อย่างไรก็ตามการลดความชื้นของอาหารเม็ด ยังอาจทำได้โดยการอบในตู้อบให้อาหารเม็ดแห้ง แล้วใช้พัดลมดูดอากาศออกมา ก็จะทำให้ประสิทธิภาพการลดความชื้นดีขึ้น

## 2.4 การให้อาหารปลา (feeding) ( วีรพงษ์ วุฒิพันธุ์ชัย:2536)

การเลี้ยงปลา จัดได้ว่าเป็นศิลป์แขนงหนึ่ง ซึ่งการที่ผู้เลี้ยงจะประสบผลสำเร็จในการเลี้ยงปลานั้น จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับอาหาร คุณภาพน้ำ โรคพยาธิ และการจัดการฟาร์มปลาเป็นอย่างดี เนื่องจากปลาอยู่ในน้ำไม่เหมือนกับสัตว์บก ดังนั้นจึงต้องการการเอาใจใส่เป็นอย่างดี สภาพการณ์เลี้ยงปลาในแต่ละท้องที่จะแตกต่างกันไป ซึ่งก็เป็นหน้าที่ของผู้เลี้ยงหรือเจ้าของฟาร์มที่ต้องพยายามปรับปรุงรูปแบบการเลี้ยงปลาของคนให้เข้ากับสภาพแวดล้อม เพื่อให้สามารถเลี้ยงปลาได้เป็นปกติ โดยทั่วไปแล้วรูปแบบการเลี้ยงปลาตามการให้อาหารปลาอาจแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ

### 1. การเลี้ยงแบบดั้งเดิม (extensive system)

เป็นการเลี้ยงปลาแบบธรรมชาติ ไม่ได้มีการให้อาหารสมทบแก่ปลาเลย โดยปลาจะได้รับอาหารธรรมชาติที่มีในบ่อเป็นอาหารเท่านั้น การเลี้ยงปลาแบบดั้งเดิม จะมีการหมักหญ้าให้เน่าเป็นปุ๋ยหรืออาจใส่ปุ๋ยสมทบเพื่อให้เกิดอาหารธรรมชาติ เช่น ในการเลี้ยงปลาสด ปลาตะเพียนขาว หรือปลานิล เป็นต้น

### 2. การเลี้ยงแบบกึ่งพัฒนา (semi-intensive system)

เป็นการเลี้ยงปลาที่จะมีการใส่อาหารสมทบเข้าไปในบ่อเป็นบางครั้งคราว ทำให้ผลผลิตปลาสูงกว่าแบบดั้งเดิม การเลี้ยงปลาแบบนี้นิยมใช้กับปลากินพืชหรือปลากินพืชและเนื้อ เช่น ปลาตะเพียนขาว ปลานิล ปลาจีน ปลายี่สก เป็นต้น โดยส่วนมากมักจะให้ปลายี่สก หรือรำผสมกากถั่วเหลืองสมทบให้ปลา กิน นอกเหนือไปจากอาหารธรรมชาติที่มีในบ่อ แต่ถ้าในบางท้องที่มีวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่หาได้ง่ายและราคาถูก เช่น เมล็ดข้าวโพดบด รำละเอียด ก็อาจนำมาป่นเป็นก้อน แล้วโยนให้ได้เช่นกัน

### 3. การเลี้ยงปลาแบบพัฒนา (intensive system)

การเลี้ยงปลาแบบพัฒนา จะมีการปล่อยปลาเลี้ยงแบบหนาแน่น มีการลงทุนสูง ให้อาหารในปริมาณมากและมีการระบายน้ำ การควบคุมคุณภาพน้ำ การป้องกันรักษาโรค และการจัดการฟาร์มอย่างดี ดังนั้นการเลี้ยงปลาแบบนี้จึงเหมาะกับปลาที่มีราคาสูง เช่น การเลี้ยงปลาคุในบ่อดินหรือบ่อซีเมนต์ การเลี้ยงปลาเก๋าหรือปลากระพงขาวในกระชัง และการเลี้ยงปลานู และปลาช่อน เป็นต้น การเลี้ยงปลาแบบพัฒนาส่วนมากพบว่าต้นทุนค่านินการประมาณ 50% ขึ้นไป จะเป็นค่าอาหารเนื่องจากไม่สามารถพึ่งพาอาหารธรรมชาติในบ่อได้เลย ดังนั้นการให้อาหารสด อาหารผสมสด หรืออาหารเม็ดแก่ปลาเหล่านี้ จึงควรคำนึงถึงจุดคุ้มทุนด้วย

### 4. การเลี้ยงปลาแบบผสมผสาน (integrated system)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการเลี้ยงปลา ร่วมกับการปลุกสัตว์ เช่น ไก่ หมู เป็ด เป็นต้น ซึ่งมีข้อดีที่มูลสัตว์และเศษอาหารจะตกลงมาในบ่อปลาได้เป็นอาหารสมทบแก่ปลาโดยตรง โดยไม่ต้องให้อาหารเสริมอื่นๆ เลย และยังเป็นปุ๋ยที่ทำให้อาหารธรรมชาติในบ่อมีมากขึ้น ทำให้ผลผลิตการเลี้ยงปลาแบบผสมผสานส่วนมาก มีมากกว่าการเลี้ยงปลาแบบกึ่งพัฒนา การเลี้ยงปลาแบบนี้ส่วนใหญ่จะเป็นการเลี้ยงปลานิล ปลาไน ปลาดุกเพียนขาว ปลาสวาย ปลาจิง ปลายี่สก หรือปลับักอูย ร่วมกับการเลี้ยงหมูหรือการเลี้ยงไก่ เช่น การเลี้ยงปลาบักอูยจำนวน 200,000 ตัว ในบ่อขนาด 10 ไร่ ร่วมกับการเลี้ยงไก่ 2 เล้า จำนวน 10,000 ตัว หรือการเลี้ยงปลาจิงพีชจำนวน 5,000 ตัว ในบ่อขนาด 1 ไร่ ร่วมกับการเลี้ยงหมู 1 เล้า จำนวน 8 ตัว เป็นต้น

จากการที่กล่าวมาข้างต้นจึงเห็นได้ว่า อาหารเป็นต้นทุนผันแปรที่สูงที่สุดของการเลี้ยงปลา โดยเฉพาะในการเลี้ยงปลาแบบพัฒนา ดังนั้นการลดต้นทุนอาหารหรือการให้อาหารอย่างเหมาะสมก็ช่วยให้ลดต้นทุนการดำเนินการลงได้บางส่วน และอาจได้รับกำไรมากขึ้น อาหารที่มีคุณภาพดีมีธาตุอาหารพอดีความต้องการของปลา ถ้าไม่รู้จักวิธีการให้อาหารอย่างดีก็อาจทำให้พื้นบ่อเน่าและปลาอาจเป็นโรค และเจริญเติบโตช้า โดยทั่วไปแล้วหลักการให้อาหารปลาเป็นการเจริญเติบโตและมีจุดคุ้มทุนของการเลี้ยงปลาควรพิจารณาถึงสิ่งเหล่านี้

#### การผลิตอาหารปลาคูใช้เอง

ในการผสมอาหารนั้นมีเทคนิคอยู่ 2 ประการ ที่ต้องกระทำเพื่อให้ได้อาหารลอยน้ำที่สมบูรณ์คือ

ประการแรก ส่วนผสมอาหารต้องบดให้ละเอียด เพื่อให้ส่วนผสมของอาหารผสมได้อย่างทั่วถึง และให้อาหารสำเร็จรูปที่ได้ลอยน้ำได้ดี

ประการที่สอง มันสำปะหลังจะขาดไม่ได้ เพราะว่ามันสำปะหลังจะเป็นตัวยึดให้ส่วนผสมของอาหารรวมกันเป็นเม็ด ถ้าขาดมันสำปะหลังในส่วนผสมของอาหารแล้ว เป็นที่เชื่อกันว่าเนื้อปลาคูจะไม่ฟู ซึ่งมันสำปะหลังที่ใช้อาจใช้มันเส้น หรือหัวมันที่ตากแห้งแล้วนำมาบดก็ใช้ได้

#### วิธีการผลิตอาหารปลาคูลอยน้ำทำได้ดังนี้

1. บดวัตถุดิบบางชนิดที่ต้องการใช้ในสูตรอาหารให้ละเอียดเสียก่อน เช่น ข้าวโพด ปลายข้าว มันเส้น กากถั่วเหลือง เป็นต้น ควรทำการบด 2 ครั้ง ผ่านรูดะแกรงบดขนาด 0.75-1 หุน ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าวัตถุดิบอาหารนั้นละเอียดจริง ๆ ส่วนรำละเอียดและปลาป่นไม่จำเป็นต้องบด

2. ผสมอาหารตามสูตร โดยจะผสมด้วยมือหรือเครื่องผสมอาหารที่มีอยู่ก็ได้

3. เมื่อผสมเข้ากันดีแล้ว ให้เติมน้ำลงไปให้อาหารอีกประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ (น้ำ 30 กิโลกรัมต่ออาหารแห้ง 100 กิโลกรัม) คลุกเคล้าให้ทั่ว โดยอาจใช้มือคลุกหรือเครื่องผสมแบบถนอมก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ป้อนอาหารที่ผสมน้ำแล้วเข้าเครื่องอัดเม็ดแบบเปียก โดยอาจคัดแปลงเครื่องบดอาหารแบบมินเซอร์มาใช้งานแทน ขณะทำการอัดเม็ดจะเกิดความร้อนขึ้น ซึ่งจะช่วยให้การย่อยได้ของแป้งในอาหารดีขึ้น

5. นำอาหารที่อัดเม็ดแล้วไปผึ่งแดด หรือนำไปทำให้แห้งโดยการอบจนอาหารแห้งสนิทแล้ว ก็นำไปใช้เลี้ยงปลาได้ทันที การใช้ก็เช่นเดียวกับการให้อาหารสำเร็จรูปจากบริษัท

#### หลักการให้อาหาร (อูคร ต่งฟุ่ม : 2534)

การให้อาหารปลาคควรปฏิบัติดังนี้

1. ให้เป็นที่เย็นแห้ง สำหรับปลาใหญ่ สำหรับปลาเล็กให้ที่วับ
2. ให้เป็นเวลาแน่นอนทุกวัน เช่น 8 โมงเช้า และ 5 โมงเย็น เป็นต้น
3. การเปลี่ยนอาหารไม่เปลี่ยนอย่างกะทันหัน ควรให้อาหารชนิดใหม่ควบคู่ไปกับอาหารเดิมอยู่ประมาณ 2-3 วัน โดยค่อยๆ ลดปริมาณอาหารเดิม
4. ปลาขนาดเล็กควรให้ปริมาณมาก และบ่อยครั้งกว่าปลาใหญ่ คือให้วันละ 2-3 ครั้ง สำหรับปลาใหญ่ให้วันละ 1 หรือ 2 ครั้ง
5. ในสภาพอุณหภูมิสูงควรให้อาหารมากกว่าอุณหภูมิต่ำ
6. เมื่อปลาเกิดเป็นโรคควรลดปริมาณอาหารให้น้อยลง
7. ถ้าใส่ยาลงในอาหารควรให้อาหารเลี้ยงในปริมาณน้อยลง
8. ปลาที่เลี้ยงในน้ำไหลจะต้องกินอาหารมากกว่าปลาที่เลี้ยงในน้ำนิ่ง และโตเร็วกว่าถ้าปล่อยในปริมาณเท่ากัน

#### ตารางที่ 2

สูตรอาหารสำหรับปลาคูก (วีรพงษ์ วุฒิพันธุ์ชัย : 2536)

ส่วนผสมของอาหารสำหรับปลาคูกใหญ่

ชนิดของวัตถุดิบ	เปอร์เซ็นต์
ปลาป่น	17
การถั่วเหลือง	17
กากถั่วลิสง	18.4
รำละเอียด	22
ปลายข้าว	24
วิตามินและแร่ธาตุ	1.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 3

## ส่วนผสมของอาหารสำหรับปลาอุกเล็กถึงขนาดกลาง

ชนิดของวัตถุดิบ	เปอร์เซ็นต์
ปลาป่น	23
การถั่วเหลือง	23
กากถั่วลิสง	23
รำละเอียด	14
ปลายข้าว	15.4
วิตามินและแร่ธาตุ	1.6

หมายเหตุ เมื่อผสมวัตถุดิบเข้ากันดีแล้วให้เติมน้ำลงไปประมาณ 30% (น้ำ 30 กิโลกรัม ต่ออาหารแห้ง 100 กิโลกรัม)

## แนวโน้มนตลาด

1. พิจารณาจากราคา จะเห็นได้ว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของราคาปลาอุกนั้นสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์น้ำอื่นๆ
2. เนื่องจากอุปนิสัยของคนไทยซึ่งนิยมบริโภคเนื้อปลาอยู่แล้ว ถ้าสามารถลดต้นทุนการผลิตเพื่อให้ราคาต่ำลงได้แล้ว จะทำให้การบริโภคสูงขึ้น
3. ผลผลิตจากแหล่งน้ำธรรมชาติลดลง อันเนื่องมาจากแหล่งน้ำเสื่อมโทรม ก็จะมีผลทำให้การบริโภคปลาจากการเพาะเลี้ยงมากขึ้น
4. การอพยพเข้ามาหางานทำในกรุงเทพฯ ทำให้โอกาสในการออกไปหาปลาจากแหล่งน้ำลดลง ก็จะต้องซื้อปลาบริโภคมากกว่าหาเองจากแหล่งธรรมชาติ
5. เมื่อมีการเลี้ยงแบบอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถควบคุมปริมาณ และคุณภาพของปลาอุกได้แล้ว ก็มีโอกาสในการแข่งขันในระดับต่างประเทศมากขึ้น
6. ในปัจจุบันมีการรณรงค์การบริโภคอาหารโปรตีนจากเนื้อปลา เพราะให้โปรตีนสูงย่อยง่าย และราคายังถูกด้วย

## ปัญหาและอุปสรรค

1. สำหรับปลาอุกเทศนั้นยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก ต้องมีการประชาสัมพันธ์เพื่อให้ผู้บริโภคยอมรับให้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนเหลือจากการตลาด (Market Margin) ของปลาคุณซึ่งต้องเช่าน้ำตลอดจนทั้งนี้เพราะผู้บริโภคนิยมบริโภคแบบมีชีวิต ทำให้ส่วนเหลือจากการตลาดสูง จากการศึกษาของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่าส่วนเหลือจากการตลาดของปลาน้ำจืดเฉลี่ยกิโลกรัมละ 14 บาท
3. สำหรับตลาดในต่างประเทศนั้น ยังมีการแข่งขันกับปลาคุณจากแหล่งน้ำธรรมชาติในบางช่วงฤดู โดยเฉพาะในฤดูฝน ดังนั้นการผลิตและตลาดควรคำนึงถึงฤดูกาลด้วย
4. ตลาดต่างประเทศ ยังค่อนข้างจำกัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 ศึกษารูปแบบของระบายอากาศและระบายความร้อน

ลักษณะของช่องระบายอากาศและช่องระบายความร้อนนั้น โดยมากจะอยู่ด้านหลังของผลิตภัณฑ์ เพื่อระบายอากาศและความร้อนจากเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือ ความร้อนจากมอเตอร์ซึ่งใจผลิตภัณฑ์นั้น ช่องระบายความร้อนก็มีความแตกต่างกันออกไปตามระบบกลไก ภายในและลักษณะการใช้งาน ซึ่งผู้วิจัยยกตัวอย่างของช่องระบายความร้อนได้ดังนี้

1. ช่องระบายความร้อนแบบเจาะตรง เป็นลักษณะของช่องระบายความร้อนที่เจาะในแนวตั้งหรือแนวนอน ซึ่งจำนวนช่องนั้น ขึ้นอยู่กับความจำเป็นในการระบายอากาศหรือความร้อน แต่แต่ละแบบถ้าต้องการระบายความร้อนมาก ๆ ควรให้ช่องระบายความร้อนมีจำนวนมาก ๆ เพื่อที่จะเป็นการระบายความร้อนได้ดีขึ้น
2. ช่องระบายอากาศแบบเจาะรู ช่องกลม หรือแบบรังผึ้ง ลักษณะนี้จะเป็นการระบายอากาศเป็นช่องหรือเจาะรู เพื่อการระบายอากาศ หรือความร้อน ลักษณะการระบายอากาศแบบนี้มักจะพบทั่วไปใน วิทยุแท็บ เป็นต้น เพราะไม่มีความร้อนในเครื่องมากนัก
3. ช่องระบายอากาศแบบกลีบ ลักษณะของช่องระบายอากาศเป็นลักษณะของคลื่น มีช่องระบายความร้อน ช่องระบายความร้อนแบบมีข้อดี คือ ช่องป้องกันฝุ่นละออง และละอองน้ำได้ดี

## 2.6 ศึกษาลักษณะของ GRAPHIC ของผลิตภัณฑ์

ลักษณะของการฟีดบนผลิตภัณฑ์โดยทั่วไป จากการที่มีผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลนั้นพบว่า GRAPHIC ที่ได้ปรากฏบนตัวผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในปัจจุบันโดยทั่วไปมี 3 ประเภทด้วยกันคือ

1. แบบสติ๊กเกอร์ การติดสติกเกอร์ GRAPHIC แบบสติ๊กเกอร์นั้น มักจะเป็นลักษณะการติดแบบชั่วคราว เช่น คำโฆษณา ฯลฯ บางทีบอกลักษณะของประสิทธิภาพพิเศษของผลิตภัณฑ์ให้เห็นชัดเจน หรือลักษณะการลด, แลก, แจก, แถม ตลอดจนลักษณะสวดลายตกแต่งผลิตภัณฑ์ เป็นต้น
2. แบบซิลิโคน เป็นลักษณะของกราฟฟิค บนผลิตภัณฑ์ที่ติดแบบถาวร ผู้ใช้งานสามารถที่จะเห็นได้อย่างชัดเจน ส่วนมากจะเป็นลักษณะของข้อบ่งชี้ต่าง ๆ เช่น สวิตช์เปิด-ปิด ตัวปรับต่าง ๆ สัญลักษณ์ตัวเลข เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบกล่องสี่ก, พูนค้ำ บนตัวผลิตภัณฑ์ ลักษณะนี้ ส่วนใหญ่จะเป็นกราฟฟิคที่คิดแบบถาวร กับผลิตภัณฑ์ ส่วนมากจะเป็นลักษณะการสื่อถึงข้อบ่งชี้ของผลิตภัณฑ์ ความจำเป็นในการใช้งาน ส่วนมากจะถูกติดตั้งไว้ด้านหลังของผลิตภัณฑ์

## 2.6 เหล็ก (Steel) ประเภท ใจสะอาด $r$ (2525)

แร่เหล็กพบอยู่มากหลายแห่งในโลก ประกอบกับการถลุงเหล็กก็กระทำได้มากยากนัก เครื่องจักร เครื่องมือ ตลอดจนอุปกรณ์ทางช่างกลต่าง ๆ ส่วนมากทำด้วยเหล็กทั้งสิ้น เหล็กกล้า เป็น โลหะที่ใช้งานมากกว่าโลหะอื่น ๆ รวมกัน แม้ว่าเหล็กกล้าจะสามารถหล่อลงแบบให้มีรูปร่างต่าง ๆ ที่ซับซ้อนได้โดยตรงก็ตาม แต่ส่วนมากจะหล่อเหล็กกล้าเป็นแท่ง (Ingot) ไว้ใช้สำหรับนำไปทำต่อเหล็กเส้น เหล็กแผ่น หรือรูปร่างอื่น ๆ ต่อไป เหล็กกล้าสามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ชนิด ใหญ่ ๆ คือ

1. เหล็กกล้าธรรมดา (Plain Carbon Steels)
2. เหล็กกล้าผสม (Alloy Steel)

### ประโยชน์

เหล็กกล้าชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่ำ จะถูกนำไปใช้สำหรับทำเส้นลวด เหล็กหน้าต่าง ๆ เช่น เหล็กฉาก เหล็กตัวซี เหล็กตัวไอ เป็นต้น และใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักร เช่น สกรู นอต และสลักเกลียวต่าง ๆ เหล็กกล้าชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนปานกลาง จะถูกนำไปใช้สำหรับทำราว เหล็กทำขวานทำเฟือง และชิ้นส่วนที่ต้องการความแข็งแรงสูง เหล็กกล้าชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนสูง จะนำไปใช้ทำมีดต่าง ๆ เช่น มีด ครก สว่าน ดอกทำเกลียว และงานที่ต้องทนต่อการเสียดสี

โลหะผสมอลูมิเนียม แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

- ก) โลหะผสมเหนียวใช้ทำวัสดุสำเร็จ โดยการรีด
- ข) โลหะผสมหล่อใช้ทำวัสดุสำเร็จ โดยการหล่อ

## 2.7 คุณสมบัติของอลูมิเนียม

ลักษณะภายนอกของอลูมิเนียม คือ สีขาวเงิน น้ำหนักเบา ความหนาแน่น 27 กก./มม. (หนักกว่าประมาณ 2 เท่า) ตรงผิวของอลูมิเนียมเป็นโลหะที่ทนต่อการผุกร่อน กรดอินทรีย์ทุกชนิด นอกจากกรดคลอโรซัลฟูริกที่มีปฏิกิริยาต่ออลูมิเนียมอย่างรวดเร็ว กรดอินทรีย์ เช่น กรดมะนาว กรดน้ำส้ม ไม่มีปฏิกิริยาต่ออลูมิเนียม ดังนั้นอลูมิเนียมจึงใช้ได้ดีในการทำภาชนะสำหรับหุงต้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการประกอบชิ้นส่วนที่ทำด้วยอลูมิเนียม หรือ โลหะอลูมิเนียม หรือ โลหะผสมอลูมิเนียม กับโลหะ เช่น ทองแดง หรือ เหล็ก มักทำให้โลหะอลูมิเนียมเสียตรงต่อ เมื่อเวลาเกิดความร้อน จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านซึ่งทำให้โลหะอลูมิเนียมผุกร่อน วิธีป้องกันโดยบุตรตรงรอยต่อ นั้น ด้วยฉนวนเสียก่อนอลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีความคงทนต่อแรงดึงต่ำ ประมาณ 7-18 กก./มม. เท่านั้น โดยง่ายเราสามารถเจาะหรือกลึงชิ้นส่วนที่ทำด้วยอลูมิเนียมได้ง่ายและรวดเร็วกว่าเหล็ก เพราะเครื่องกลึงเครื่องเจาะสามารถทำงานได้ด้วยอัตราเร็วสูง

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีความคงทน และแข็งแรงน้อยจึงไม่ค่อยมีใช้ในรูปของวัสดุโครงสร้าง คุณสมบัติของอลูมิเนียมจะดีมากเมื่อผสมโลหะลงไป

### ข้อมูลกรรมวิธีการประกอบชิ้นงาน ชวิิน เป้าอารีย์(2521)

กรรมวิธีการผลิตชิ้นงาน การต่อหรือการประสานวัสดุชิ้นงานเข้าด้วยกันผลิตภัณฑ์ที่ต้องการประกอบเข้าด้วยกันตั้งแต่สองชิ้นหรือมากกว่าโดยปกติการยึดติดกันนั้นสามารถใช้กรรมวิธีการต่าง ๆ ได้ดังนี้

การเชื่อม (Welding) การต่อชิ้นงานให้ติดกัน โดยการให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานจนหลอมละลายติดกันหรือเค็มลวดเชื่อม นอกจากนี้อาจจะใช้แรงอัดเข้าแบบของการเชื่อม ถ้าเรียกตามลักษณะที่เชื่อม จะมีแบบราบแนวระดับ (Horizontal) และแนวตั้ง เป็นอันดับที่สองและสามตามลำดับ แต่ถ้าเรียกตามชนิดของเชื่อม ที่สำคัญจะมีเพียง 2 ชนิดคือ

1. การเชื่อมแบบต่อชน (Butt weld) เป็นการเชื่อมแบบปลายต่อปลายชนกับ ซึ่งการเชื่อมติดนี้จะใช้สำหรับรับแรงดึงหรือแรงอัด โดยตรง
2. การเชื่อมแบบต่อทาบ (Fillet weld) เป็นการเชื่อมแผ่นเหล็กที่ตั้งฉากกันหรือซ้อนกัน การเชื่อมชนิดนี้เหล็กที่เชื่อมจะรับรับแรงดึงและแรงเฉือนได้ดีด้วย

การอัดยึด (Pressing) เป็นกรรมวิธีการอัดชิ้นงานให้ยึดติดกัน เช่น งานอัดสามเพลลาแกน เป็นต้น การอัดนี้สามารถอัดให้ติดกันอย่างถาวรหรืออัดแล้วถอดออกจากกันได้

การใช้สลักเกลียวยึด (Riveting) เป็นกรรมวิธีการทำให้ชิ้นงานยึดติดกันโดยวิธีการย้ำหมุด

การใช้สลักเกลียวยึด (Screw Fastening) เป็นกรรมวิธีการยึดวัสดุชิ้นงานให้ติดกัน โดยใช้สลักเกลียว

## 2.8 การใช้งานสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการศึกษาข้อมูลเพื่อทำการออกแบบเครื่องปั้นลูกชิ้น สำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือนนั้น ก่อนที่จะเริ่มการผลิตจำเป็นต้องมีปัจจัยหลายอย่างมาประกอบการผลิต และสิ่งหนึ่งที่ถือว่าขาดไม่ได้ นั่นคือ อุปกรณ์ส่งกำลังได้แก่ สายพานตัววีส่งกำลัง ซึ่งเป็นสายพานแบบพิเศษสำหรับงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร ซึ่งสายพานตัววี ส่งกำลังจะมีคุณลักษณะทั่วไปดังนี้

### คุณสมบัติและลักษณะ

#### (1) ลักษณะทั่วไป

สายพานตัววีจะต้องปราศจากตำหนิหรือข้อบกพร่องใด ๆ ที่จะเป็นอุปสรรคต่อการใช้งาน การทดสอบให้ทำ โดยการตรวจตราให้เรียบร้อย

#### (2) ความแข็งแรงทนแรงดึงและยึด

การส่งกำลังทางกลจากเพลานหนึ่งไปยังเพลานหนึ่ง อาจทำได้ 3 วิธี คือ โดยใช้โซ่ สายพาน และเฟือง การส่งกำลังโดยสายพานเป็นการส่งกำลังแบบอ่อนตัวได้ดี (Flexible) ซึ่งมีข้อเสียหลายประการ เมื่อเปรียบเทียบกับ การส่งกำลังโดยใช้เฟือง ข้อดีคือราคาถูก และใช้งานง่ายรับแรงกระตุกและการสั่นสะเทือนได้ดี ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง เหมาะสำหรับการส่งกำลังซึ่งในเครื่องอัดเม็ดอาหารสำหรับปลาคุณนี้ได้ใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังในการทำงานของเครื่อง ดังนั้นจึงต้องคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ที่เหมาะสมเพื่อเป็นต้นกำลังของเครื่อง

จากการทำงานของตัวผลิตภัณฑ์ ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาได้นำชนิดของมอเตอร์แบบต่าง ๆ มาวิเคราะห์ใช้ในการใช้งานดังนี้

1. สปลิตเฟสมอเตอร์ (Split-phase Motor)
2. คาแพซซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor)
3. รีพัลชัน ไรฟ์มมอเตอร์ (Repulsion-type Motor)
4. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal Motor)

ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์เป็นมอเตอร์ชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรง และไฟฟ้ากระแสสลับ (ชนิด 1 เฟส) ฉะนั้นบางแห่งก็เรียกว่ามอเตอร์ กระแสพันธ์ทาง มอเตอร์ชนิดนี้จะมีขนาดตั้งแต่ 1/200 กำลังม้า ถึง 1/3 กำลังม้า คุณสมบัติพิเศษของมอเตอร์ชนิดนี้ก็คือแรงเริ่มหมุนสูง (หมุนได้ตั้งแต่ 3000 รอบต่อนาทีขึ้นไป) และยังสามารถลดความเร็วได้ ฉะนั้นจึงมักนำไปสร้างเป็นเครื่องมือเครื่องใช้ภายในบ้าน เช่น เครื่องบดอาหารไฟฟ้า กรรไกรตัดผมไฟฟ้า มีดโกนหนวดไฟฟ้า เครื่องนวดไฟฟ้า สว่านเจาะ โลหะ และหมุนจักรเย็บผ้า เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.9 การทำงานของยูนิเวอร์แซลมอเตอร์

มอเตอร์แบบนี้ อามะเจอร์และขดลวดสนามแม่เหล็ก ต่ออันดับก่อนดังนั้นเมื่อ เราสับสวิทซ์ กระแสไหลผ่านทั้งทางอามะเจอร์ จึงเคลื่อนหมุนตัวไปได้

ส่วนประกอบที่สำคัญของยูนิเวอร์แซลมอเตอร์มีดังนี้

1. โครง
2. ขั้วสนามแม่เหล็ก
3. อามะเจอร์
4. ฝาครอบ
5. แปรงถ่าน

### การติดตั้งมอเตอร์

ในการติดตั้งมอเตอร์ สิ่งสำคัญประการแรก คือต้องยึด base ของมอเตอร์ให้แน่นกับฐานรองรับ โดยการ ใช้ Foundation Bolt ซึ่งฝังอยู่อย่างแข็งแรงในฐานรอง

ในการต่อมอเตอร์เข้ากับเครื่องจักรอื่น ๆ ใช้คัมปลิงที่ติดอยู่ที่ปลายแกนของมอเตอร์และเครื่องจักร โดยปรับแกนให้ตรงกัน

### ระบบควบคุม

ระบบควบคุม (สวิทซ์) ได้แก่ ปุ่มสวิทซ์ต่าง ๆ เป็นส่วนที่จะควบคุมบับคับการทำงานของเครื่อง การจัดระเบียบวางตำแหน่งและเครื่อง เลือกใช้ปุ่มให้เหมาะสมกับเครื่องมือการใช้งานที่คล่องตัว สะดวกสบายถูกต้อง

## 2.10 สวิทซ์

สวิทซ์ไฟฟ้าทำหน้าที่ตัดวงจรหรือต่อเข้าด้วยกันคือ การสัมผัสของตัวนำไฟฟ้าให้ครบวงจรการทำงานของสวิทซ์ควบคุมโดยระบบกลไกสวิทซ์จะเป็นตัวกำหนดการปิด-เปิดวงจร สวิทซ์อาจประกอบด้วยขั้ว ๆ เดียวกันหรือหลายขั้วก็ได้

ลักษณะของสวิทซ์เลือกมีมากมายหลายชนิด แล้วแต่หน้าที่การทำงานหรือลักษณะการเปิด-ปิดวงจร แบ่งออกเป็น

1. แบบกด (Push Switch) ทำงานโดยการใช้มือกด แบ่งเป็น
  1. สวิทซ์กดติดต่อ ปลดปล่อย เป็นสวิทซ์ที่มีขั้วเดียวหรือหลายขั้ว เมื่อกดก็จะเปิด เมื่อปล่อยก็จะทำให้วงจรปิด เช่น สวิทซ์กดออก เป็นต้น สวิทซ์แบบนี้เหมาะแก่งานจำพวกปิดวงจรชั่วคราว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สวิตช์กดติดกดดับ (Lock Switch) เมื่อกดจะทำให้วงจรเปิด ถ้าต้องการให้วงจรเปิดก็กดอีกครั้ง วงจรก็จะเปิด บางสวิตช์มีไฟอยู่ในตัว เมื่อกดวงจรปิดไฟก็จะติด ทำให้รู้ว่าเครื่องกำลังทำงาน และกดอีกครั้งวงจรเปิด ไฟจะดับเป็นที่นิยมใช้กับทั่วไป
2. สวิตช์โยก (Toggle Switch) มีหลายขนาดคล้ายสวิตช์โยกแต่ใช้งาน โดยการเปลี่ยนปุ่มสวิตช์ซึ่งอาจจะเปลี่ยนหลาย ๆ ช่วง
3. สวิตช์เลื่อน (Slip Switch) คล้ายสวิตช์โยก
4. สวิตช์หมุน (Rotary or Selector Switch) มีหลายขนาดส่วนมากเป็นการใช้ในหน้าที่เลือกทางเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง

### การถ่ายทอดกำลังโดยใช้โซ่ (Chain drive)

การถ่ายทอดกำลังโดยใช้โซ่จะคล้ายกับการถ่ายทอดกำลังโดยใช้สายพาน ซึ่งจะถ่ายทอดกำลังจากเพลานึงไปยังอีกเพลานึงที่ขนานกับ โดยโซ่สามารถส่งกำลังให้ได้โมเมนต์บิด (หมุน) สูงมาก โดยให้เป็นจุดส่งกำลังมีขนาดเล็ก ได้เป็นลักษณะการส่งกำลังด้วยรูปร่างและที่รองเพลางจะรับภาระน้อยมาก ไม่มีการสั่นไถลในขณะที่ส่งกำลัง และในขณะที่กำลังข้อต่อโซ่จะรับภาระความเสียดทาน จึงต้องมีการหล่อลื่นที่เพียงพอ

ชนิดของโซ่ แบ่งได้ดังนี้

1. โซ่ลูกกลิ้งและโซ่บูช
2. โซ่โบลต์
3. โซ่ฟัน
4. โซ่ลำเลียง
5. โซ่ห่วงกลม

### 2.11 ล้อโซ่ (Sprockets)

ตามปกติล้อโซ่จะทำจากเหล็กหล่อ เหล็กกล้าหล่อ หรือเหล็กกล้า สามารถจัดให้จับส่งกำลังด้วยโซ่ที่ถูกต้อง ล้อโซ่จะมีขนาดเล็กและโคแฉกต่างกันโดยจะสัมพันธ์กับภาระที่ใช้งาน ดังนั้น ล้อโซ่จึงสั้น ส่วนล้อโซ่ขนาดโต ๆ จะนิยมทำการยึดระหว่างคุมล้อ (Hub) กับแผ่นล้อสกรู หรือการเชื่อมประสาน สำหรับล้อโซ่ขนาดโตมาก ๆ จะขึ้นด้วยการหล่อขึ้นรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง

โครงสร้าง คือ สิ่งที่จัดสร้างขึ้น โดยการต่อรวมหน่วยต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ให้อาคารที่อย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งต้องการมาตรฐานความมั่นคงบางประการ หน้าที่ของโครงสร้าง อาคารที่ก่อสร้างขึ้นมาจะมีโครงสร้างเปรียบเสมือนกระดูกโครงหลัก และมีส่วนประกอบอื่น ๆ (Members) ซึ่งทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เช่น ปิดหุ้มทับตกแต่ง เพื่อให้การใช้น้ำที่ภายในอาคารนั้นสะดวก และเหมาะสมกับประเภทของอาคาร โครงสร้าง อาจแยกเป็นหลายส่วนหลายตอนประกอบรวมกันจนสำเร็จเป็นตัวอาคารขึ้นมา โครงสร้างย่อยนี้อาจแยกออกเป็นหลายจุด หลายตอน เช่น ตัวอย่างโครงสร้างรับเครื่องมูมหลังคา โครงสร้างพื้น โครงสร้างบันได โครงสร้างคานต่อ โครงสร้างฐานราก ดังนี้เป็นโครงสร้างย่อยต่าง ๆ ดังกล่าว เมื่อประกอบกันเข้าทั้งหมดก็เป็นตัวอาคารในที่สุดจะเห็นว่ารูปร่างโครงสร้างแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะ เนื่องจากมีแรงหรือน้ำหนักบรรทุกเป็นตัวการจัดระเบียบ หรือบังคับให้เกิดเป็นรูปต่าง ๆ กันไป เมื่อแรงที่ถ่ายทอดถูกตามกฎเกณฑ์แล้ว โครงสร้างนี้จะตั้งอยู่ได้อย่างมั่นคง และก่อให้เกิดความรู้สึกที่พึงพอใจเมื่อมองดู ฉะนั้นเมื่อต้องใช้วัสดุต่าง ๆ ก็ต้องใช้ให้เหมาะสมกับความสามารถของการรับแรงแน้น ๆ ด้วยอย่างดี

### 1. แรงต้านภายในเนื้อวัสดุประกอบเป็นโครงสร้าง

แรงต้านภายใน (Resistance force) ที่ได้กล่าวนี้แยกเป็น 5 ชนิด ด้วยกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันดังนี้

1. แรงดึง (Tension or pull or Suction) ด้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุนั้นยืดออก ยาวออก หรือขาดออกจากกัน
2. แรงอัด (Compression or push or pressure) ด้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุนั้นสั้นเข้า บีบเข้า หรือแตก
3. แรงเฉือน (Shear) กระทำกับวัสดุในแนวสัมผัส Tangential กับพื้นผิวที่ต้องรับแรงนี้ วัสดุไม่จำเป็นต้องติดต่อกันเป็นเนื้อเดียวทางกายภาพ เพื่อต้านแรงเฉือนนี้ได้แต่ต้องมีแรงอัดไว้ในพื้นผิวดังกล่าวชนกันแน่นอยู่ เมื่อแรงเฉือนมีขนาดเพียงพอต้านแรงเฉือนดังกล่าวมิให้วัสดุเลื่อนจากกันก็ใช้ได้

### รูปทรงเบื้องต้นของโครงสร้าง

กล่องตัน Flock คือ ก้อนซึ่งมีขนาดโตมากในทางปฏิบัติอาจไม่มีการสร้างให้ได้ รูปทรงต้องการเพราะต้องการประหวัดวัสดุแต่ต้องการให้คงได้ความแข็งแรง และความแข็งแรงให้พอเท่านั้นจึงทำเป็นกล่องกลวงเปิดภายใน หรือประกอบรูปทรงพอให้ได้คุณสมบัติกล่องตันและแผ่นพาด Beam and planks พวกคานใช้ผิวของคานแคบรับน้ำหนักบรรทุกทุกคานรับแรงดันในแนวตั้งกับระนาบคานได้ดี ที่ผิวแรงอัดนั้นอาจเสริมเนื้อให้แข็งตัว Stiffener ให้มีหน้าตัดมากขึ้นได้ และ อาจเสริมปล่องตันเป็นระยะ เพื่อช่วยรับแรงอัดแนวทะแยงซึ่งเกิดจากแรงเฉือน หรือทำการเสริมที่ผิวล่างให้หนาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อรับแรงดึงก็ได้ เมื่อพิจารณาความเค้น Pange จะเห็นว่าปีกบนปีกล่าง และตัวแผ่นแกนตั้งรับแรงเฉือน ซึ่งเกิดทั้งแรงอัดแนวทะแยง และแรงดึงด้วยเมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงอัดของรูปหน้าตัดจะเห็นว่าในกรณีใช้พื้นที่หน้าตัดเท่า ๆ กัน เมื่อพิจารณาแกนทั้ง 2 เมื่อพิจารณาแกนทั้ง 2 ในระนาบที่ตั้งฉากกับแรงอัดที่แล้ว

รูปจตุรัส	รับแรงโก่งเดาะได้ดีเท่ากันทั้ง 2 แกน
รูปผืนผ้า	จะเกิดแรงโก่งเดาะ ในแนวทิศตั้งฉากกันแกนยาว
รูปฉาก	ตรงมุมไม่โก่งเดาะ ตรงปลายฉากกำลังด้อย
รูปกลวงต่าง ๆ	เช่น รูปสี่เหลี่ยมกลวง รูปสามเหลี่ยมกลวง รูปกลมกลวงรับแรงอัดได้ดีมาก ทำให้เพิ่มความยาวของท่อนรับแรงอัดได้ โดยยังไม่เกิดโก่งเดาะเสียหาย ดังนั้นมุมมีส่วนช่วยให้ไม่โก่งเดาะง่าย

เม็ด Particle ไม่มีคุณสมบัติในการรับแรง

เส้นเอ็น Tendon มีคุณสมบัติในการรับแรง ได้ดังนี้

1. รับแรงดึงตามแนวเส้นได้
2. รับแรงโก่งเดาะ Buckling เมื่อรับแรงอัด
3. รับแรงอัดเฉือนไม่ได้

ความยาวได้โดยยกท้องช้าง Sag น้อยลง

ผืน Sheet มีคุณสมบัติในการรับแรง ดังนี้

ผืน สามารถรับแรงดึงได้ดีในแนวนานกับระนาบของผืน หรือเมื่อยึดการรอบพื้นที่ผืน หรือเมื่อยึดปลายทั้งสองผืน หรือยึดปลายหนึ่งของผืนไว้ ผืนควรมีคุณสมบัติทางมีกำลังดี มีความเหนียว (Toughness) ผืนทำโค้งตามแนวเดียวได้ แต่ทำโค้ง 2 ทิศไม่ได้ถ้าไม่ตัดประกอบใหม่ ผืนมีโครงกรอบ Trame Sheet จะรับแรงดึงแรงเฉือน และแรงอัดทะแยงได้ จะเสียหายเมื่อแรงอัดทะแยงไปทำให้เกิดการโก่งเดาะตัวกรอบ

ก้อน Brick มีคุณสมบัติต่างกันไปแล้วแต่คุณสมบัติวัสดุที่นำมาใช้ประกอบเป็นก้อนก่อนรับแรงประเภทต่าง ๆ ได้ดี พวกกลองตันหรือก้อนขนาดโตขึ้น มีกำลังและความแข็งแรงมาก

ท่อน Rod คือ เส้นเอ็นขนาดใหญ่ขึ้น รับแรงดึง อัด ตัด และรับแรงบิดได้ดีมากถ้าใช้เป็นเสาสั้นรับแรงอัดได้ดีมาก ถ้ายาวมากขึ้นอาจโก่งเดาะได้ต้องแก้ไขให้มีความแข็งแรงมากขึ้น เช่น ใช้ตัวดึงมันเป็นเกลียวรอบความยาว เมื่อใช้วัสดุรับแรงดึงดีเป็นท่อนจะรับแรงได้ทุกประเภท เมื่อใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงจะรับแรง เฉือนกับแรงบิดได้

## การศึกษาเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

### วัสดุประเภทเหล็ก

เหล็กเป็นวัสดุที่ใช้กันมากที่สุด เหล็กบริสุทธิ์มีความเหนียวและอ่อนตัวสูง เนื่องจากเหล็กมักจะรวมตัวกับออกซิเจน ทำให้เกิดสนิม ดังนั้นจึงมีการเคลือบผิวเพื่อป้องกันการผุกร่อน

เหล็กหล่อ มีหลายชนิด เช่น เหล็กหล่อสีขาว เหล็กหล่อสีเทา มีความแข็งแรงสูงจนเปราะแตกง่าย เหล็กหล่อเหนียวและเหล็กหล่อพิเศษจะมีความเหนียวสูง จะทำให้รับแรงได้สูง เหล็กหล่อจึงมีน้ำหนักมาก แต่ก็มีราคาถูกรับแรงได้พอสมควร และมีความคงทน

เหล็กกล้า นิยมใช้ทำเครื่องมือที่มีความละเอียดอ่อน ส่วนเหล็กกล้าแผ่นมักจะนำมาใช้ทำพื้นที่การทำงานนั้น ซึ่งต้องพบกับความชื้นเสมอ ๆ เหล็กกล้ามีหลายชนิด ราคาแพง จึงต้องมีการคำนึงถึงการใช้งานก่อนนำมาใช้

เหล็กผสม มีหลายชนิดมีคุณสมบัติต่างกันไป อันทำให้สามารถเลือกใช้ให้ถูกกับงาน

### ลักษณะของเหล็กที่ใช้กับส่วนต่าง ๆ ของ POTTER' S WHEEL

#### เหล็กแผ่น

การแผ่นเหล็กแผ่น หลังจากเอาสินแร่เหล็กไปถลุงเป็น INGOT และเติมธาตุต่าง ๆ ได้ตามต้องการ ต่อจากนั้นจะนำ INGOT ไปอบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นเพื่อจะนำไปรีดให้เป็นเหล็กชนิดต่าง ๆ และรูปร่างต่าง ๆ กัน โดยใช้ลูกกลิ้งแบบต่าง ๆ กัน เช่น

1. BLOOMING จะเปลี่ยนรูปร่างของ INGOT ให้เป็นเหล็กโครงสร้างรูปร่างต่าง ๆ เช่น รางรถไฟ แท่งเหล็กสี่เหลี่ยม เหล็กกลม เหล็กรูปหัวใจ
2. BILLET MILLS จะเปลี่ยนแท่ง INGOT ให้เป็นเหล็กแผ่นที่มีความหนาแตกต่างกันซึ่งสามารถรีดให้เหล็กมีความหนาได้น้อยกว่า 1/8 นิ้ว การรีดเหล็กให้มีความหนาเล็กน้อยลงสามารถรีดได้ทั้งในขณะที่ยังร้อนแดง (HOT ROLLED) และในขณะที่เย็นตัวลงแล้ว (COLD ROLLED)

เหล็กที่รีดร้อนจะปรากฏสีที่ขอบเป็นสีเทา หรือเป็นสีน้ำตาล ตลอดจนแผ่นจะมีสีดำ เนื่องจากผลของความร้อน เหล็กนี้จะใช้ในงานก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่ เช่น เรือ หม้อน้ำ โครงสร้าง เหล็กเป็นต้น เพราะเหล็กที่รีดร้อนมีราคาถูกกว่าเหล็กที่รีดเย็น การนำไปใช้งานก็จะต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนโดยการทาสี เป็นต้น

เหล็กที่รีดเย็นจะปรากฏเป็นสีน้ำตาลเทาบนผิวหน้าทั่วไป ใช้กับงานที่ต้องการผิวหน้าที่เรียบร้อย เช่น ผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์เหล็ก เป็นต้น อย่างไรก็ตามจะต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนเช่นเดียวกับเหล็กที่รีดร้อน

เนื่องจากเหล็กเป็นโลหะที่มีราคาถูกจึงนิยมนำมาเคลือบกับโลหะอื่น เพื่อให้เหล็กทนต่อการกัดกร่อนได้ดี มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ดังนั้นเหล็กแผ่นจึงเป็นโลหะหลักในการผลิตเหล็กเคลือบสังกะสี ดีบุกและตะกั่ว

เหล็กแผ่นบางทุกชนิดจะไม่แตกหัก ไม่ว่าจะร้อนหรือเย็น ส่วนผสมคาร์บอนจะต้องมีอยู่ในเนื้อเหล็ก ประมาณ 0.1 - 0.15% เราสามารถตัด หรือเชื่อมให้เป็นรูปร่าง ๆ ได้ เหล็กแผ่นที่มีลักษณะของผิวตามเครื่องหมาย 03, 04, หรือ 05 เหมาะสำหรับเชื่อมจุด

โลหะแผ่นที่นำมาใช้ส่วนมากได้แก่ เหล็ก ซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่น ๆ มีขนาดความหนาหลายขนาดต่าง ๆ กัน และยังมีเคลือบผิวด้วยโลหะต่าง ๆ อาทิเช่น เคลือบผิวด้วยตะกั่ว สังกะสี หรือดีบุก เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังมีการเอาโลหะผสมมาใช้ชื่อหลายชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะแผ่นโดยทั่วไป แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. โลหะแผ่นเปลือย (BARE METAL OR UNCOATED METAL)
2. โลหะแผ่นเคลือบผิว (COATED METAL)

1. โลหะแผ่นเปลือย ส่วนมากจะเป็นโลหะแผ่นประเภทไม่ใช้เหล็ก เช่น ทองแดง แผ่นอลูมิเนียม แผ่นทองเหลือง เป็นต้น

2. โลหะแผ่นเคลือบ จะทำเป็นโลหะแผ่นประเภทเหล็กเสียก่อน แล้วนำไปเคลือบผิว ด้วยโลหะตามที่ต้องการ เช่น เหล็กอบสังกะสีหรือดีบุก เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิว เพื่อป้องกันมิให้เกิดการกัดกร่อนซึ่งจะทำให้โลหะนั้นมีอายุการใช้งานได้นานขึ้น

ดังนั้นการใช้งานโลหะแผ่นเคลือบกับโลหะแผ่นเปลือย จึงต่างกันมาก การนำโลหะแผ่นเปลือยไปใช้กับงานอื่น ๆ เช่น นำไปเชื่อมขัดผิว ตะโป หรือกระบวนการอื่น ๆ ที่ต้องเสียผิวหน้าของงานก็จะไม่ทำให้ควรได้รับอันตรายใด ๆ เลย เพราะถ้าผิวหน้าของโลหะเสียหาย โลหะที่เคลือบผิวอยู่หลุดออกไปแล้ว จะเป็นเหตุให้โลหะนี้สูญเสียคุณสมบัติในด้านการคงทนต่อการกัดกร่อนได้ง่ายขึ้น

จากเหล็กแผ่นธรรมดา เราสามารถทำแผ่นเหล็กอ่อน เหล็กตะแครง เหล็กอบตะกั่ว อบสังกะสี และทำเหล็กวิลาสได้ทำการอบผิวเหล็กนี้ต้องใช้แผ่นเหล็กที่มีผิวเรียบตามมาตรฐาน DIN 1624 ซึ่งทำขึ้นจากการรีดครั้งแรก ในขณะที่เหล็กยังอยู่ในสภาพร้อนจัดแดง หลังจากนั้นที่ทำความสะอาด กำจัดทราบโลหะเรียบร้อยแล้ว ก็จะถูกรีดอีกครั้งหนึ่งโดยไม่เผาเหล็กให้ร้อน เหล็กแผ่นหรือเหล็กแถบนี้ถูกแบ่งตามคุณภาพออกเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คุณภาพทั่วไป สามารถเปลี่ยนรูปร่างได้เล็กน้อย ST เหล็กอ่อนข้างเหนียวสามารถทำเป็นรูปอื่นได้

- คุณภาพเหล็กเหนียวที่มีความยืดหยุ่น ได้ดีจะทุบหรืออัดให้เป็นรูปต่าง ๆ ได้ง่าย

- เหล็กเหนียวพิเศษ มีความยืดตัวสูงมาก

- เหล็กเหนียวตัวสูงที่สุด ใช้อัดเป็นรูปต่าง ๆ ได้มาก เช่น อัดเป็นตัวถังรถยนต์เป็นต้น

เหล็กแผ่นตามมาตรฐาน 17155 สำหรับใช้ทำหมอน้ำถึงอัดอากาศ หรืองานที่ทนแรงดันสูง ๆ ที่ทำขึ้นจากเหล็กโครงสร้างชนิดธรรมดา และชนิดที่มีส่วนผสมพิเศษด้วย

เหล็กแท่งและเหล็กขึ้นรูปมีขนาดมาตรฐาน เหล็กเหล่านี้ทำขึ้นจากการรีดด้วยลูกกลิ้งที่เจาะเป็นรูตามต้องการ เหล็กจะถูกส่งเข้าโรงตัดรีดจากช่องใหญ่เข้าก่อน และก็เข้าช่องเล็กลงตามที่ต้องการจนกระทั่งได้ขนาดตามที่ต้องการ และก็ส่งเข้าโรงตัดเพื่อให้ตรงก่อนที่จะสำเร็จเป็นสินค้าได้ (เหล็กขึ้นรูป รูปและที่สูงกว่า 800 มม. 17100 เหล็กโครงสร้างธรรมดา)

ขนาดมาตรฐานของโลหะแผ่น STANDARD SIZE SHEET

โลหะแผ่นมีขนาดต่าง ๆ กัน ขนาดมาตรฐานของอเมริกัน มีดังนี้คือ

30 \* 96 นิ้ว

36 \* 96 นิ้ว

30 \* 120 นิ้ว

36 \* 120 นิ้ว

ในเมืองไทย จะใช้กันมากเพียง 2 ขนาด คือ 36 \* 96 นิ้ว และ 48 \* 96 นิ้ว ซึ่งเรียกว่าโลหะแผ่นขนาด 3 \* 8 ฟุต และ 4 \* 8 ฟุต ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ความรู้เกี่ยวกับสายไฟ ปลั๊กไฟและสวิตช์

1. ชนิดไม่มีฉนวนห่อหุ้มภายนอก ( Bare Wire ) หรือสายเปลือย สายเปลือย ถูกกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าสายหุ้มฉนวน ซึ่งมีขนาดและพื้นที่หน้าตัดเกือบเท่าตัว เพราะการขึงไว้นั้นที่สูง (เพื่อความปลอดภัย) สมโทรกรวมอไม่ร้อน ใช้กับการจ่ายไฟฟ้าแรงสูง หรือเดินภายนอกอาคาร

2. สายที่มีฉนวนห่อหุ้ม ( Insulated Wire ) ใช้ตามบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม  
วงจร

อิเล็กทรอนิกส์ วงจรสื่อสารคมนาคม เพราะให้ความปลอดภัยป้องกันความชื้นบางชนิด ป้องกันความร้อนได้ตามลำดับ

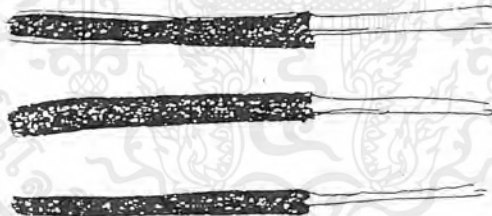
### 3. ชนิดของสายไฟ

สายไฟโดยทั่วไปมีอยู่ 2 แบบใหญ่ ๆ คือ

1. สายตัน ( Solid Conductor ) เป็นสายเส้นเดียว อาจเป็นทองแดงหรืออลูมิเนียมก็ได้ มีเส้นเดียว แข็งคดโค้งลำบาก

ภาพที่ 15

แสดงลักษณะของสายตัน



2. สายเกลียว ( Stranded Conductor ) ประกอบด้วยสายเส้นเดียวหลาย ๆ เส้น ลีกันเป็นเกลียวเข้าด้วยกัน มีคุณสมบัติอ่อนตัวติดตั้งง่าย

ภาพที่ 16

ภาพลักษณะของสายเกลียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การเลือกใช้ขนาดของสายไฟฟ้า

ในการเลือกใช้ขนาดของสายไฟฟ้า มีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงอยู่ดังนี้

1. จำนวนกระแสที่สายสามารถจะทนได้
2. กำลังไฟฟ้าสูญเสียไปในสาย
3. ค่าแรงดันไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง

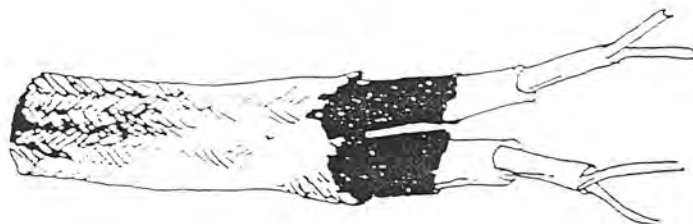
ลักษณะของสายไฟที่ใช้ตามบ้านทั่วไป

สายสำหรับดวงโคม เป็นสายแบบข้อย ๆ หลายเส้น เพื่อต้องการให้ยึดหยุ่นอ่อนตัวได้ง่าย ใช้ฉนวนพวกเทอร์โมพลาสติกหุ้ม



สายไฟสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทความร้อน เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน เช่น เตาไรต์ เครื่องปิ้งขนมปัง เตาอบ มักจะมีแอสเบสทอสหุ้มรอบ ๆ ภายนอกของสายจะมีด้ายถักหุ้มไว้ อีกชั้นหนึ่ง

ภาพที่ 19  
ภาพแสดงสายไฟสำหรับอุปกรณ์ประเภทให้ความร้อน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สวิทช์

สวิทช์ไฟฟ้าทำหน้าที่ตัดวงจรหรือต่อเข้าด้วยกันคือการสัมผัสของตัวนำไฟฟ้า ให้ครบวงจร การทำงานของสวิทช์ควบคุมโดยระบบแมคคานิค

ลักษณะของสวิทช์มีมากมายหลายชนิด แล้วแต่หน้าที่การทำงานหรือ ลักษณะการเปิดปิดวงจร แบ่งออกเป็น

### สวิทช์โยก ( TOGGLE SWITCH )

ลักษณะการใช้งานเป็นการโยกก้านสวิทช์ให้ทำงานจำนวนขาของสวิทช์แล้วแต่การใช้งานโดยมากจะมีตั้งแต่ 2 ขาขึ้นไป

### สวิทช์เลื่อน ( SLIPE SWITCH )

คล้ายกับสวิทช์โยกแต่ใช้งานโดยการเลื่อนปุ่มสวิทช์ซึ่งอาจจะมีจังหวะการเลื่อนหลายหลาย

## ช่วง

### สวิทช์กด ( PUSH BUTTEN SWITCH )

ทำงานโดยการใช้มือกด แบ่งเป็น

1. สวิทช์กดติดกดดับ
2. สวิทช์กดติดกดดับ

### สวิทช์หมุน ( RETARY OR SELECTOR SWITCH )

มีหลายขาส่วนมากจะเป็นการใช้งานหน้าที่เลือกทางเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง เช่น การเลือกแบนด์ในวิทยุ เป็นต้น

### สวิทช์จิว ( MICRE SWITCH )

เป็นสวิทช์ที่มีความเชื่อถือได้สูง สามารถทนแรงเคลื่อนและกระแส ได้หลาย ๆ แอมแปร์ ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำเคลือบด้วยทอง ทำให้เป็นทางเดินไฟฟ้าที่ดี ลักษณะสวิทช์จะทำงานโดยการกดเบา ๆ ที่ก้านหรือปุ่มเล็ก ๆ โดยปกติแล้ว จะต้องมีกลไกเข้ามาประกอบเพื่อทำหน้าที่กดสวิทช์ เพราะปุ่มกดเล็กเกินไปกว่าที่จะใช้นิ้วกดได้โดยสะดวกไมโรสวิทช์นี้มีหลายชนิด จำนวนขาที่ใช้งานจะมี 2 หรือ 3 ขาขึ้นไป

## การศึกษาระบบส่งกำลัง ขันติพล วัชรานาด(2535.)

### ความรู้เกี่ยวกับกระแสไฟฟ้า

กล่าวถึงไฟฟ้าสถิต ซึ่งเป็นประจุไฟฟ้าที่อยู่กับที่ โดยปกติแล้วประจุไฟฟ้าสถิตไม่สามารถทำให้เกิดการทำงานที่เป็นประโยชน์ได้ ดังนั้นการที่จะนำเอาพลังงานไฟฟ้ามาใช้ประโยชน์ทางด้านต่าง ๆ นั้นก็จะทำให้การไหลของไฟฟ้าเกิดขึ้นนั้นหมายถึงว่าจะต้องทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น (electric current) การทำให้เกิดกระแสไฟฟ้านั้น จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออิเล็กตรอนอิสระจำนวนมากถูกทำให้เคลื่อนที่ในสายไฟตัวนำในทิศทางเดียวกัน

#### 1. การไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรเกิดขึ้นได้อย่างไร

กระแสไฟฟ้าประจุต่างกันดูดกัน และประจุเหมือนกันผลักกัน สมมุติว่าเรามีโลหะทรงกลม 2 ลูกโดยที่ลูกหนึ่งมีอิเล็กตรอนมากและปรากฏเป็นประจุลบอีกลูกหนึ่งขาดแคลนอิเล็กตรอนปรากฏเป็นประจุบวก ดังได้แสดงสัญลักษณ์ลบและบวกบนทรงกลมในรูป

#### 2. ความเร็วของกระแสไฟฟ้า

เนื่องจากอะตอมอยู่ชิดกันมากและวงโคจรจรของอิเล็กตรอนซ้อนทับกัน อิเล็กตรอนที่ถูกทำให้เป็นอิสระ จึงไม่ได้ออกเคลื่อนที่ไปไกล ในการที่จะเข้าวงโคจรของมันของอีกอะตอมหนึ่ง ขณะที่อิเล็กตรอนเข้าไปอยู่ในวงโคจรอันใหญ่ มันจะส่งผ่านพลังงานที่อยู่กับตัวของมันเอง เพื่อให้อิเล็กตรอนตัวถัดไปหลุดเป็นอิสระ ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นเร็วมาก แม้ว่าอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ช้าก็ตามแต่การส่งผ่านพลังงาน จากอะตอมหนึ่งไปยังอีกอะตอมหนึ่ง ที่อยู่ถัดไปดำเนินไปรวดเร็วมาก ในอัตราความเร็ว 186,000 ไมล์ต่อวินาที ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า กระแสไฟฟ้าไหลด้วยความเร็ว 186,000 ไมล์ต่อวินาที

เราอาจเปรียบเทียบการส่งผ่านของพลังงานได้กับการแหงตูกบิลเลียด ที่วิ่งเรียงกันเมื่อตูกบิลเลียดที่ตูกแรกวิ่งมากระทบตูกบิลเลียดที่อยู่ในแถวตูกซ้ายสุด แรงจะถูกส่งผ่านจากตูกหนึ่งไปยังอีกตูกหนึ่ง ตูกบิลเลียดที่อยู่หน้าสุดจะถูกกระแทกให้กระเด็นออกไปจากแถว ซึ่งตูกบิลเลียดตูกสุดท้ายที่กระเด็นออกไปก็จะเป็นเวลาอันเดียวกับที่ตูกบิลเลียดหางซ้ายสุดของแถวตูกกระทบ

#### 3. การไหลของอิเล็กตรอนในวงจรปิดและวงจรเปิด

ถ้าเราให้ประจุลบที่ปลายหนึ่งของเส้นลวดตัวนำประจุลบนั้น จะผลักอิเล็กตรอนอิสระให้ไปอออยู่ที่อีกปลายหนึ่ง กระแสจะไหลชั่วขณะหนึ่ง จนกระทั่งอิเล็กตรอนที่ละสมที่ปลายข้างที่ไปออกกันอยู่ มีประจุลบเท่ากับปริมาณของประจุลบ ที่ให้อิเล็กตรอนก็จะหยุดไหล ลักษณะนี้เป็นไฟฟ้าสถิตเพราะทุกสิ่งดำเนินมาแล้วหยุดนิ่ง

## สวิทช์แม่เหล็ก ( REED SWITCH

หน้าสัมผัสของสวิทช์จะบรรจุอยู่ภายในหลอดแก้วเล็กที่ข้างในเป็นสุญญากาศ โดยจะวางอยู่ใกล้ชิดกันมาก เมื่อได้รับอำนาจแม่เหล็กจากภายนอกหน้าสัมผัสจะแตะเข้าหากัน เป็นการต่อครบวงจร การที่หน้าสัมผัสอยู่ในหลอดแก้วที่ปิดสนิทจึงช่วยลดการสปาร์คของหน้าสัมผัสลงไปอีกมาก

เป็นสวิทช์ตัดวงจรอัตโนมัติชนิดที่ทำงานทั้งด้วยความร้อนและด้วยอำนาจแม่เหล็ก สวิทช์ตัดวงจรอัตโนมัติแบบนี้จะมีชิ้นก้านเหล็กยึดติดแน่นไว้กับแถบโลหะคู่ ในกรณีที่มีกระแสเกินขีดจำกัดไหลผ่านสวิทช์เป็นเวลานานเกินกว่าช่วงเวลาที่ยอมให้ได้แล้ว ความที่เกิดขึ้นจะทำให้แถบโลหะคู่โค้งงอ (เนื่องจากโลหะทั้ง 2 ขยายตัวไม่เท่ากัน) ปลายกระดิ่งล๊อคให้เป็นอิสระอันมีผลทำให้หน้าสัมผัสแยกตัวออกจากกันเป็นการตัดวงจร อีกทั้งยังมีผลทำให้ไกโยกพับลงไปอยู่ที่ตำแหน่งตัดวงจรด้วย ส่วนในกรณีที่มีกระแสจำนวนมากไหลผ่านตัวมันคือในกรณีเกิดการลัดวงจรนั้น กระแสจำนวนมากดังกล่าวจะก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กความเข้มสูงมากอยู่โดยรอบแถบโลหะคู่ ซึ่งจะเหนี่ยวนำให้ก้านเหล็กที่แนบชิดอยู่กับแถบโลหะคู่กลายเป็นแม่เหล็กไปด้วยยังผลให้แถบโลหะคู่ถูกดูดด้วยเหล็กเกิดการโค้งงออย่างรวดเร็วปลายกระดิ่งล๊อคให้เป็นอิสระในทันที ดังนั้นในกรณีนี้หน้าสัมผัสจะแยกตัวออกจากกันเป็นการตัดวงจรในทันทีทันใด โดยไม่มีช่องหน่วงเวลาเหมือนกรณีที่แถบโลหะคู่ค่อย ๆ โค้งงอด้วยผลจากความร้อน

มอเตอร์ พลังงาน และ พลังงาน ( ๒๐๖ )

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถทำงานได้รวดเร็วมีประสิทธิภาพสูง ผ่อนแรงให้ผู้ใช้ได้มากขึ้นนั้นจะต้องมีตัวที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล นั่นคือ มอเตอร์ ( electric Motor ) ซึ่งจะมีการเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นภายใน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจนครบวงจร โดยจะเกิดต่อไปเรื่อย ๆ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

มอเตอร์แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

1. มอเตอร์กระแสไฟสลับ ( AC. MOTOR )
2. มอเตอร์กระแสไฟตรง ( DC. MOTOR )

จะขอลกล่าวถึงเฉพาะมอเตอร์กระแสไฟสลับระบบซึ่งนำมาใช้กับการออกแบบ

### 1. SPLIT-PHASE INDUCTION MOTORS

มอเตอร์แบบสปลิตเฟสเป็นมอเตอร์ที่เก่าแก่ที่สุดแบบหนึ่ง ทุกวันนี้ยังมีความสำคัญอยู่มากเพราะแพร่หลายใช้งานได้กว้างขวาง ล้าอย่างงานได้แก่ เครื่องซักผ้าไฟฟ้า เลาน้ำมันเครื่อง เป่าลม เครื่องสูบลมเหียง เครื่องมือผลงานไม้ เครื่องจักรกลธุรกิจ เครื่องล้างขวด เครื่องดนตรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตโนมัติเครื่องขุดเงามอเตอร์ หินเจียรระโน เครื่องมือกลขนาดเล็ก และอื่นอีกมาก ขนาดที่ใช้กันมากที่สุดคือ 40 - 250 วัตต์ ( 1/20 - 1/3 H.P. ) สเปคเปิดมอเตอร์เหมาะกับงานกว้าง ๆ 2 ลักษณะคือ

1) งานมอเตอร์ที่ต้องสตาร์ทบ่อยครั้ง และเดินเครื่องใช้งานนานพอสมควร เช่น เตา น้ำมัน และตู้เย็น เป็นต้น

2 ) งานมอเตอร์ที่สตาร์ทบ่อยครั้ง และเดินเครื่องใช้งานนาน เช่น เครื่องซักผ้า และเครื่องมือกลประจำบ้าน เป็นต้น

ข้อสังเกตอื่น ๆ ในการใช้งานมอเตอร์ชนิดนี้ได้แก่

1. ขณะหยุดนิ่ง อาจตั้งให้มอเตอร์หมุนกลับทางหมุนได้ โดยกลับขั้วสายที่ลวดอันใดอันหนึ่ง

2. เหมาะกับงานที่โหลดต้องการทอดคงที่ต้องหมุนและเร่งรอบด้วยทอดต่าง ๆ แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องหมุนสตาร์ทบ่อย ๆ เพราะแต่ละครั้งมีความเฉื่อยมากและไม่เหมาะใช้งานระยะเวลาดสั้น ๆ ด้วย

## 2. CAPACITOR-START MOTORS

มอเตอร์ชนิดนี้ใช้คอมเพลสเซอร์ช่วยสตาร์ท เหมาะกับการใช้งานหนักทั่ว ๆ ไปที่ต้องการทอดสตาร์ทและทอดหมุนค่าสูง ๆ ปัจจุบันนิยมใช้กันอยู่ทั่วไป ขนาดตั้งแต่ 100 วัตต์ หรือ 1/8 H.P. ขึ้นไป

มอเตอร์แคปซิเตอร์จำแนกได้ 3 ชนิด แต่ละชนิดมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันตั้งที่เหมือนกันคือ ขดสเตเตอร์มี 2 ชุด ขดหลักชุดหนึ่งและขดประกอบอีกชุดหนึ่ง ขดประกอบจะต้องจัดวางให้ทำมุมไฟฟ้า 90 กับขดหลัก และจะต้องต่อเป็นอนุกรมกับคอนเดนเซอร์หรือแคปซิเตอร์เสมอ

ประเภทที่หนึ่ง CAPACITOR-SPORT MOTOR ได้แก่มอเตอร์แคปซิเตอร์ที่ใช้ขดประกอบกับตัวแคปซิเตอร์ เฉพาะคอนหมุนสตาร์ทเท่านั้น

ประเภทที่สอง PERMAUENT-SPLITCAPACITOR-START MOTOR ได้แก่มอเตอร์แคปซิเตอร์ที่ใช้ขดประกอบกับตัวแคปซิเตอร์อยู่ในวงจรตลอดเวลาที่หมุนใช้งานโดยไม่เปลี่ยนค่าความจุของแคปซิเตอร์แต่อย่างใด

ประเภทที่สาม TWO-VALVECAPACITOR MOTOR หมายถึงมอเตอร์แคปซิเตอร์ที่ใช้ค่าแคปซิเตอร์ขณะหมุนสตาร์ทค่าหนึ่ง และขณะหมุนทำงานปกติอีกค่าหนึ่ง รวมใช้ค่าแคปซิเตอร์ทำงานสองค่า

ข้อสังเกตสำคัญที่ควรทราบก็คือ แคปซิเตอร์ที่ต่อใช้ในวงจรขดประกอบตลอดเวลาที่มอเตอร์หมุนใช้งานอยู่นั้น ช่วยให้มอเตอร์ตรอบใช้งานต่ำลงมาจากความเร็วรอบซิงโครพัสได้ถึง

50% ซึ่งมอเตอร์เหนี่ยวนำธรรมดากระทำไม่ได้หรือหากกระทำได้จะลดลงต่ำกว่า 70% ของความเร็วรอบซิงโครนัสไม่ได้เป็นอันขาด

### 3. REPULSION-START INDUCTION MOTORS

มอเตอร์ชนิดนี้เคยเป็นที่นิยมแพร่หลายมามากตั้งแต่สมัยเริ่มมีมีกำลังงานไฟฟ้าปัจจุบันมอเตอร์ใหม่ ๆ มิได้ใช้ประเภทนี้มากนัก โดยได้ย้ายไปใช้แบบแคแปซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์และแบบมอเตอร์แคแปซิเตอร์สองค่าแทนเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามมอเตอร์เก่า ๆ แบบรีพิชชันสตาร์ทยังมีใช้งานแพร่หลายอยู่ แม้ว่าจะใช้งานมานานแล้วก็ตาม

วิธีหมุนสตาร์ท สตาร์ทแบบรีพิชชันแต่เมื่อความเร็วรอบถึงขั้นขดลวดในโรเตอร์จะถูกตัดวงจรกลายเป็นประหนึ่งโรเตอร์ทรงกระบอก หมุนทำงานเป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำให้ความเร็วรอบที่คงที่มาก ๆ

รีพิชชันสตาร์ทมอเตอร์เหมาะใช้ขับเครื่องสูบลม เครื่องอัดลม และเครื่องจักรกลอื่น ๆ ที่ต้องใช้ทอคสตาร์ทสูง และกระแสสตาร์ทต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับงานขับที่โรเตอร์ต้องรูดแน่นตรงเข้ากับเครื่องจักร ในลักษณะงานเช่นเดียวกับแคแปซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ ข้อดีกว่าก็คือแม้จะให้ทอคสตาร์ทสูงเท่า ๆ กัน แต่กินกระแสน้อยกว่า

ลักษณะสร้างของรีพิชชันสตาร์ทมอเตอร์คล้ายกับมอเตอร์อนุกรมไฟตรงประกอบด้วยขดลวดหรือขดเมนฟิลด์ ขดโรเตอร์พร้อมคอมพิวเตอรื และแปรง ๆ นั้นมีหน้าที่ตัดวงจรขดลวดในอเมเจอร์นอกจากนี้ยังมีขดลวดเหนี่ยวนำ ( INDUCING WINDING ) อีกชุดหนึ่งวางไว้ ณ มุมไฟฟ้า 90 กับขดฟิลด์

ขดเหนี่ยวนำชุดที่สองนี้มีหน้าที่เหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไหลในโรเตอร์ในทิศทางไหลเช่นเดียวกับโรเตอร์ของมอเตอร์อนุกรมไฟตรง ทำให้เกิดทอคสตาร์ทสูง

### 4. REPULSION & REPULSION INDUCTION MOTORS

มอเตอร์ชนิดนี้เป็นรีพิชชันมอเตอร์ ( ผิดกับหัวข้อ 3 ข้างต้นซึ่งมิได้เป็นรีพิชชันมอเตอร์แต่เป็นมอเตอร์ที่สตาร์ทด้วยแรงรีพิชชันกับเดินด้วยวิธีมอเตอร์เหนี่ยวนำธรรมดา ) ใช้มากกับงานที่ต้องปรับค่าความเร็วของขณะใช้งานได้ดี โดยปรับปรุงมุมเอียงของแปรงที่จะกดลงเพื่อตัดวงจรขดในโรเตอร์ งานรีพิชชันมอเตอร์จึงเป็นงานที่ต้องปรับค่าความเร็วรอบมอเตอร์ขึ้นต่าง ๆ ได้เป็นพิเศษนั่นเอง

ขดสเตเตอร์ของมอเตอร์ชนิดนี้ยังต่อตรงเข้าวงจรไฟกำลังอย่างเดิม ขดโรเตอร์นั้นต่อเข้าคอมพิวเตอรื และมีแปรงกดลงตัดวงจรโรเตอร์ได้ในลักษณะที่ทำให้แกนสนามแม่เหล็กของโร

เตอร์กระทำเอียงเป็นมุมกับแกนสนามแม่เหล็กในขดสเตเตอร์ ค่ามุมเอียงต่าง ๆ กันทำให้ความเร็วรอบมอเตอร์เปลี่ยนแปลงได้

ส่วน REPULSION INDUCTION MOTORS นั้นมีลักษณะสร้างแตกต่างออกไปบ้าง คือในโรเตอร์จะมีขดลวดแบบโรเตอร์กรงระรอกเพิ่มขึ้นอีกส่วนหนึ่ง นอกเหนือจากขดของรีฟลัซัน

มอเตอร์ตามปกติ ทำให้สามารถทำงานได้ทั้งความเร็วรอบคงที่และปรับค่าความเร็วรอบได้ด้วย

## 5. SHADED-POLE INDUCTION MOTORS

มอเตอร์เซคเคดโพล มีที่ใช้งานแพร่หลายมากปกติเป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก ๆ ไม่โตกว่า 200 วัตต์ หรือ ๗ H.P. เลย ใช้เป็นมอเตอร์เอนกประสงค์ที่มีความเร็วรอบคงที่สร้างได้ง่ายราคาถูก ทั้งทนทานและใช้งานไม่ต้องมีคอมมิวเตเตอร์สวิต แหวนเก็บไฟ แปรง กระวานา หรือขั้วสัมผัสใด ๆ เลย ปริมาณทอดสเตตามีเท่า ๆ กับ PERMANENT-CAPACITOR-MOTOR คือมีไม่มากนัก ประสิทธิภาพต่ำมาก โดยที่เป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก ค่าประสิทธิภาพก็ดีและค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ไม่เป็นเรื่องสำคัญเลย พบใช้งานทั่วไป เช่น เครื่องหมุนไก่อบ พัดลมขนาดเล็ก เครื่องฉายสไลด์ และงานใช้มอเตอร์ตัวเล็ก ๆ ทั้งหมด บางครั้งสร้างติดมากับชุดเกียร์ทด เพื่อใช้ขับสิ่งของทั้งโซ่ด้วยความเร็วรอบต่ำ ๆ ก็มี

มอเตอร์ชนิดนี้หมุนได้ทางเดียว กลับทางไม่ได้ ตัวอย่างไดอาแกรมเซคเคดโพลมอเตอร์นั้นเป็นเพราะ ขดประกอบจะต้องถูกลัดวงจรไว้เสมอ แต่การวางขดประกอบนั้นกระทำมุมไฟฟ้ากับสนามแม่เหล็กจากขดหลักมุมไฟฟ้าที่กระทำต่อกัน จะมีค่ามุมใดมุมหนึ่งไม่เกิน 90 องศาที่เกิดมุมเอียงเช่นว่านี้ ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดประกอบด้วยเบื้องเฟสกันกับแรงดันในขดหลัก เกิดเป็นทอดมา ๆ หมุนขั้วมอเตอร์ให้หมุนได้

## 6. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (UNIVERSAL - MOTORS.)

ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ เป็นมอเตอร์อนุกรมไฟฟเสดียว ใช้ได้กับทั้งไฟสลับและไฟตรง ขนาดที่สร้างมักเป็นขนาดเล็กไม่โตกว่า 350 วัตต์ หรือสาเหตุที่สร้างไม่ได้โตเพราะมีปัญหาเกี่ยวกับคอมมิวเตเตอร์ขณะใช้กับไฟสลับ ไฟสลับที่ใช้ได้ด้วย ได้กับทุกความถี่แต่ไม่เกิน 60 เฮิรตซ์ มอเตอร์นี้เรียกว่าให้อัตราส่วนสมรรถนะกำลังต่อจำนวนมอเตอร์มากที่สุด เพราะหมุนได้ด้วยความเร็วรอบสูง ๆ ความเร็วรอบขณะไร้ภาระอยู่ในเกณฑ์สูงมาก บางครั้งถึง 20,000 รอบต่อนาทีก็มี แต่เรามักออกแบบสร้างโรเตอร์ มีให้หมุนได้เร็วถึงความเร็วรอบสูง ๆ ปกติพิสัยความเร็วรอบสูง ๆ ของมอเตอร์ชนิดนี้ คือระหว่าง 4,000-16,000 รอบต่อนาที

ยูนิเวอร์มอเตอร์มิใช่มอเตอร์ที่บริษัทผู้สร้างสำเร็จขึ้นคอยจำหน่าย แต่มักสร้างจำหน่ายเป็นส่วนใดส่วนหนึ่งของเครื่องกล ที่นิยมมากคือใช้เป็นเครื่องกลไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น ส่วนมือไฟฟ้า เลื่อยกลมือ จักรเย็บผ้า เป็นต้น

### งานติดตั้งมอเตอร์

ขั้นตอนสำคัญในงานติดตั้งมี 3 ตอน คือ

1. งานติดตั้งฐานรองรับเครื่องจักรให้เข้าที่ (MACHINE SUPPORT)
2. งานติดตั้งแผ่นรองรับ (BEDPLATES)
3. งานปรับศูนย์ (ALIGNMENT)

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นเครื่องจักรกลชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนพลังงานกลในรูปของการหมุน ซึ่งสามารถนำไปใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้าโดยทั่วไปประกอบด้วยขดลวดสองชุด ซึ่งถ้าเลี้ยงกระแสไฟฟ้าที่ทำให้เกิดแรงสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ทำให้เกิดแรงสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ขดลวดชุดนอกตรึงอยู่กับที่ เรียกว่า สเตเตอร์ ส่วนขดลวดชุดในหมุนได้ เรียกว่า “อาร์มาเจอร์”

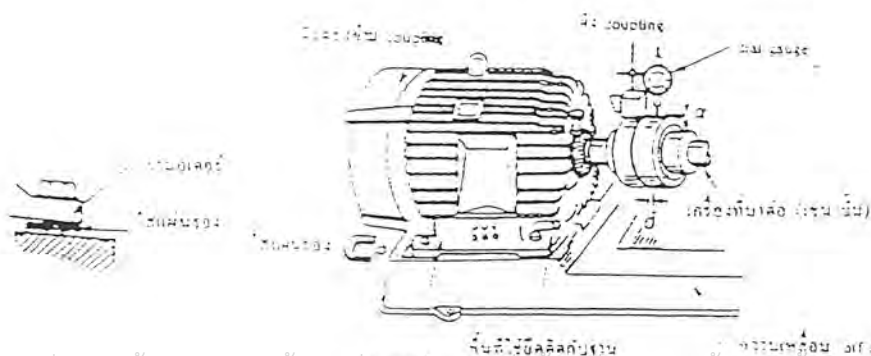
มอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกเป็นสองพวกใหญ่ ๆ คือ มอเตอร์แบบยูนิเวอร์ซัล และมอเตอร์แบบอินดักชัน

### มอเตอร์ไฟฟ้าแบบยูนิเวอร์ซัล

เมื่อกระแสไฟฟ้าถูกป้อนเข้ามอเตอร์ ไฟฟ้าแบบยูนิเวอร์ซัล กำลังบิดจนเพลางจะเกิดขึ้นทันที มอเตอร์ไฟฟ้าชนิดนี้มักพบในเครื่อง และเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่พบเห็นกันตามบ้าน ได้แก่ ส่วนไฟฟ้า เครื่องปั่นน้ำผลไม้ เครื่องผสมอาหาร เครื่องขัดกระดาษทราย และเลื่อย เป็นต้น มอเตอร์ชนิดนี้ ใช้ได้ทั้งกระแสไฟฟ้าสลับและกระแสไฟฟ้าตรง และใช้ได้กับอุปกรณ์ที่ใช้แบตเตอรี่ทั้งหมด

ภาพที่ 20

งานติดตั้งมอเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### มอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชัน

มอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชันจะแตกต่างจากยูนิเวอร์ซัล คือไม่มีแปรงถ่าน และคอมมิวเตเตอร์ มอเตอร์แบบอินดักชัน สามารถทำงานได้เฉพาะกับกระแสไฟฟ้าสลับและต้องการตัวช่วยสตาร์ทด้วย เมื่อกระแสไฟฟ้าสลับถูกป้อนเข้าขดลวดสเตเตอร์ กระแสไฟฟ้านี้จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นในขดลวดสเตเตอร์ สนามแม่เหล็กนี้จะเหนี่ยวนำ ให้เกิดกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กในอาร์มาเจอร์ต่อไป โดยปกติแล้ว กระแสไฟฟ้าสลับจะเปลี่ยนทิศทางของสนามแม่เหล็กในสเตเตอร์วินาทีละ 100 ครั้ง ซึ่งเป็นผลทำให้สนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำในอาร์มาเจอร์เกิดขึ้นครบวัฏจักรวินาที 50 รอบ สเตเตอร์ และอาร์มาเจอร์จึงเกิดแรงดูดและแรงผลักกระทำต่อกันสลับกันไป การเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กอย่างรวดเร็วในอาร์มาเจอร์ และสเตเตอร์จะเกิดแรงผลักกระทำต่อกันอย่างต่อเนื่องซึ่งทำให้อาร์มาเจอร์หมุนไปได้

มอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชันแยกออกเป็นประเภทต่าง ๆ คือ สปรีต - เฟส, คาปาซิเตอร์ และเซคคัล-โพล

มอเตอร์ประเภทสปรีต-เฟส ใช้ขดลวดพิเศษ ซึ่งเรียกว่า “ขดลวดสตาร์ท” ช่วยในการสตาร์ทมอเตอร์ขดลวดสตาร์ทประกอบด้วยขดลวดเส้นโต ซึ่งพันรอบขดลวดวิ่ง จำนวน 2-3 รอบ ขดลวดทั้งสองได้รับกระแสไฟฟ้าในช่วงเริ่มต้น และเกิดสนามแม่เหล็กอย่างแรงทำให้อาร์มาเจอร์เริ่มหมุนด้วยอัตราเร็วรอบสูง พอสวิตช์หนีศูนย์กลางจะตัดกระแสไฟฟ้าออกจากขดลวดสตาร์ท มอเตอร์ประเภทสปรีต-สตาร์ทนั้น คล้ายกับประเภทสปรีต-เฟสมาก ต่างกันตรงที่มีคาปาซิเตอร์สำหรับสะสมพลังงานไฟฟ้าไว้ช่วยในการสตาร์ท ดังนั้นมอเตอร์จึงสามารถสตาร์ทภายใต้ภาระดัง เช่น การขับ ปีม หรือคอมเพรสเซอร์ได้

มอเตอร์ที่ใช้กระแสไฟฟ้าสลับแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนกลับไปกลับมา 100 ครั้งต่อวินาที ดังนั้นในหนึ่งวัฏจักรจะประกอบด้วยครึ่งบวกและครึ่งลบ วัดจากจุดที่กระแสไฟฟ้าเป็นศูนย์ โดยปกติความถี่ของกระแสไฟฟ้าสลับในประเทศไทย คือ 50 เฮิร์ตซ์ หรือวัฏจักร 50 รอบต่อวินาที ซึ่งก็หมายความว่าสนามแม่เหล็กเปลี่ยนกลับไปกลับมา 100 ครั้งต่อวินาทีนั่นเอง

## การบำรุงรักษามอเตอร์

เพื่อให้มอเตอร์มีอายุยืนนาน และปฏิบัติงานได้ดีต่อไป ต้องทำการตรวจสอบบำรุงรักษาเป็นระยะเวลา ช่วงเวลาที่ทำการบำรุงรักษาจะเป็นเดือนหรือปีขึ้นอยู่กับการใช้มอเตอร์

### การตรวจสอบเป็นระยะเวลาจะปฏิบัติดังนี้

1. รักษาภายนอกและภายในมอเตอร์ให้สะอาด ปราศจากน้ำมันฝุ่นละออง น้ำสำหรับมอเตอร์ที่อยู่ในที่ฝุ่นละอองมากต้องถอดมาทำความสะอาดในช่วงเวลาหนึ่งคือเดือนละครั้ง
2. ถ้าต้องการให้อายุของมอเตอร์ยืนนาน จะเอามาชุบน้ำมันวานิชปีละครั้งหรือ 2 ครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งานของมอเตอร์
3. ส่วนหมุนและ COMMUTATOR ต้องสะอาดปราศจากน้ำมันใด ๆ ทั้งสิ้นผิวหน้าจะต้องขึ้นมันโดยการใช้ผ้าสำลีเช็ดก็เป็นการเพียงพอแล้ว
4. แปรงถ่านต้องเคลื่อนที่ขึ้นลงในที่ยึดแปรงถ่านต้องสัมผัสกับที่ COMMUTATOR ได้ดีปกติต้องมีแรงสปริงดันแปรงถ่าน 2-2 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เมื่อเปลี่ยนแปรงถ่านใหม่ต้องใช้กระดาษทรายขัดแปรงถ่าน ให้แปรงถ่านสัมผัสกับที่ COMMUTATOR ดี และต้องมีแปรงถ่านอะไหล่เปลี่ยนได้ทันที
5. ตรวจสอบดูว่าอุณหภูมิที่อ่านจากมอเตอร์ต้องไม่เกิน 90 องศาเซนติเกรด หรือ 194 องศาฟาเรนไฮน์
6. ที่สำคัญที่สุดก็คือต้องตรวจดูว่า ตลับลูกปืนสกปรกหรือสึกหรอหรือเสียหายใช้การไม่ได้กับลูกปืนที่ใช้กันส่วนมาก ดังนั้นจึงต้องใช้น้ำมันไขหยอด โดยใช้อัดแบบ HAUDGUN ปกติมอเตอร์เมื่อซ่อมใหม่ ๆ จะหยอดน้ำมันมาจากโรงงานแล้วแต่เมื่อใช้ไปนาน ๆ แล้ว ระยะเวลาที่ต้องหยอดน้ำมันขึ้นอยู่กับการใช้งานของมอเตอร์ ถ้าใช้งานหนักแทนที่จะหยอดเดือนละครั้งอาจต้องหยอด 15 ครั้งเป็นต้น น้ำมันไขที่หยอดในตลับลูกปืนต้องเป็นน้ำมันชนิดดี และมีคุณภาพสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การขับเคลื่อนด้วยโซ่หมุน (Roller chain drives)

การถ่ายทอดกำลังโดยใช้โซ่ ตามปกตินิยมใช้ที่มีระยะระหว่างจุดศูนย์กลางระหว่างเพลลาที่ยาวกว่าการใช้เฟืองขับ แต่สั้นกว่าการใช้สายพานขับ ในขณะที่ถ่ายทอดกำลัง โซ่จะขบกับฟันของจานโซ่ (Sproket) และถ่ายทอดกำลังผ่านไปโดยไม่มีเลื่อนไถล ดังนั้น จึงให้การถ่ายทอดกำลังที่มีอัตราส่วนความเร็วคงที่เสมอ การขับเคลื่อนด้วยโซ่มีข้อดีหลายประการ เป็นต้นว่า สามารถถ่ายทอดกำลังได้เป็นจำนวนมากไม่ต้องมีแรงตึงตึงตึง เช่น สายพานให้การสั่นหรือของร่องสั้นน้อยกว่าและสะดวกแก่การติดตั้ง ด้วยข้อดีดังกล่าวแล้ว จึงนิยมใช้โซ่ขับเคลื่อนอย่างกว้างขวาง เช่นเดียวกับเฟืองขับด้วยเฟืองหรือสายพาน

แต่ในทางกลับกัน การใช้โซ่ขับเคลื่อนก็มีข้อเสียบางประการ คือ ความเร็วของโซ่ (chordal speed) ไม่คงที่อย่างแท้จริง เกิดเสียงดัง และมีการสั่นสะเทือนในการทำงาน เนื่องจากการกระแทกระหว่างโซ่ และบริเวณโคนฟันของจานโซ่ การยืดของโซ่เนื่องจากการสึกหรอของสลักและปลอกสลัก (bush) อันเนื่องมาจากความฝืดเลื่อนไถล ก็มีผลทำให้การขับเคลื่อนระหว่างโซ่และจานโซ่ไม่ถูกต้อง ดังเหตุที่กล่าวมาทั้งหมด ทำให้ไม่นิยมใช้โซ่ขับเคลื่อนที่มีความเร็วสูง ๆ จนกระทั่ง ได้มีการพัฒนาโซ่เงียบ (silent chain) ขึ้นมา

ตารางที่ 4  
แสดงมิติรวม

หมายเลขโซ่	พีคซ์ P	ขนาดของลูกกลิ้ง R	ความกว้างภายในของลูกกลิ้ง W	แผนประกอบยึด			ขนาดของสลัก D
				ความหนา T	ความกว้าง H	ความกว้าง h	
40	12.7	7.94	7.95	1.5	12.0	3.97	3.97

เพื่อให้สะดวกแก่การตัดสินใจ เลือกโซ่หมุนมาใช้งานได้มีการปรับปรุงพื้นที่ของเส้นที่ได้เปลี่ยนจาก tent curve มาเป็นหมายเลขของโซ่ และจำนวนฟันของจานโซ่ โดยการใช้ความเร็วของจานโซ่ เป็นระยะแกนในแนวนอน และความสามารถในการถ่ายทอดกำลังเป็นระยะบนแกนในแนวตั้ง สำหรับวัสดุที่ใช้ทำจานโซ่ ถ้าเป็นจานโซ่ขนาดเล็กมักจะทำด้วยเหล็กคาร์บอน แต่ถ้าเป็นจานขนาดใหญ่จะใช้เหล็กหล่อ หรือเหล็กเหนียวหล่อมากกว่า การคำนวณหาความแข็งแรง ส่วนมากมักไม่ทำกันอย่างละเอียด เนื่องจากจำนวนฟันต่ำสุดที่ยอมรับได้คือ 13 ดังนั้น จึงควรเลือกให้จานโซ่ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เล็ก มีจำนวนฟันเป็นเลขคู่มากกว่า 15 ฟันขึ้นไป ส่วนจำนวนฟันสูงสุดของจากโชตัวใหญ่จะจำกัดไว้ไม่เกิน 114 ฟัน อัตราทดที่เหมาะสมสำหรับโชหมุน ควรจะน้อยกว่า 1/7 แต่อาจจะใช้ 1/10 ได้ในกรณีเมื่อความเร็วของโชต่ำจริง ๆ และมุมสัมผัสระหว่างโชตัวเล็ก จะต้องมีความมากกว่า 120 ในกรณีที่ต้องการให้การขับเป็นไปอย่างระเบียบ สม่่าเสมอ และไม่เกิดเสียงดังอาจจะทำได้โดยการใส่โชที่พีตช์สั้นลง และให้จำนวนฟันของเฟืองโชมีมากขึ้น ส่วนการเลือกใช้โชหลาย ๆ แกว มิได้เป็นส่วนโดยตรงกับเมื่อเปรียบเทียบกับโชแกวเดียว และจากความจริงข้อนี้จะเห็นว่าการเลือกใช้โชแกวเดียวเป็นวิธีที่ให้ผลมากที่สุด

ขั้นต่อไปต้องตรวจสอบให้แน่ว่า ดุมของจานโชขนาดโตพอที่จะสวมเข้ากันเพลลาและยึดด้วยลิ้มหรือไม่ การเลือกหมายเลขโชที่เหมาะสม บ่อยครั้งที่ขึ้นอยู่กับ การตรวจสอบสิ่งนี้ ยิ่งไปกว่านั้น หมายเลขโชและจำนวนแกว บางครั้งก็ถูกบังคับด้วยที่ว่างที่มีอยู่

การทำฟันของจานโชให้แข็ง นิยมใช้วิธีการอบชุบให้แข็ง และมักจะทำกับจานโช ที่มีฟันน้อยกว่า 24 ฟัน หรือจานโชขนาดเล็กที่ใช้กับงานที่มีอัตราทดมากกว่า ๘ หรือ ทำทั้งกับจานโชขนาดเล็กและใหญ่ ถ้าจานคู่ นั้นถ่ายทอดโหลดหนัก ๆ ที่มีความเร็วต่ำ ๆ และสำหรับจานโชที่ทำงานภายใต้สภาวะที่มีการขัดสีต่าง ๆ

วัสดุที่ใช้ทำจานโช โดยทั่วไปแล้ว ใช้เหล็กหล่อสีเทา (FC 25) เหล็กคาร์บอนใช้ทำโครงสร้างทั่ว ๆ ไป (SS 41) เหล็กคาร์บอนใช้ทำโครงสร้างเครื่องจักร (S 35 C) และเหล็กเหนียวหล่อ (SC 46) ฯลฯ

ถ้าในกรณีที่วิธีลองเลือกใช้เพลลาขนาดโตขนาดหนึ่ง และผลออกมาว่าไม่เหมาะสมให้ลองตรวจสอบดูว่าเราสามารถจะลดขนาดของเพลลาลงได้บ้างหรือไม่ โดยการเปลี่ยนวัสดุที่ทำเพลลาเสียใหม่

สำหรับระยะระหว่างเพลลาทั้งสอง สามารถจะลดให้สั้นลงจนกระทั่งจานโชทั้งสองเกือบจะสัมผัสกันระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางที่เหมาะสมที่สุดควรจะอยู่ราว ๆ 30 ถึง 50 เท่าของพีตช์ของโช แต่ถ้าโหลดเป็นประเภทเปลี่ยนแปลงไปมา ระยะระหว่างจุดศูนย์กลางควรจะลดลง ให้เหลือน้อยกว่า 20 เท่าของพีตช์ของโช

ในขณะที่ใช้งาน โชอาจจะเกิดการสั่นสะเทือนได้ ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลหลายประการ อาทิ เช่น การเปลี่ยนแปลงของความเร็ว การเปลี่ยนแปลงของโหลด ฯลฯ เพื่อเป็นการป้องกัน จึงนิยมใส่อุปกรณ์บังคับความตึงของโช เช่น จานโชลอย หรือ ใช้ยางเป็นตัวหน่วงการสั่นสะเทือนต่าง ๆ ที่เกิดที่โช

สำหรับการหล่อลิ้ม นิยมใช้น้ำมันหล่อลิ้มที่มีคุณภาพดี เช่น น้ำมันหล่อลิ้มเฟือง ซึ่งมีสารเพิ่มคุณภาพทางด้านความดันสูงเดิมอยู่ และมักไม่นิยมใช้น้ำมันข้น ๆ หรือจารบีการเลือกชนิดของน้ำมันที่มีความหนืดที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการขับที่มีความเร็วสูง น้ำมันที่ใช้หล่อลื่นควรที่จะเลือกใช้น้ำมันที่มีความหนืดต่ำ และกรณีที่อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมสูง น้ำมันที่ใช้ควรที่จะมีความหนืดสูงตามไปด้วย หรือถ้า กำหนดอย่างหยาบ ๆ ถ้าใช้งานที่อุณหภูมิปกติ ควรใช้น้ำมันเกรด SAE 20-30 (65-130 cST.300-600 SUS ที่อุณหภูมิ 37.8 องศา) แต่ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 40 องศา เซนติเกรด น้ำมันที่ใช้ควรจะเป็น เกรด SAE 30-40 (130-200 cST, 600-900 SUS ที่อุณหภูมิ 37.8 องศา ถ้าเป็นโซ่ที่มีพิตช์น้อย ๆ น้ำมันที่ใช้ควรที่จะมีความหนืดต่ำ และสูงขึ้นเมื่อพิตช์มากขึ้นตามลำดับ

หากใช้โซ่กับงานที่มีสภาพแวดล้อมเป็นกรด หรือมีการกัดกร่อน หรืออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูง ๆ ก็อาจจะหันมาใช้โซ่หมุนที่ทำด้วยสแตนเลสได้ หรือจะลองพิจารณาวัสดุอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติ ทนต่อสภาพแวดล้อมดังกล่าวข้างต้นได้

#### ตารางที่ 5

#### แสดงการให้สารหล่อลื่นและวิธีการให้การหล่อลื่น

วิธีการหล่อลื่น	การหยอดน้ำมันเป็นหยด ๆ จุ่มอยู่ในอ่างน้ำมัน แปรงอาบน้ำ				การให้น้ำมันโดยใช้ปั๊ม			
	-10 C	0 C	40 C	50 C	-10 C	0 C	40 C	50 C
อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมหมายเลขโซ่	0 C	40 C	50 C	60 C	0 C	40 C	50 C	60 C
ถึง No. 50	SAE10	SAE20	ASE30	ASE40	SAE10	SAE20	ASE30	ASE40
No.60 ถึง No.80	SAE20	SAE30	ASE40	ASE50				
No. 100					SAE20	SAE30	ASE40	ASE50
มากกว่า No 120	SAE30	SAE40	ASE50	ASE60				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เพลลา

เพลลา เป็นส่วนสำคัญที่สุดส่วนหนึ่งของเครื่องจักรกลทุกชนิด เครื่องจักรกลเกือบทุกประเภทมีส่วนหนึ่งที่ใช้ถ่ายทอดการหมุน หรือทั้งการหมุนและกำลัง โดยอาศัยชิ้นส่วนที่สำคัญ คือ เพลลา

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของเพลลาที่ใช้ถ่ายทอดกำลัง และลิ้มที่ถ่ายทอดโมเมนต์บิดจากเพลลาเป็นส่วนใหญ่

### ชนิดของเพลลา

เพลลาถ่ายทอดกำลังอาจจะแบ่งตามชนิดของโหลด LOAD ได้ดังนี้

#### 1. เพลลาถ่ายทอดกำลัง Transmission Shafts

ชนิดนี้ใช้รับเฉพาะการบิดอย่างเดียว หรืออาจจะรับทั้งการบิด และการดัดผสมกัน กำลังจะถ่ายทอดผ่านเพลลา โดยอาศัยแผ่นประกบต่อเพลลา Coupling เฟือง มู่เกิ้ลและสายพานหรือจานโซ่ และโซ่ ฯลฯ

#### 2. เพลลาสั้น Spindle

ในการใช้งานทั่วไปใช้รับเฉพาะการบิดเพียงอย่างเดียว มักจะมีขนาดค่อนข้างสั้น เช่น เพลลาประธาน Main Shaft ของเครื่องจักรกลต่าง ๆ เพลลาพวกนี้ต้องการรูปร่างและขนาดที่ถูกต้องจริง ๆ แม้ในขณะที่ใช้งาน

#### 3. เพลลาแกน Axles

เพลลาชนิดนี้ใช้ตั้งอยู่ระหว่างล้อของรถยนต์ รถบรรทุก รถพ่วง ฯลฯ (บางครั้งเรียกว่าแกน) โดยปกติแล้วเพลลาแบบนี้ไม่ได้ออกแบบไว้ให้หมุนแต่จะได้รับการดัดเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ในกรณีที่ถูกออกแบบให้ใช้เป็นเพลลาขับเท่านั้น

นอกจากจะแบ่งเพลลาตามชนิดของโลกแล้ว อาจจะแบ่งออกตามชนิดของรูปร่างได้อีก คือ เพลลาตรง เพลลาข้อเหวี่ยง ใช้เป็นเพลลาประธานของเครื่องยนต์ลูกสูบ เพลลาอ่อน Flexible Shafts ที่ใช้ถ่ายทอดกำลังน้อย ๆ และในทิศทางใด ๆ เป็นต้น

### จุดสำคัญในการออกแบบเพลลา

ในการออกแบบเพลลามีจุดที่ควรพิจารณา ดังนี้

#### 1. ความแข็งแรงของเพลลา

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าเพลลาที่ถ่ายทอดกำลังจะต้องรับการบิดและการดัด หรือทั้งสองอย่าง แต่มีเพลลาบางแบบที่อาจจะรับการดึงหรือการอัดด้วย เช่น เพลลาของกังหันน้ำแบบล้อ Water Wheel หรือเพลลาขับของเรือ

นอกจากนี้ยังจะต้องพิจารณาเรื่องการล้า การกระแทก หรืออิทธิพลของการรวมจุดความ

เค้น Stress Concentration เนื่องมาจากการเปลี่ยนขนาดเพื่อทำป่า หรือเมื่อมีการเจาะรูสลิม ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภายในของมหาวิทยาลัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

เพลลาที่จะออกแบบต้องแข็งแรงพอที่จะรับโหลดดังกล่าวทั้งหมดได้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ความแข็งแรงของเพลลา

นอกจากจะต้องแข็งแรงพอแล้ว ในขณะที่ใช้งานเพลลาอาจจะโก่ง หรือบิดเบี้ยวมากเกินไป อันอาจทำให้ผลผลิตที่ผลิต โดยเครื่องจักรนั้น ๆ ผิดพลาดไป หรือทำให้การขบกันของฟันเฟืองไม่สนิททำให้เกิดเสียงและสั่นสะเทือน ด้วยเหตุนี้ ในการออกแบบเพลลาจึงต้องนำเอาความแข็งแรงเข้ามาพิจารณาพร้อมกับความแข็งแรงด้วย แต่ทั้งนี้ ก็ต้องพิจารณาประกอบด้วยว่าเพลลานั้น ๆ ออกแบบขึ้นเพื่อใช้กับงานหรือเครื่องจักรกลชนิดใดด้วย

## 3. ความเร็ววิกฤติ

ถ้าความเร็วของเพลลาถูกเพิ่มขึ้นมาก ๆ จะพบว่าที่ความเร็วหนึ่งเพลลามีความสั่นสะเทือนมากขึ้นอย่างผิดปกติในทันทีทันใด ความเร็วที่เกิดการสั่นสะเทือนมากนี้เรียกว่า "ความเร็ววิกฤติ" อาการเช่นนี้มักเกิดกับกังหันที่หมุนด้วยความเร็วสูง เครื่องยนต์สันดาปภายในมอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น หากเราทิ้งไว้ที่ความเร็วนี้เป็นเวลานานพอเพลลาอาจเสียหาย ดังนั้นสำหรับชิ้นส่วนที่หมุนด้วยความเร็วสูงจึงต้องระมัดระวังให้ความเร็วใช้งานต่ำกว่าความเร็ววิกฤติเสมอ

## 4. การกัดกร่อน

เพลลาของเครื่องจักรกลบางชนิด เช่น เพลลาขับของเรือ เพลลาของปั๊มที่สัมผัสกับของเหลวที่มีการกัดกร่อนหรือเพลลาของเครื่องจักรที่มีช่วงที่หยุดใช้เป็นเวลานานจะต้องเลือกทำด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติต่อต้านกับการกัดกร่อนได้ดี (รวมทั้งเพลลาสติกด้วย) การเลือกวัสดุที่ถูกต้องและเหมาะสมจะช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร และลดเวลาที่ต้องหยุดซ่อมแซม ก่อนถึงเวลาอันสมควร

แบริ่ง เป็นชิ้นส่วนเครื่องกลรองรับการหมุนรอบ Rotating การแกว่งไปมา Oscillation ของชิ้นส่วนอีกชิ้นหนึ่ง ซึ่งทำให้การเสียดทานระหว่างชิ้นส่วนทั้งสองชิ้นนี้ลดลงเป็นอย่างมาก เนื่องจากได้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางเกี่ยวกับการส่งถ่ายกำลัง และพบว่าประมาณ 30 % ของกำลังทั้งหมดได้สูญหายไปเนื่องจากการเสียดทาน ดังนั้นความรู้เรื่องการเสียดทาน และการลดการเสียดทานของแบริ่งย่อมจำเป็นสำหรับผู้จะคำนวณออกแบบเครื่องกลทั้งหลาย

แบริ่ง มีหน้าที่จับเพลลาโรเตอร์ให้หมุนได้เที่ยง คล่อง และกินกำลังใญ่น้อยที่สุด

แบริ่งที่ใช้มี 2 ประเภท คือ แบริ่งธรรมดาที่ไม่ผิดและบอลแบริ่ง แต่ละประเภทมีข้อดีข้อเสียในลักษณะต่าง ๆ กัน ข้อสำคัญที่ช่างเทคนิคจะต้องระลึกเสมอ คือ แบริ่งเหล่านี้เมื่อใช้งานจะต้องสึกหรอ ฉะนั้นสภาพการใช้งานที่ดี การติดตั้งมอเตอร์ใช้งานที่ดี และวิธีการบำรุงรักษาแบริ่งจะช่วยให้งานมอเตอร์ได้ยาวนาน แต่ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะแบริ่งธรรมดาเท่านั้นเพราะเกี่ยวข้องกับงานออกแบบมากที่สุด

1. แบริ่งธรรมดา Plain Bearings เป็นแบริ่งที่รองรับการเลื่อน Sliding Support และแรงเสียดทานจะลดลงมาก โดยการใส่ของเหลว หรือของแข็ง หรือก๊าซ เพื่อการหล่อลื่น แบริ่งชนิดนี้ก็ยังใช้งานอยู่ก็มี

- เจอร์นัลแบร์ริง (Journal Bearings หรือ Sleeve Bearings) จะรองรับเพลากลมเพื่อการหมุนหรือแกว่ง โดยที่แบร์ริงจะมีรูปร่างคล้าย ทรงกระบอก และเจอร์นัล ก็คือส่วนหนึ่งของเพล่า เมื่อแบร์ริงล้อมรอบเจอร์นัลเราเรียกว่า แบร์ริงเต็ม (Full Bearings) แต่ถ้ามีเพียงบางส่วนของแบร์ริงเท่านั้นที่ล้อมรอบเจอร์นัล เรียกว่า แบร์ริงส่วน (Partial Bearings)

- แบร์ริงแกน (Thrust Bearings) จะรองรับเพล่า ซึ่งกำลังหมุนและแกว่งตามแนวของแกนเพล่า

- แบร์ริงนำ (Line หรือ Guide Bearings) ใช้สำหรับรับชิ้นส่วนที่จะต้องเคลื่อนที่ไปทุกส่วนด้วย (Translation Motion)

วัสดุที่ใช้ทำแบร์ริงมาก คือ โลหะผสมบรอนซ์ คือ พวงทองแดง-ดีบุก-ตะกั่ว ทองแดง-ดีบุก และทองแดง-อลูมิเนียม เป็นต้น ในเครื่องยนต์ของเครื่องบิน ผิวของเจอร์นัลแบร์ริงฉาบและเคลือบด้วยเงิน ตัวแบร์ริงเองทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กกล้า แบร์ริงเหล็กหล่อมีราคาต่ำกว่าวัสดุอย่างอื่น บางครั้งทำสำเร็จติดตั้งบนโครงสร้างได้เลย มีประสิทธิภาพดีมากพอสมควรเมื่อใช้กับเพล่าที่ทำด้วยเหล็กกล้าชุบแข็ง อย่างไรก็ตามผิวของแบร์ริงจะแข็งแรงแมกเกินไป และเป็นตัวนำความร้อนที่ไม่ดีนัก

แบร์ริงยางจะนำไปใช้ได้ น้ำลึก เช่น กังหันน้ำ บั้มหรือเพล่าขับ เป็นต้น ในกรณีเช่นนี้ น้ำจะทำหน้าที่เป็นสิ่งที่หล่อลื่น และหล่อเย็นระบายความร้อน เพล่าจะใช้โลหะ ซึ่งไม่สึกกร่อนในน้ำ เช่น เหล็กกล้าหรือบรอนซ์ เป็นต้น

แบร์ริงไนลอน มีการเสียดทานน้อยมาก อาจใช้เป็นวัสดุทำแบร์ริงได้บางครั้ง ใช้น้ำมันหล่อลื่นเล็กน้อย คุณสมบัติเชิงกล และหล่อลื่น อาจเพิ่มให้ดีขึ้นโดยใช้ผงกราฟไฟต์ เติมลงไปเป็นส่วนผสมหนึ่งของไนลอน

แบร์ริงเทฟลอนเป็นวัสดุที่มีแรงต้านทานต่ำเช่นกัน แต่มีราคาแพงกว่าแบร์ริงชนิดดี อาจจะใช้เทฟลอนเป็นผิวสัมผัสกับผิวเจอร์นัล และรองผิวด้วยโลหะบรอนซ์ เพื่อช่วยในการนำและพาความร้อนให้ออกไปโดยเร็วยิ่งขึ้น

แบร์ริงพลาสติกเป็นแบร์ริงที่เหมาะสมสำหรับงานที่มีการเคลื่อนไหวไม่มากนัก มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับงาน แต่ละประเภทในการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานนั้น ๆ แบร์ริงพลาสติกมีทั้งที่ทำจากพลาสติกและโลหะผสม

การเลือกใช้แบร์ริง

การเลือกใช้แบร์ริงให้เหมาะสมกับงาน จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1. ขนาด และทิศทางของแรงที่กระทำต่อเนื้อ
2. ความเร็วหมุนของแหวงวงใน และแหวงวงนอก
3. อายุการใช้งานของแบร์ริง ที่ต้องการ
4. ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างแหวงวงใน-แหวงวงนอกกับอุณหภูมิภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ความเที่ยงของแกนของแบริ่งที่ต้องการ
6. ขนาดของแรงบิดที่เกิดจากการเสียดทาน และความดังของเสียงที่เกิดขึ้น
7. ชนิดของน้ำมันหล่อลื่นที่ต้องการจะใช้
8. จำนวนแบริ่งที่ใช้รับแรง
9. โลหะที่ใช้ทำเพลาและเปลือกตุ๊กตา จะต้องเรียบและได้แนวเส้นตรง

เนื้อที่สำหรับแบริ่ง จำกัดหรือไม่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### สายพานกำลัง

สายพานสามารถถ่ายทอดกำลังระหว่างเพลลา 2 เพลลาได้โดยอาศัยแรงเสียดทานระหว่างสายพานกับมู่เล่ การตั้งความตึงของสายพานโดยทั่วไปจะตั้งไว้ที่ระยะกต  $1 / 64$  นิ้วต่อนิ้วของช่วงเพลลา ( span . K )

สำหรับขนาดของมอเตอร์ที่กำหนด การใช้มู่เล่ที่เล็กลงจะทำให้แรงตึงเพิ่มขึ้นเป็นผลให้โมเมนต์ดัดบนเพลลามอเตอร์และภาวะขอรองสิ้นในมอเตอร์เพิ่มขึ้น ดังนั้นเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น จึงได้มีการกำหนดขนาดเล็ที่สุดของมู่เล่ที่จะใช้กับมอเตอร์ขนาดต่างๆ

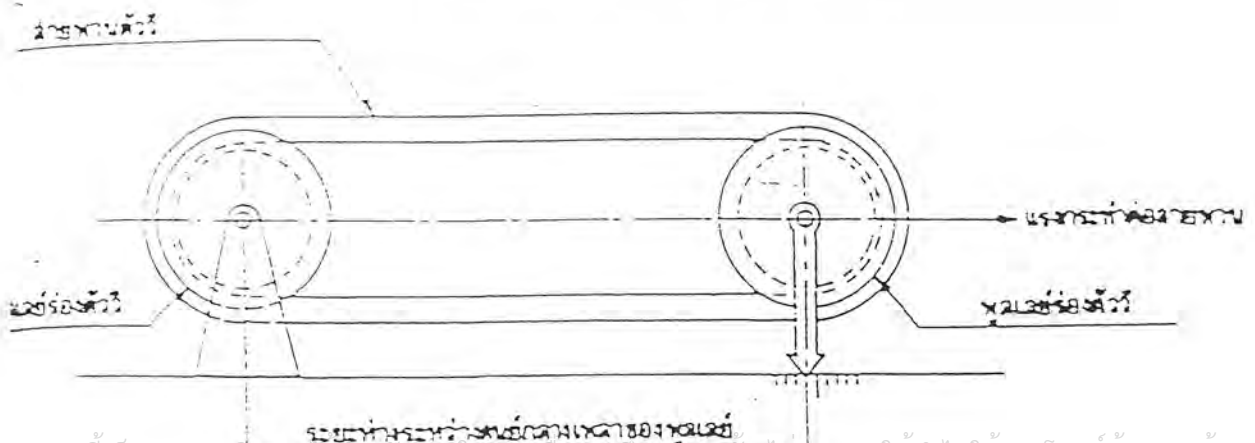
สายพานมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบคือ สายพานแบน สายพานวีและสายพานเฟือง ( timing belt ) ในปัจจุบันวีและสายพานทันเฟืองได้ถูกนำมาใช้แทนสายพานแบนมีการสิ้นไกลสูง รองลันต้องรับภาระมาก มีเสียดทานและกินเนื้อที่ในแนวแกนมาก ส่วนสายพานวีจะมีข้อดีคือ สามารถรับภาระการกระตุก ( shock ) ได้ดี ต้องการการบำรุงรักษาน้อย สำหรับพื้นที่ผิวสัมผัสที่เท่ากันจะมีขนาดแคบกว่าและมีขนาดหนวกกว่าสายพานแบน มีความเสียดทานภายในสูงกว่าเนื่องจากมีความหนามากกว่า และมีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยสูงถึง 95 %

### การเลือกขนาดสายพาน

ขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายพานวีที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับกำลังม้า และความเร็วรอบของมู่เล่ตัวเล็ก และในกรณีที่มีสายพานหลายเส้น จำนวนแรงม้าทั้งหมดจะแบ่งให้สายพานแต่ละเส้นเท่าๆ กัน ในทางปฏิบัติจะเพิ่มเข้าไปอีก 10 - 15 % สำหรับการรับภาระไม่เท่ากันซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ ความเร็วของสายพานจะอยู่ระหว่าง 1000 - 5000 fpm โดยในช่วง 4000 - 5000 rpm จะเป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุด

ภาพที่ 21

แสดงลักษณะรูปร่างของสายพานตัววีส่งกำลัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การศึกษาสัดส่วนกับการออกแบบ

ในการทำงานที่มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องสัมพันธ์กับสัดส่วนที่ถูกต้องและลักษณะการทำงานที่เหมาะสม จึงจะทำงานได้สำเร็จ และไม่เป็นอุปสรรคต่อการทำงาน ดังนั้นจะต้องศึกษาค้นคว้าระยะมุมมอง และการทำงานของร่างกายเพื่อเป็นประโยชน์ในการออกแบบ

มนุษย์ย่อมมีขีดจำกัดระบบต่าง ๆ ของมนุษย์ ความสามารถของมนุษย์จะมีขีดจำกัดเสมอ เช่น ความสามารถในการยกน้ำหนัก ความสามารถในการมองเห็น ความสามารถในการหยิบจับสิ่งของ และขีดความสามารถในด้านอื่น ๆ ทั้งหมดนี้คือหน้าที่ของนักออกแบบที่จะต้องทราบเพื่อนำไปประกอบการออกแบบ



หน่วยเป็นเซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ความสามารถของมือที่สัมพันธ์กับปุ่มบังคับ

1. การจับปุ่มที่เล็กที่สุด เมื่อใช้นิ้วหัวแม่มือกับนิ้วกลาง ปุ่มจะต้องเล็กไม่ต่ำกว่า  $3/8$  นิ้ว
2. การจับปุ่มที่เล็กที่สุด เมื่อใช้นิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้ ปุ่มจะเล็กที่สุดได้ไม่ต่ำกว่า  $3/8$  นิ้วถึง  $5/8$  นิ้ว
3. การจับห่วงวงกลม ใช้นิ้วเดียว เส้นผ่านศูนย์กลางของห่วงประมาณ 1 นิ้ว  
 ใช้นิ้ว 2 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลางของห่วงประมาณ 1 ฝ นิ้ว  
 ใช้นิ้ว 3 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลางของห่วงประมาณ 2 ฝ นิ้ว  
 ใช้นิ้ว 4 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลางของห่วงประมาณ 2 พ นิ้ว
4. การจับ T-BAR ตามลักษณะดังภาพ ระยะห่างจากแกนฉากถึงปลายอีกด้านหนึ่ง ประมาณ 3 นิ้ว และความหนาของที่จับประมาณ 1 นิ้ว

### ความสามารถของมือที่ใช้จับ

1. จับ HANDLES โดยใช้นิ้วมือ 4 นิ้วจับที่จับจะต้องมีช่องห่างประมาณ 3 ฝ"
2. จับ HANDLES โดยใช้นิ้วมือ 2 นิ้วจับ ที่จับจะต้องมีช่องห่างประมาณ  $1\ 5/8$  "
3. การจับปุ่มโดยใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ตั้งรูป ปุ่มควรมีขนาด 1 นิ้ว
4. การจับปุ่มในลักษณะการสอดนิ้วตั้งรูป ช่องห่างของปุ่มที่นิ้วสามารถสอดเข้าไปได้ ควรประมาณ  $5/8$  นิ้ว เป็นอย่างน้อยที่สุด และ 1 นิ้ว เป็นอย่างน้อยที่สุดสำหรับแบบด้านขวา
5. การจับลูกบิดประตูโดยจับเต็มมือดังภาพ ลูกบิดควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 นิ้ว
6. การจับลูกบิดเต็มมือโดยนิ้วแยกจากกันเล็กน้อย และนิ้วยังคงคลุมขอบลูกบิดควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 ฝ นิ้ว
7. การจับหลักหรือเสาดังรูป หลักนั้นควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 พ นิ้ว
8. การใช้นิ้วชี้ที่จับทางตอนใน ส่วนโค้งควรมีรัศมี ฝ นิ้ว และระยะของส่วนโค้งเท่ากับ  $5/8$  นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6  
แสดงขนาดสัดส่วนของรัศมีในการเอื่อมในระยะต่าง ๆ

หมวดหมู่	รัศมีเอื่อม		ระยะกว้าง		ระยะไกล		ระยะห่าง	ระยะเอื่อมห่างตา	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	จากโต๊ะ	ชาย	หญิง
A	600	565	1530	1450	650	500	20	630	480
B	650	615	1530	1430	700	615	20	780	585
C	600	565	1530	1450	850	705	20	830	685
D	650	615	1630	1550	1000	815	20	800	795

ตารางที่ 7  
แสดงความสูงยืนสูงสุด, ความสูงยืนต่ำสุด, ความสูงเฉลี่ย  
และน้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย (ชาย-หญิง) อายุระหว่าง 13-40 ปี

อายุ (ปี)	ความสูงเฉลี่ย (ซม.)	ความสูงสูงสุด (ซม.)	ความสูงต่ำสุด (ซม.)	น้ำหนักเฉลี่ย (กก.)	จำนวน (คน)
13	146.96	199.00	112.00	37.41	5914
14	151.44	195.00	112.00	41.36	9714
15	155.44	184.00	113.00	44.65	10734
16	157.77	189.00	107.00	47.03	10114
17	159.65	185.00	106.00	48.63	8195
18	160.76	186.00	132.00	49.84	5695
19	161.95	189.00	137.00	56.64	3266
20	162.43	185.00	130.00	51.07	2336
21	152.17	192.00	142.00	51.03	1756
22	161.54	186.00	142.00	50.75	1687
23	161.12	182.00	140.00	50.75	1154
24	161.06	184.00	143.00	50.98	9785
25	160.33	185.00	140.00	50.69	689
26	160.33	188.00	140.00	51.82	548
27	160.08	183.00	138.00	51.07	544
28	160.90	183.00	144.50	52.97	503
29	160.93	180.00	135.00	53.24	506

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30	159.49	181.00	142.00	52.62	612
31	159.86	180.00	139.00	53.16	474
32	159.57	180.00	141.00	53.32	715
33	159.43	180.00	141.00	53.57	680
34	159.44	184.00	140.50	53.87	713
35	159.62	182.00	135.00	54.50	585

ตารางที่ 7 (ต่อ)

และน้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย (ชาย-หญิง) อายุระหว่าง 13-40 ปี

อายุ (ปี)	ความสูงเฉลี่ย (ซม.)	ความสูงสูงสุด (ซม.)	ความสูงต่ำสุด (ซม.)	น้ำหนักเฉลี่ย (กก.)	จำนวน (คน)
36	159.89	186.00	137.00	54.84	514
37	159.49	184.00	140.00	54.16	423
38	159.54	180.00	144.00	55.13	357
39	158.82	178.00	141.00	55.53	362
40	159.90	187.00	144.50	55.51	322

“ข้อมูลส่วนสัดของคนไทย”, ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง  
สถาบันวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การศึกษาจิตวิทยาของสี

### สี (COLOUR)

ทฤษฎีสี ทฤษฎีสีเราแบ่งออกเป็น 3 สี คือ

1. สีแดง ( RED)
2. สีเหลือง (YEOLOW)
3. สีน้ำเงิน (BLUE)

เมื่อผสมแม่สีทั้งสามสีจะทำให้เกิดสีใหม่ขึ้น เมื่อนำมาเรียงกันเป็นวงจร โดยอาศัยหลัก

ทฤษฎีสี สามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. สีร้อน
2. สีเย็น

สีร้อน คือสีที่ดึงดูดความรู้สึก (ADANCING COLOURED) มีความสะดุดตาเมื่อมองไกล ๆ เป็นสีที่ให้ความกระชุ่มกระชวย

สีเย็น คือสีที่ไม่ดึงดูดความรู้สึก ไม่สะดุดตา ให้ความรู้สึกสบายตา สามารถมองได้นาน ๆ โดยไม่ระคายเคืองสายตา

### การเลือกสีกับผลิตภัณฑ์

นอกจากต้องการความสวยงามแล้ว สียังมีผลในการทำให้เกิดความรู้สึกในทางด้านอื่น ซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อยู่มาก

### การใช้สีเพื่อการออกแบบ

การใช้สีตกแต่งผิวนอกเพื่อให้เกิดความสวยงามตามลักษณะของสุนทรียภาพ และเพื่อชักจูงใจสำหรับการขายและความชอบนั้น ๆ ส่วนใหญ่มักมีการตกแต่งผลิตภัณฑ์ทุกชนิดด้วยสี การตกแต่งผิวเพื่อชักนำโน้มน้าวให้เกิดผลทั้งทางการขาย ความสะดุดตา และความหมายความงามทั้งหลายแล้ว โดยประโยชน์ของสีก็ยังแยกได้ประโยชน์หลายชนิด อาจมีทั้งสีกันสนิม กันน้ำหรือต่อต้านภาวะการทำลายจากภายนอกสำหรับวัตถุหรือผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ด้วย

### ชนิดของสี

ในชีวิตความเป็นอยู่ในปัจจุบัน สิ่งที่จะช่วยเพื่อความงามให้ธรรมชาติมีชีวิตชีวามากขึ้นก็คือสีต่าง ๆ นั่นเอง สันนิษฐานว่ามีอิทธิพลต่อมนุษย์มากบางครั้งจะให้ความรู้สึกสดชื่นหรือเศร้าก็ได้ สีมียุทธศาสตร์มาตั้งแต่สมัยโบราณยุคประวัติศาสตร์มาแล้ว โดยการเริ่มรู้จักใช้สีมากตามหน้าตามตา หรือตามผนังถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเป็นการตกแต่งหรือศิลปะอย่างหนึ่งนั่นเอง เช่นกัน ปัจจุบันสียังมีอิทธิพลในการบันทึกลงให้เกิดความรู้สึกต่อความเป็นอยู่อย่างมากมายนับตั้งแต่เครื่องใช้ เครื่องประดับเล็กน้อย ตลอดไปจนถึงสถานที่อยู่อาศัย อาคารขนาดใหญ่ ด้วยเหตุนี้จึงนับว่าเป็นส่วนสำคัญที่จะขาดเสียมิได้

### คุณลักษณะของสี

สีมีคุณลักษณะต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้

#### 1. สีมีคุณลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ คือ มี HUE, VALUE และ CHROMA

1.1 HUE คือ ตัวสีของแต่ละชนิด เช่น สีแดง เขียว ฯลฯ

VALUE คือ ความเข้มของสี อ่อนหรือแก่ เช่น แดงเข้ม ฟ้าอ่อน

CHROMA คือ ความแรงของสี เช่น แดงสด จะมี STRENGTH สูง

TINT คือ พวงสีจาง สีเบา หรือสีที่มีสีขาวผสม

SHADE คือ พวงสีเข้ม

COMPLEMENTARY คือ พวงสีตรงกันข้ามกัน เช่น แดงกับเขียว

WARM COOL COLOR คือ พวงสีร้อนและสีเย็น

#### 1.2 อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

SIZE สีอ่อน ทำให้ของดูใหญ่ขึ้น

สีเข้ม ทำให้ของดูเล็กลง

WEIGHT สีอ่อน สีเย็น ทำให้รู้สึกเบา

สีอ่อน สีร้อน ทำให้รู้สึกหนัก

STRENGTH สีร้อน ทำให้รู้สึกแข็งแรงมาก

สีเย็น ทำให้ความรู้สึกร้อน ไม่สบายใจ

TEMPERATURE สีร้อน ทำให้ความรู้สึกร้อน ไม่สบายใจ

สีเย็น ให้ความรู้สึกเย็น สบายใจ

#### 2. สีจะช่วยให้ทัศนวิสัยที่แจ่มใสที่สุด เมื่อนำมาให้ดังนี้

- สีอ่อนตัดกับสีแก่ (ค่าแปรเปลี่ยนของสี)
- สีสดใสตัดกับสีสลด
- สีอุ่นตัดกับสีสด
- สีอุ่นตัดกับสีเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สีที่ตัดกันเองอยู่แล้วตามปกติ เช่น

- สีดำบนพื้นเหลือง
- สีเหลืองบนพื้นดำ
- สีแดงบนพื้นขาว
- สีเหลืองบนพื้นน้ำเงิน
- สีส้มบนพื้นน้ำตาล
- สีชมพูบนพื้นดำ

4. สีสามารถทำให้เห็นเป็นว่า เข้ามาใกล้หรือห่างออกไปได้ ตามปกติสีอ่อนซึ่งได้แก่ สีเหลืองนี้ดูแล้วคล้ายกับว่าเข้ามาอยู่ใกล้ผู้ดูในเมื่อสีเข้มคือ สีน้ำเงิน น้ำเงินเขียวม่วงห่างจากผู้ดูออกไป

5. สีที่เมื่อเราใช้ในเนื้อที่มาก ๆ แล้วไม่นานนั้น ถ้าได้ใช้เพียงเล็กน้อย อาจจะทำให้หน้าสนใจขึ้นและอาจเสริมความน่าดูให้แก่กันได้

6. เมื่อใช้สีเข้มจัดคู่กับสีอ่อนจัด จะทำให้แลเห็นเด่น และมีชีวิตชีวากว่าใช้สีที่มีค่าของความเข้ม หรือจากใกล้เคียงกันมาก

7. สีที่มีความสดใสพอ ๆ กัน เมื่อใช้ด้วยจะช่วยดึงดูดความสนใจได้เร็ว มักใช้ในการออกแบบป้ายหรือโฆษณา

8. หลักการเรื่องความเด่นของสี มีอยู่ว่าควรจะต้องมีสีชนิดใดชนิดหนึ่ง ปรากฏเด่นออกมามากกว่าเพื่อจะเป็นสีอ่อนหรือสีเข้มก็แล้วแต่ การใช้สีที่ไม่น่าดูอย่างหนึ่งก็คือ แต่ละสีที่ใช้ปริมาณเท่ากันไปหมด ถ้าให้ปริมาณหรือเนื้อที่ของสีเปลี่ยนไปสีที่กินเนื้อที่มากย่อมเด่นกว่า นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับค่าแปรเปลี่ยน และความสดใสของสีอีกด้วย

#### การวิจัยสีกับจิตวิทยา

การวิจัยเรื่อง “COLOR & MOOD = TONES” ของ DAVID C. MARRAY และ HARIDS L. DEABIER จาก WERWER ได้ทำการทดลองเรื่องสีกับอารมณ์โดยมีความมุ่งหมาย จะดูว่านิสิตในมหาวิทยาลัยจะแทนความรู้สึกต่าง ๆ ด้วย สีอะไร เขากำหนดอารมณ์ (MOOD + TONES) 11 ชนิด ๆ ละสี 8 ชนิด คือ

#### อารมณ์

- |                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| - มั่นคง               | - สงบเสงี่ยม      |
| - ตื่นเต้น เร้าใจ      | - ภาคภูมิใจ       |
| - นุ่มนวล              | - สนุกสนานร่าเริง |
| - หุกข์อยู่ในความลำบาก | - เกลียดขัง       |
| - ป้องกัน              | - มีอำนาจ         |
| - ใจคอหดหู่            |                   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สี (COLOURS) ที่ได้รับเลือกแทน MOOD - TONE คือ

- สีแดง แทน ความตื่นเต้น ร่าเริง มีอำนาจ
- สีดำ แทน ความทุกข์ การทำนาย
- สีน้ำตาล แทน การคุ้มครองป้องกัน
- สีม่วง แทน ความสง่างาม
- สีเหลือง แทน ความร่าเริงสนุกสนาน
- สีส้ม แทน ความสดใจ มีอำนาจ สง่าภาคภูมิ

DR. PADOLSKY ผู้เชี่ยวชาญเรื่องสีผู้หนึ่ง ได้ทดลองเกี่ยวกับสี และจิตวิทยา ซึ่งเป็นเรื่องยุ่งยากซับซ้อน เขาได้พบความเห็นห้องเป็นเอกฉันท์ที่ว่า สีมีอิทธิพลต่อร่างกายมนุษย์ และคนเราทุกคนย่อมถูกควบคุมด้วยอิทธิพลของสีที่แวดล้อมรอบ ๆ ตัวเรา จึงนับว่าเป็นเรื่องสำคัญมาก เพราะมีอิทธิพลต่อสุขภาพ และประสิทธิภาพของเรา

DR. PODOLSDY กล่าวถึงสีต่าง ๆ ดังนี้ซึ่งเป็นผลเฉพาะ

สีน้ำเงิน เป็นสีที่ดึงดูด สงบเย็นทำให้เกิดสมาธิ เป็นที่นิยมชมชอบของพวกที่มีสติปัญญาส่วนมากก็ชอบสีนี้ด้วย

สีเหลือง เร้า ตื่นเต้น ช่วยให้เกิดความคิด บุคคลที่ชอบพูดโอ้อวด แต่เรื่องของตัวเองมักชอบสีนี้

สีแดง เป็นสีที่จับใจของผู้หญิง ถ้าเป็นนักกีฬาไม่ว่าหญิง หรือชายชอบสีนี้มาก ในญี่ปุ่นแสดงถึงไฟ และการทำลายล้าง เป็นที่นิยมของชาวอินเดีย บางคนว่าแสดงถึงความกล้าหาญ และกระตุ้นกำลังพวกอกหัก (LOVE LORN) มีความโน้มเอียง ไปในทางสีแดง

สีขาว ชาวจีนถือป็นเครื่องหมายไว้ทุกข์ แต่พวกอเมริกันถือว่าเป็นความหมายของความบริสุทธิ์ ร่าเริง ถ้าใช้โดดเด่นให้ความรู้สึกเย็น

สีน้ำตาล เป็นสีอ่อน ถ้าใช้โดดเด่นมีผลให้ความรู้สึกสด

สีม่วง (PURPLE AND MAUVE) ให้ความสงบ ความเป็นจริง และทำให้ง่วง บางคนว่าแสดงถึงความจงรักภักดี ให้ความสง่า ภาคภูมิ ความเป็นเจ้านาน ความกล้าหาญ แต่คนบางพวกจะมีทัศนคติว่าสีม่วงเป็นสีแห่งความเศร้าและเย็น

สีเทา ให้ความรู้สึกเศร้าและเย็น

สีเขียวใบไม้สด ทำให้จิตใจสงบเยือกเย็น

สีกุหลาบ ทำให้จิตใจสดชื่นกระชุ่มกระชวย

การศึกษาถึงลักษณะของสี เกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อสี บางสีละเอียดกว่าเดิมเล็กน้อย

สีแดง ให้ความรู้สึก มั่นคง สมบูรณ์ ชวนกลุ่มหลง ตื่นเต้น เร้าใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีเหลือง ให้ความรู้สึกที่ร่าเริงแจ่มใส สีเหลืองอ่อนจะให้ความรู้สึกของความสะอาด ความสว่าง สีเหลืองเข้มมาก จะทำให้สมองเกิดความหงุดหงิดได้ สีเหลืองที่ใกล้ไป ทางสีส้ม จะมองดูคล้ายของเทียมและคล้ายกับของเล่น สมัยใหม่ที่ตกแต่งไว้อย่างเรียบร้อย สีเหลืองเนย

(BUTTER YELLOW) ทำให้ห้องมีดูสว่างขึ้น สีเหลืองเขียว

(YELLOW GREEN) ช่วยในด้านความเย็น

สีเขียว ไม่ทำให้เกิดลวงตาเวลามอง จะไม่ใช่ใกล้เคียงสีแดงในจำนวนเท่ากัน สีเขียว ให้ความรู้สึกสดชื่น กระชุ่มกระชวยเสมอ และใช้พักสายตาได้ โดยธรรมชาติจะให้สีเขียวสมควร ใช้ในการนำความหมายบางอย่าง ส่วนต้นไม้ สีเทา สีมอ ๆ หรือแก่นั้น ส่วนมากจะใช้ได้คืออย่างมากที่เขียว ในการเน้นสีนั้นที่นิยมสำหรับเรือนทำด้วยไม้มีเมล็ด หรือไม้สัก สีเขียวใส่ให้ความรู้สึกสดชื่นขึ้น

สีน้ำเงิน สีน้ำเงินเข้มให้ความรู้สึกความรู้สึกลงและลึกถึบ น้ำเงินอ่อนเช่น สีน้ำหรือฟ้า มีความสดใสของสีเขียวอยู่ด้วย แม้ว่าจะปราศจากตัวสีเขียวอยู่ด้วยก็ตาม สำหรับผนังหรือเฟอร์นิเจอร์ สีฟ้าหรือสีที่ใกล้เคียงน้ำ หรือสีน้ำเงินที่ใช้มากไปจะทำให้เกิดความเบื่อกวน สีน้ำเงินอมเขียว ให้ความรู้สึกตื่นเต้น เช่น แสงของโอบอล การแพนหางของนกยูง เป็นสีซึ่งมีเสน่ห์งดงาม

สีดำ การใช้สีดำบ้างขาวบ้าง ในพื้นที่รวมกับสีอื่น ๆ จะทำให้เกิดความมีชีวิตชีวาร่าเริง เมื่อสีดำและสีขาวมีความติดกัน นำมาใช้กับสีอื่น ๆ สีเทาสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอื่น ๆ สามารถจะใช้เป็นสีกลางได้ตลอดทุกสี

### เทคนิคการใช้สี

#### 1. Color and form

หากรูปร่างของวัสดุมีลักษณะที่เปลี่ยน เช่น ก่อ่งสี่เหลี่ยม ถ้าต้องการให้มีลักษณะเด่นในด้านความแข็งแรง ดูเป็นก่อกองที่หนักและแข็งแรง เราก็ควรเลือกสีมอ ๆ เช่น สีเทาแก่ น้ำเงิน หรือดำ หากเป็นวัตถุไม่มีเหลี่ยม เช่น รูปทรงกลม ถ้าต้องการใช้ดูหนักแข็งแรง เราก็ควรเลือกสีดำ น้ำตาลแก่ หรือสีบรอนซ์

#### 2. Color and texture

บางครั้งสีกับลักษณะผิวไม่เรียบของวัตถุที่ทำ ก็ให้ความรู้สึกต่ออารมณ์ที่ต่างกัน เช่น วัสดุกลมเกลี้ยงเหมือนลูกบิลเลียด กับวัสดุกลมผิวขรุขระเหมือนมะกรูด ถ้าทาสีดำก็จะทำให้เกิดความรู้สึกแตกต่างกัน ลูกบิลเลียดจะน่าจับต้องมากกว่าลูกมะกรูด

#### 3. Material Color

การปรากฏของสีของเนื้อวัสดุเอง ก็ให้ความรู้สึกต่อความคิดของมนุษย์ถึงตัววัสดุนั้น ๆ หากเราผสมสีของอูมิเนียม แล้วนำไปทาล่องกระดาศก็สามารถเบนความรู้สึก ทำให้เห็นว่า ก่อกองกระดาศนั้นเป็นก่อกองอูมิเนียมได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## มาตรฐานงานกับสัญลักษณ์

มาตรฐานสัญลักษณ์โดยสากลแล้วนิยมนิยมใช้สีตรงกับเครื่องหมาย แต่มาตรฐานสากลแล้วก็นิยมใช้สีเป็นสัญลักษณ์บอกเป็นส่วนใหญ่ โดยอาจจำกัดความหมายของสีแล้วแต่ หรือเฉพาะกลุ่มหนึ่งก็ได้ รวมถึงมาตรฐานส่วนใหญ่ เช่น สัญลักษณ์ของสีในการจราจร ซึ่งอาจกำหนดสัญลักษณ์ของสี เช่น การรถไฟ ตามถนนแทนความหมายต่าง ๆ เช่น

สีแดง	คือ อันตราย, หยุด
สีม่วง	คือ หยุด
สีเหลือง	คือ เตือน, ระวัง
สีเขียว	คือ ปกอดกัย

สมาคมความปลอดภัยแห่งชาติ กำหนดหรือใช้สีแทนสัญลักษณ์ หรือความหมายเป็นหลัก  
สากล ดังนี้

สีเหลือง	คือ สำหรับเตือนภัยให้ระวัง (รวมทั้งสีส้ม)
สีแดง	คือ เครื่องมือป้องกันอัคคีภัย
สีเขียว	คือ วัตถุไม่เป็นอันตราย สีเทา สีขาวหรือสีดำใช้ในการนี้ได้
สีน้ำเงิน	คือ วัตถุหรือสารอันตราย เช่น ยาพิษ
สีม่วง	คือ วัตถุมีค่า การใช้งานพิเศษมีคุณค่า

## ก. ความจำกัดของอิทธิพลของสี (COLOR MEMORY)

ประสาทตาของมนุษย์ไม่สามารถจะเปรียบเทียบได้ จากความทรงจำอาจจะทำได้บางครั้ง แต่จะเป็นด้วยความบังเอิญ และทำไม่ได้เสมอไป สีจะมี (VARIATIONS) ที่แตกต่างกัน เช่น สีแดง ยังมีแตกต่างกันถึง 7,056 สี (ที่ตาสามารถแยกความแตกต่างได้) ซึ่งก็เป็นสีแดงเท่านั้น แต่ถ้านำมาเปรียบเทียบกันจะเห็นว่าแตกต่างกัน การทดลองของนักจิตวิทยาได้แสดงว่า สมองไม่สามารถให้ ความทรงจำในเรื่องของสีได้แน่นอน แต่ความจำจะเป็นบันทึกไว้ในรูปความนึกคิด เข้าใจที่ไม่สามารถแยกความถี่ของสีได้

## ข. สีวัตถุภายใต้แสงสี

ดังกล่าวมาแล้วว่า สีของวัตถุเกิดจากการสะท้อนกลับของแสงคลื่นความถี่ต่าง ๆ กัน แต่ถ้าวัตถุนั้นอยู่ภายใต้แสงที่มีความถี่เฉพาะ คือ ในช่วงใดช่วงหนึ่ง เช่น แสงสีแดง เป็นต้น สีของวัตถุนั้นก็จะเปลี่ยนไปจากความเป็นจริง เมื่อวัตถุนั้นอยู่ภายใต้แสงสว่างที่มีช่วงคลื่นครบทุกขนาดของความถี่วัตถุหนึ่ง ภายใต้แสงอาทิตย์อาจปรากฏเป็นสีน้ำเงิน แต่ภายใต้แสงสีเขียวจะปรากฏเป็นสีเทาแก่หรือภายใต้แสงสีเหลืองจะปรากฏเป็นสีเขียวขี้ม้า ดังนั้นเราจึงต้องทราบถึงอิทธิพลของการผสมสีของแสงอีกด้วย ภายใต้แสงไฟฟ้าที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น (แสงเทียน) ก็ทำให้สีของวัตถุเปลี่ยนไป ทั้งนี้เพราะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดไฟที่กำหนดแสงแต่ละชนิด เช่น หลอดนีออน หลอดทังสแตน หลอดฟลูออโรฮาลิเจน หลอดโซเดียม ต่างก็เปล่งแสงสว่างในความถี่ไม่เท่ากัน

### ค. ขอบเขตและความไวในการรับสีของประสาทตา

การมองเห็นสีของมนุษย์ภายใต้แสงสว่างที่ปกตินั้น ความรู้สึกไวต่อการรับสีต่าง ๆ นั้นจะไม่เท่ากันทุกสี แม้จะมองวัตถุจนถึงเส้นขอบนอกของวัตถุชัดเจน แต่การมองเป็นสีบางสีจะแปรเปลี่ยนไปจากความเป็นจริง เพราะสีบางสีสามารถจดจำได้ดีในมุมมองที่กว้างมากกว่าสีอื่น ๆ

### ง. ความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับตา

แสงกับตามีความสัมพันธ์กัน ถ้าขาดแสงเราจะมองไม่เห็นวัตถุ “ดวงตามนุษย์มีความไวต่อคลื่นแสงในความถี่ต่าง ๆ กัน” ตาไวสูงต่อคลื่นแสงขนาดคลื่นประมาณ 5,500 อังสตรอมยูนิก ซึ่งได้แก่ สีเหลือง การที่เรามองเห็นวัตถุได้ เกิดจากสีที่แสงพุ่งไปกระทบวัตถุแล้วสะท้อนสู่ตาของเรา ส่วนการมองเห็นสีของวัตถุเกิดจากวัตถุ

#### จ. สีของแสง

สีของแสง มีความสำคัญมากในการมองของเรา มันจะทำให้เกิดความชัดเจนหรือ หลอกลวง ทำให้เกิดอารมณ์ต่าง ๆ ความเครียดหรือนุ่มนวลและความรู้สึก

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ELECTROMAGNETIC) ช่วงหนึ่งที่ประสาทตาของมนุษย์รับรู้ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงนี้อยู่ในความถี่ระหว่าง 3,800 - 7,500 อังสตรอมยูนิก ที่แตกต่างกันและรวมกันเป็นสีขาว ความถี่คลื่นที่อยู่ต่องไปมนุษย์มองไม่เห็น คือ (ULTRAVIOLEY-RAY) และความถี่คลื่นที่อยู่สูงขึ้นไป คือ (INFARRED-RAY) ซึ่งตามองไม่เห็นเช่นกัน มีข้อสังเกตว่าความถี่ของคลื่นแม่เหล็กนั้น นอกจากมนุษย์จะมองเห็นได้ช่วงหนึ่งแล้ว มนุษย์ก็ยังสามารถรู้สึกได้ทางผิวหนังอีก ความรู้สึกร้อนจะเป็นคลื่นความถี่สูง และความรู้สึกเย็นจะเป็นคลื่นความถี่ต่ำ

### ฉ. ความสัมพันธ์ของสีต่อผลิตภัณฑ์

#### 1. ขนาด (SIZE)

- 1.1 สีอ่อน (light value) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูใหญ่ขึ้น
- 1.2 สีเข้ม (dark color) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเล็กลง

#### 2. น้ำหนัก (WEIGHT)

- 2.1 สีอ่อนและสีร้อน (warm color) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา
- 2.2 สีเข้มและสีเย็น (cool color) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก

#### 3. ความแข็งแรง

- 3.1 สีร้อน ทำให้ความรู้สึกแข็งแรงมาก
- 3.2 สีเย็น ทำให้ความรู้สึกแข็งแรงน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. อุณหภูมิ (TEMPERATURE)

4.1 สี่ร้อน ทำให้รู้สึกอบอุ่น ไม่สบายใจ

4.2 สี่เย็น ทำให้รู้สึกสดชื่น สงบเยือกเย็น สบายใจ

#### ข้อแนะนำในการใช้สี

1. การใช้สีที่คล้อยไปกับสิ่งแวดล้อม ผู้ใช้สีจะต้องคิดว่าสีที่ใช้สีนั้น กลมกลืนหรือแตกต่างกับสิ่งแวดล้อม เช่น ภูมิประเทศ ดินฟ้าอากาศ อาคารบ้านเรือนข้างเคียง เป็นต้น ถ้าใช้สีเหมือนธรรมชาติมากเกินไปทำให้มองไม่เห็นเด่นออกมา และถ้าหากใช้สีแตกต่างกับธรรมชาติมากเกินไป ก็ทำให้เกิดความไม่น่าดูไปได้ ตัวอย่างเช่น อาคารที่อยู่ในชนบท ควรใช้สีเป็นสีที่คล้ายเช่นเดียวกับท้องฟ้าท้องนา แต่อาจเน้นให้สดชื่นได้ เช่น ใช้สีส้มหม่น ๆ เป็นต้น

2. การใช้สีให้คล้อยไปตามโครงสร้าง คือ แยกออกเป็นชั้นส่วนหนึ่งที่รับน้ำหนัก เช่น เสาตั้ง คาน เป็นต้น ส่วนที่ไม่ได้รับน้ำหนัก เช่น ฝา เพดาน ประตู หน้าต่าง สีที่ใช้จะช่วยพยุงความรู้สึกในน้ำหนักของสีได้ และยังช่วยถ่วงน้ำหนักของอาคารให้อยู่ในดุลยภาพที่ดีที่สุด การใช้สีลดน้ำหนักของอาคารจากอ่อนไปแก่ ทำให้เกิดการลวงตาเป็นนูนขึ้นหรือเว้าลง ถ้าใช้สีส่วนบนหนักส่วนล่างเบา จะทำให้รู้สึกอาคารเบาลอยอยู่ เป็นต้น

3. การใช้สีให้คล้อยตามวัสดุก่อสร้าง เช่น ลังก่อสร้างทำด้วยอิฐ ควรให้ความรู้สึกเป็นอิฐถ้าเป็นวัสดุอื่น เช่น ไม้ กระฉก โลหะต่าง ๆ ก็ไม่ควรที่จะปิดบังอำพรางความเป็นจริงหรือความเป็นตัวของมันเองเสียจนน่าเกลียด เช่น ทำอิฐด้วยสีฟ้า ให้ความรู้สึกธรรมชาติของวัสดุ ความรู้สึกอบอุ่นปลอดภัย สีที่มีอยู่ตามธรรมชาติจะเป็นสีซึ่งใช้ได้มาก ๆ โดยไม่มีผลเสีย เพราะสีของมันจะถูกเบรคในตัว

4. ควรใช้สีตามประโยชน์ใช้สอย การใช้สีที่ดีจะเป็นการบอกลักษณะประโยชน์ใช้สอยของมันเสร็จ เช่น สีที่ทาโรงเรียน บ้านพักอาศัย สถานที่ราชการ เป็นต้น หลักของการใช้สีเป็นบ้านพักอาศัยไม่ควรเป็นสีฉูดฉาด ควรให้มีสีอ่อนหรือสีที่ถูกเบรคลงบ้าง เพราะสีที่ฉูดฉาดจะทำให้ประสาทตาของเราเหนื่อยเมื่อยถ้าไม่รู้สึกรู้ว่าได้พักนอนในบ้าน เมื่อเราเห็นแต่สีฉูดฉาดตรงกับสีของโรงมหรสพซึ่งเป็นที่ ๆ เราต้องการควรเปลี่ยนแปลงเพื่อสนุกตื่นเต้นเพียงชั่วคราว จึงสามารถใช้สีสด ๆ ฉูดฉาดตกแต่งไว้

ก. ลักษณะการมองเห็น

ขนาด (SIZE) ความเข้มของสีทำให้การมองเห็นขนาดของวัตถุแตกต่างกันออกไป สีอ่อนจางมีวาจะให้ความรู้สึกถึงขนาดใหญ่และกว้างกว่าสีเข้ม

ข. อิทธิพลของสี

- ก. มีผลถึงน้ำหนัก สีเข้มให้ความรู้สึกดูหนัก ส่วนสีอ่อนทำให้ดูเบา
- ข. มีผลให้ความรู้สึกมั่นคงแข็งแรง สีร้อนจะดูแข็งแรงกว่าสีเย็น
- ค. มีผลถึงอุณหภูมิ จิตวิทยาการใช้สีทำให้มีผลกระทบต่ออารมณ์มนุษย์ได้ เช่น สีร้อนและสีเย็น
- ง. มีผลต่อความสว่างปกติ ความสะอาด เช่น สีเทาอมน้ำเงิน ให้ความสว่างาม สีขาวที่อ่อน งาม ช่าง ดูแล้วสะอาดตา
- จ. ความเข้มจะมากหรือน้อยของแสงสว่าง ซึ่งอยู่บริเวณรอบ ๆ วัตถุ
- ฉ. คุณสมบัติของตา คือประสิทธิภาพดึงสายตาทิศหรือไม่ คือผู้มองมีสายตาดำ สายตาสาย สายตาสั้น สายตาเอียง เป็นต้น
- ช. การใส่ใจ หรือความตั้งใจของผู้มอง (การเพ่งมอง หรือเจตนามองด้วยการวิเคราะห์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยเป็นสิ่งจำเป็นในการหาวิจัยทุกอย่างเพื่อให้ทราบที่มาต่าง ๆ และข้อมูลที่จะนำไปสู่การวิเคราะห์ ตั้งเคราะห์ ตลอดจนปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการออกแบบปรับปรุงในครั้งนี้ โดยแบ่งเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

##### 3.1 วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล

การสำรวจและรวบรวมข้อมูลนั้น ได้ทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งจัดว่าเป็นข้อมูลพื้นฐาน โดยแบ่งเป็นภาคเอกสาร การศึกษาจากของจริงและสัมภาษณ์ ซึ่งสามารถรวบรวมข้อมูลได้ดังต่อไปนี้

##### 3.1.1 การศึกษาเชิงเอกสาร

ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารและหนังสือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจำหน่ายและผลิตอาหารอัดเม็ดสำหรับปลาดุก ตลอดจนการศึกษาถึงความเหมาะสมในด้านอื่น ๆ เช่น ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ข้างเคียง ข้อมูลเกี่ยวกับการถอดประกอบ ขนาดสัดส่วนมนุษย์และจิตวิทยาเรื่องสี เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบปรับปรุง เครื่องอัดอาหารเม็ดสำหรับปลาดุกในครั้งนี้

##### 3.1.2 การศึกษาจากของจริง

เป็นวิธีรวบรวมข้อมูล โดยศึกษาจากปัญหา ลักษณะการใช้งานแบบต่าง ๆ โดยศึกษาจากเกษตรกรที่ใช้งานอยู่เป็นประจำ เพื่อทราบถึงปัญหาและข้อเสียต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อนำมาเป็นแนวทางแก้ไขปรับปรุงต่อไป

##### 3.1.3 การสัมภาษณ์

ได้ทำการสัมภาษณ์เกษตรกรที่ใช้เครื่องอัดอาหารเม็ดสำหรับปลาดุก ต้องการ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถทำการสรุปผลช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

##### 3.1.4 แบบสอบถาม

ได้ทำการใช้แบบสอบถามเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ ในการใช้เครื่องอัดเม็ดอาหาร คังมีรายนามดังต่อไปนี้

- รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ปิยะธีรจิตกุล

อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- นายสนิท สุขโพธิ์น้อย

ช่างเทคนิคประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- นายเสรี คอนเหนือ

ช่างเทคนิคประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- นายสมนึก สถิตย์สุนทร

ช่างเทคนิคประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- นายก้องสมุทร วีรวัฒน์

ผ่านช่างและเทคนิค บริษัท ลูฟท์เทค จำกัด

3.2 แหล่งที่มาของข้อมูล

แหล่งที่มาของข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการสำรวจนั้นผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลเป็นสองส่วนดังนี้

3.2.1 ข้อมูลบุคคล

3.2.2 ข้อมูลจากหนังสืออ้างอิง

3.2.3 วิทยานิพนธ์ จากห้องสมุดครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.2.4 วิทยานิพนธ์ สำนักหอสมุด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดอาหารสำหรับปลาคุณ ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานของเกษตรกร เพื่อลดค่าใช้จ่ายในด้านอาหาร และยังส่งเสริมอาชีพการเกษตรให้มีการพัฒนายิ่งขึ้น

ด้วยเหตุนี้เพื่อการออกแบบที่ตรงกับประโยชน์ใช้สอยและความเหมาะสม จึงจำเป็นต้องอาศัยผู้ที่มีความเชี่ยวชาญให้คำแนะนำและตอบแบบสอบถาม เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ โดยผู้เชี่ยวชาญที่ผู้วิจัยได้ทำการสอบถาม มีรายชื่อดังต่อไปนี้

1. รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ปิยะธีรชิตกุล  
อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. นายสนิท สุขโพธิ์น้อย  
ช่างเทคนิคประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. นายเสรี คอนเหนือ  
ช่างเทคนิคประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. นายสมนึก สติชัยสุนทร  
ช่างเทคนิคประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. นายก้องสมุทร วีรวัฒน์  
ฝ่ายเทคนิคบริษัท ลูฟท์ เทคโนโลยี จำกัด

ผู้ทำการวิจัยขอขอบพระคุณที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทำแบบสอบถามมา ณ โอกาสนี้ คำตอบของท่านมีความสำคัญมาก ต่อผู้วิจัยและการพัฒนาอาชีพของเกษตรกรเป็นอย่างมาก และแบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คนนี้ ได้ทำการสรุปโดยแบ่งเป็น 2 หัวข้อดังนี้

1. สรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับวัสดุและ โครงสร้าง
2. สรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบภายใน ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

ในการออกแบบ เครื่องอัดเม็ดสำหรับอาหารปลาคู่นี้ ผู้จัดทำได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องอัดเม็ดสำหรับอาหารปลาคู โดยได้ขอเสนอแนะและสรุปผลจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 4.1 สรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับวัสดุโครงสร้าง

- 4.1.1 วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้าง เหล็กฉาก
- 4.1.2 วัสดุที่ใช้ทำฝาครอบเครื่องเหล็ก
- 4.1.3 การระบายความร้อนแบบบานเกร็ด
- 4.1.4 การเคลื่อนย้าย ไม่มีความจำเป็น
- 4.1.5 การติดตั้งเครื่องอัดเม็ดเป็นการถอดประกอบ
- 4.1.6 ลักษณะการอัดใช้ใบมีด
- 4.1.7 การทำความสะอาดช่องส่งอาหารใช้ลูมินีเยมถอดทำความสะอาดได้

#### 4.2 สรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบภายใน

- 4.2.1 มอเตอร์ยูนิเวอร์ซาล
- 4.2.2 ตัวส่งกำลังใช้สายพานเสริมแรงอัดด้วยโซ่
- 4.2.3 การส่งกำลังแบบจับตรง
- 4.2.4 ใช้สวิทช์ควบคุมการทำงาน
- 4.2.5 เครื่องบดอาหาร ที่นำมาดัดแปลงใช้แบบมินเซอร์ (MINCER)
- 4.2.6 การติดตั้งเกลียวส่งอาหาร เกลียวใหญ่เข้าตระแกรงเพื่อเสริมแรงอัด
- 4.2.7 ตระแกรงหรือหน้าแว่น (DIE) แบบเปลี่ยนขนาดเม็ดอาหารได้ ตามความต้องการ
- 4.2.8 การส่งอาหารเพื่อทำการอัด

จากการสรุปข้างต้นผู้วิจัยจึงนำมาเป็นแนวทางออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดอาหารสำหรับปลาอุก ให้มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการใช้งานมากที่สุด

สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญนั้น จะมีประโยชน์มากในการนำมาประกอบการออกแบบ ซึ่งจะมีแนวทางในการนำมาออกแบบ ดังนี้

#### สรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับวัสดุและโครงสร้าง

วัสดุที่ใช้นำมาทำโครงสร้างและขาขอบโครงสร้างคือ เหล็กฉากซึ่งมีความเหมาะสมในด้านการประกอบ ฝาครอบตัวเครื่องจะเป็นลูมินีเยม ซึ่งมีราคาถูกน้ำหนักเบา และมีช่องระบายความร้อนแบบบานเกร็ดป้องกันฝุ่น และเศษอาหาร การติดตั้งตัวเครื่องเป็นแบบถอดประกอบได้ เพื่อการทำความสะอาดรวมไปถึงช่องส่งอาหาร ซึ่งใช้ลูมินีเยมสามารถถอดทำความสะอาดได้ทุกครั้งที่มีการใช้งาน สายพานจะมีฝาครอบเพื่อความปลอดภัยในการใช้งานสามารถถอดซ่อมบำรุงได้

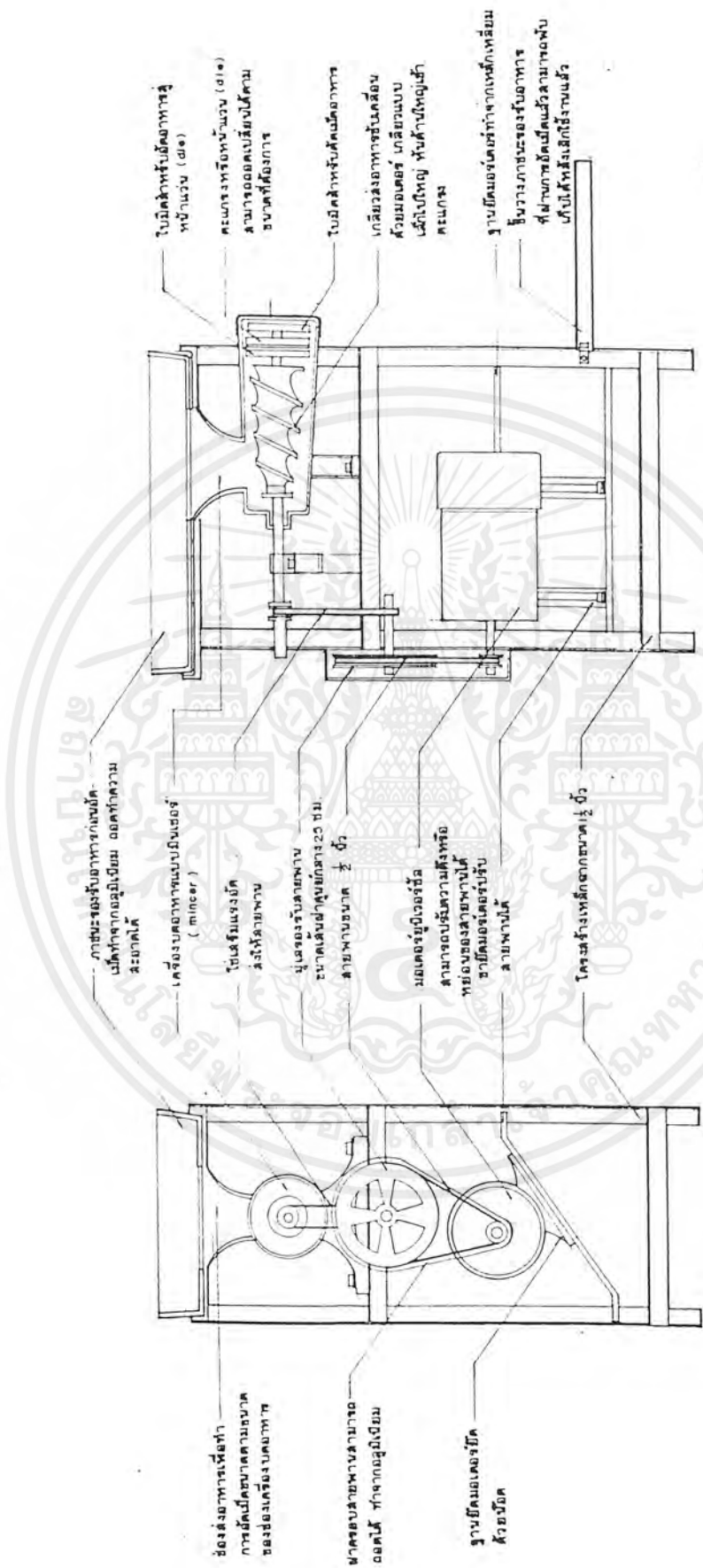
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบภายใน

ใช้มอเตอร์แบบยูนิเวอร์เซลส่งกำลังด้วยสายพานแบบจับตรง จะมีโซ่ช่วยเสริมแรงในการตัด มีสวิทช์ควบคุมการทำงานแบบกด และเครื่องบดอาหารที่นำมาตัดแปลงคือ เครื่องบดอาหารแบบมินเซอร์ (MINCER) ใช้เกลียวส่งอาหารช่วยอัดเข้าตระแกรงอัดอาหาร ซึ่งสามารถถอดเปลี่ยนตามขนาดที่ต้องการ การอัดเป็นเม็ดใช้ใบมีดตัดออกมาซึ่งใบมีดจะอยู่บนน้ำตะแกรงอัดเม็ด ตัวเกลียวส่งอาหารจะใช้เกลียวใหญ่หันเข้าตะแกรงอัดหรือหน้าแวน (DIE) เพื่อเสริมแรงอัด

สัญลักษณ์ที่สามารถสื่อถึงการใช้งานเพื่อความสะดวกในการใช้งานให้มากยิ่งขึ้น ข้อเสนอแนะในการใช้งานรวมถึงข้อควรระวังต่างๆ ในการใช้งาน เช่น สัญลักษณ์แสดงบริเวณขึ้นวางภาชนะรองรับอาหารที่ผ่านการอัดเม็ดแล้ว และสีของเครื่องอัดเม็ดอาหารปลาสำหรับเกษตรกรนี้ ใช้สีเขียวสำหรับเครื่องจักร เพื่อความรู้สึกลดภัยในการใช้งาน

จากการสรุปวิจัยจึงนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดอาหารปลาดูสำหรับเกษตรกรเพื่อให้มีความเหมาะสมในการใช้งานของเกษตรกรให้มากที่สุด



ภาชนะรองรับอาหารกบชนิด  
เหล็กทำจากอลูมิเนียม ออกกำลังกาย  
สะดวก

เครื่องบดอาหารแบบมินเซอร์  
(mincer)

โต๊ะเสริมแรงยึด  
ตั้งให้เอียง

มอเตอร์รับสายพาน  
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 ซม.  
สายพานขนาด 3 นิ้ว

มอเตอร์รับมอเตอร์ซีล  
ตามรอบรับความถี่หรือ  
พอร์ชของสายพานได้  
ขาคีมอเตอร์รับ  
สายพานได้

โครงร่างเหล็กฉากขนาด 3 นิ้ว

ไม่มีสีกาหรับบดอาหารคู่  
หน้าวง (die)

ตะแกรงหรือหน้าวง (die)  
สามารถถอดเปลี่ยนได้ตาม  
ขนาดที่ต้องการ

ไม่มีสีกาหรับคัดเมล็ดอาหาร  
เกลียวร่องอาหารขึ้นเคลื่อน  
ด้วยมอเตอร์ เกลียวแบบ  
เส้นโค้งใหญ่ หน้า  
ตะแกรง

ฐานยึดมอเตอร์ที่ทำจากเหล็กเหลี่ยม  
ที่วางภายในของรองรับอาหาร  
ที่ฝาภายในยึดแล้วสามารถพับ  
เก็บได้หลังเลิกใช้งานแล้ว

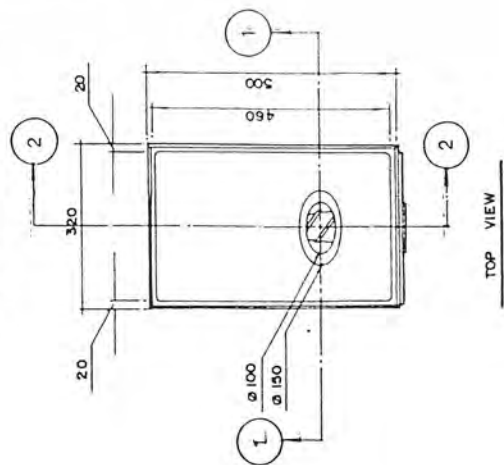
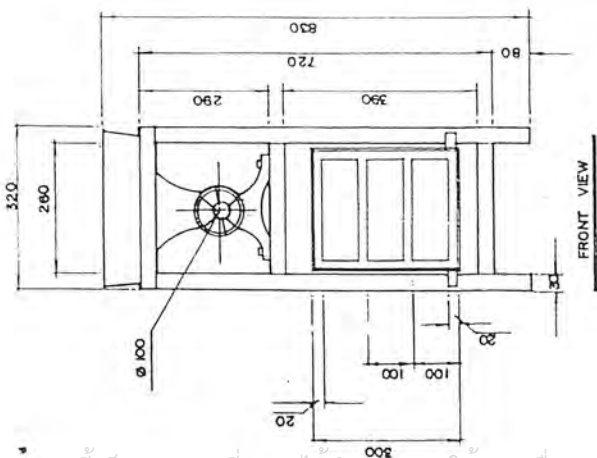
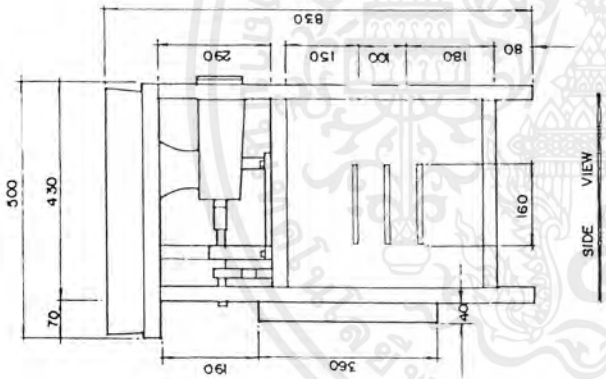
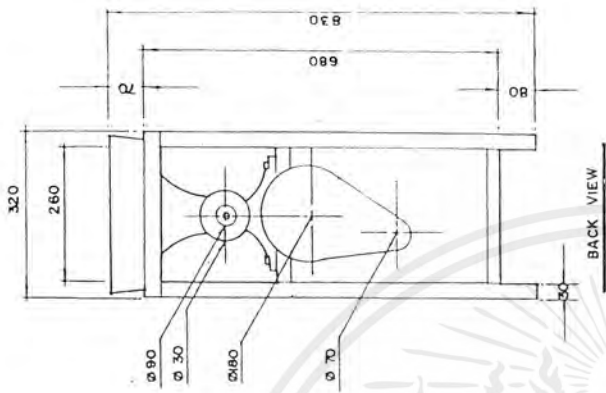
ช่องส่งอาหารเพื่อทำ  
การมีคืบความยาว  
ของช่องเครื่องบดอาหาร

ภาคของสายพานสายพาน  
อลูมิเนียม ทำจากอลูมิเนียม

ฐานยึดมอเตอร์ยึด  
ด้วยน็อต

ว.ค.บ	26 มี.ค. 42	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นางสาว	กนกวรรณ บัวสุวรรณ	1	
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง		โครงการออกแบบหุ่นยนต์เครื่องบดอาหารสำหรับคนพิการ		
		ผู้ควบคุม	ผศ. สภาพร ศักดิ์อุดม ชุ่มแพ	
		ภาค	สกลนคร	

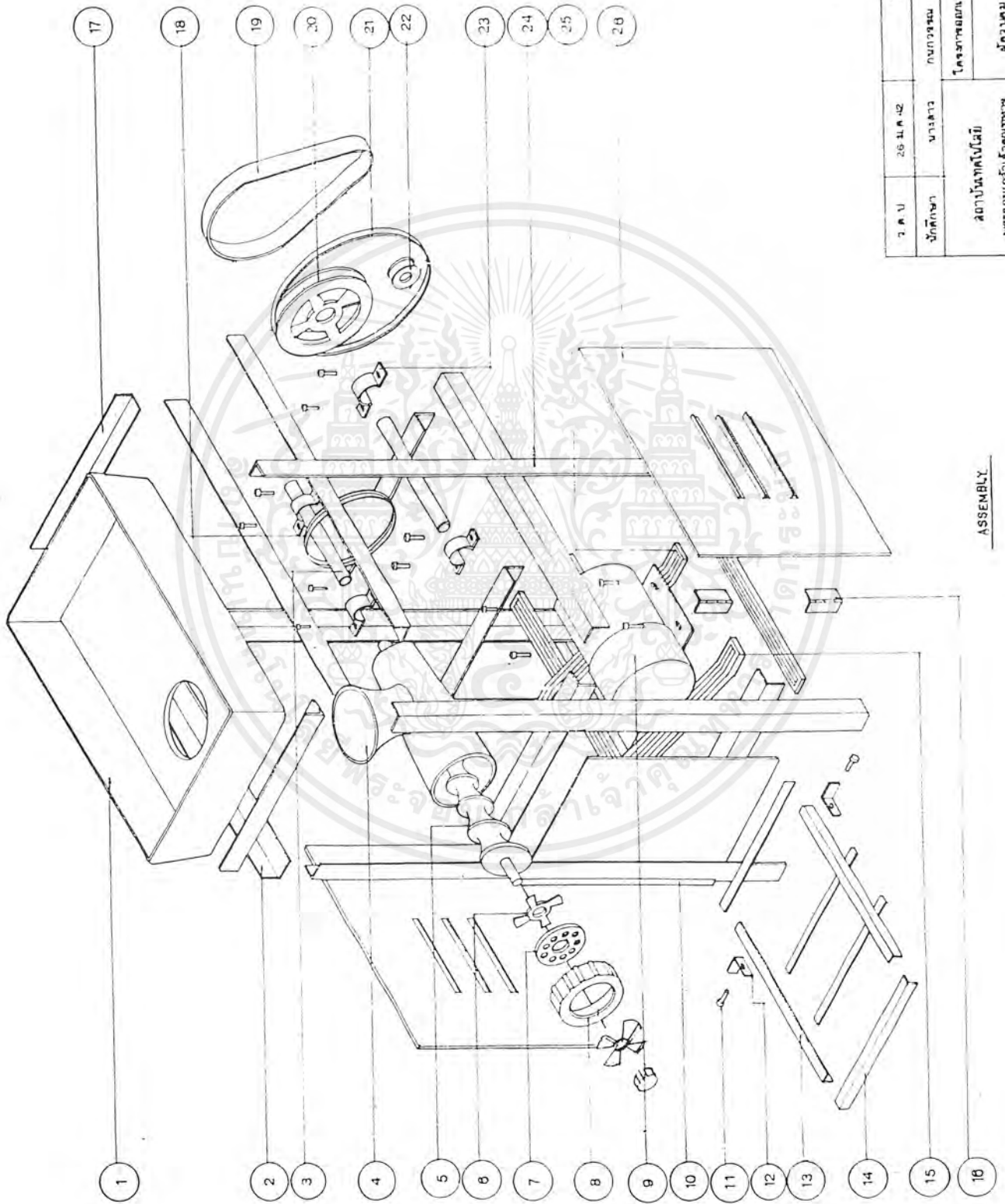
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SCALE 1:7.5  
UNIT M.M

ว.ศ.ป	26 ม.ค. 42	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผนที่
นักศึกษา	นางสาว	กนกวรรณ บัวสูงจน	1	
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		โครงการออกแบบปรับปรุงตู้ใส่เครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับตลาด		
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		ผู้ควบคุม ม.ค. สถาพร สิงบุญมี ณ ชูแนว		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สแกนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ASSEMBLY

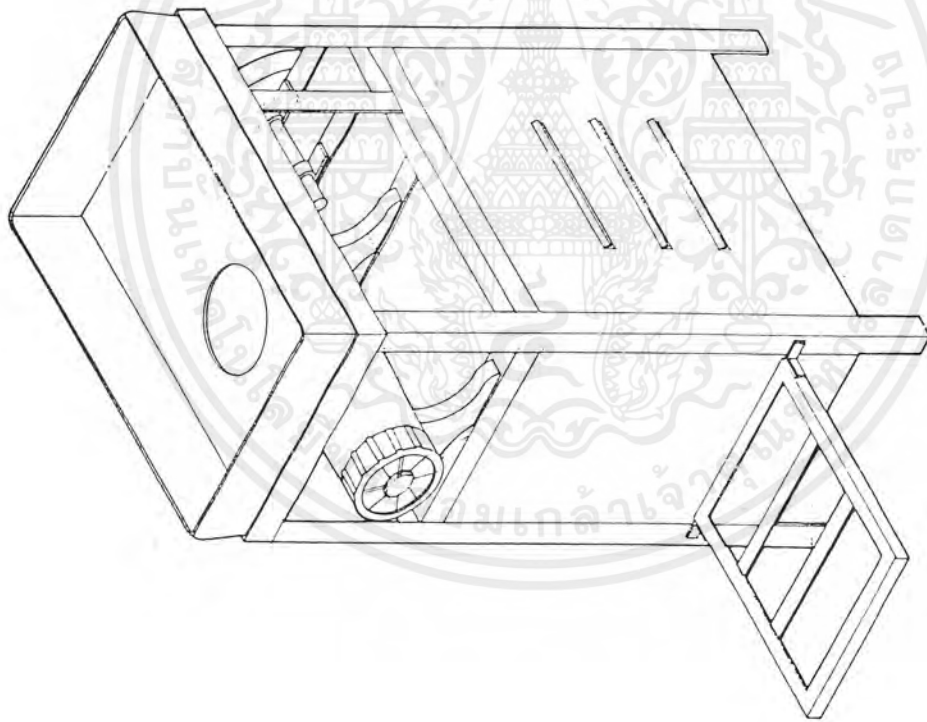
ว.ค.บ.	26-31.ค.ย.2	ชื่อ - สกุล	เขตที่	เขตที่
นักศึกษา	นางสาว	กนกพรชน	บัววิไลพรณ	1
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				
ผู้ควบคุม				
ม.ศ. อดาส สุปุณิน ชุมแพ				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

26	2	มาปิดด้านข้าง	43 x 40 x 0.2	อลูมิเนียม	-
25	2	โครงยึดมอเตอร์เคอร์	45 x 32 x 15	เหล็ก	-
24	4	โครงข้างทางเคอร์	32 x 80 x 80	เหล็กฉาก	-
23	4	ตัวยึดแกนมอเตอร์	-	เหล็ก	-
22	1	ตัวรับสายพาน	๑ 4 ซม.	เหล็ก	-
21	1	สายพาน	-	-	-
20	1	ตัวรับสายพาน	๑ 15 ซม.	เหล็ก	-
19	1	มอเตอร์สายพาน	16 x 38 x 5	อลูมิเนียม	-
18	1	โซ่	32 x 50 x 4	เหล็ก	-
17	2	โครงสร้างรองรับตะ	-	เหล็กฉาก	-
16	2	บานพับ	-	เหล็ก	-
15	2	ฐานจับตัวยึดมอเตอร์	45 x 32 x 1	เหล็ก	-
14	2	โครงรองรับภาษา	25 x 30 x 3	เหล็ก	-
13	2	โครงรองรับภาษา	25 x 30 x 3	เหล็ก	-
12	2	ตัวยึดโครงรองรับภาษา	1.5 x 3 x 3	เหล็ก	-
11	18	น็อต	-	เหล็ก	-
10	2	มาปิดด้านบน - หลัง	32 x 39 x 0.2	อลูมิเนียม	-
9	1	มอเตอร์	-	เหล็ก	-
8	1	มอเตอร์ขับเคลื่อนพร้อมยึด	๑ 7	เหล็ก	-
7	1	ตะแกรงหรือท่อน้ำแร่	๑ 6	เหล็ก	-
6	1	ใบมีด	๑ 6	เหล็ก	-
5	1	เกลียวรองอากาศ	-	เหล็ก	-
4	1	ตัวเชื่อมต่อแบบบังคับมอเตอร์	-	เหล็ก	-
3	2	แกนรับแรงมอเตอร์	๑ 1/2	เหล็ก	-
2	2	โครงรับภาษา	32 x 50 x 4	เหล็ก	-
1	1	ภาชนะรองรับอากาศก่อนยึด	31 x 48 x 10	อลูมิเนียม	-
ลำดับ	จำนวน	ชื่อชิ้นงาน	ขนาด	วัสดุ	หมายเหตุ

รายการประกอบแบบ

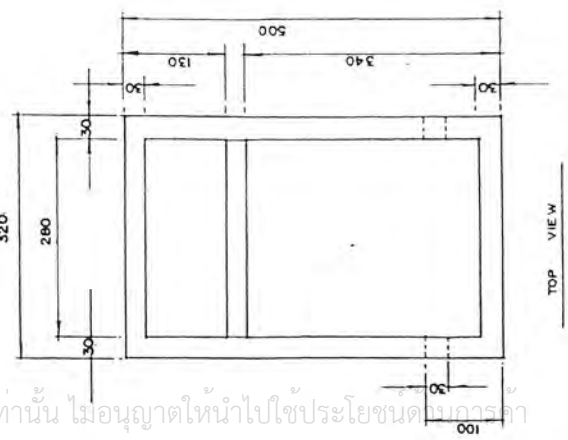
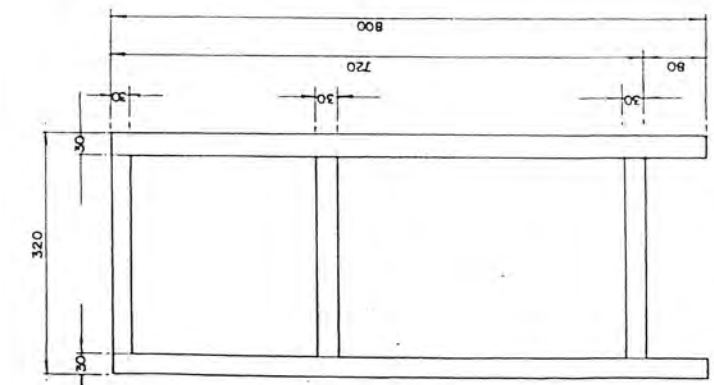
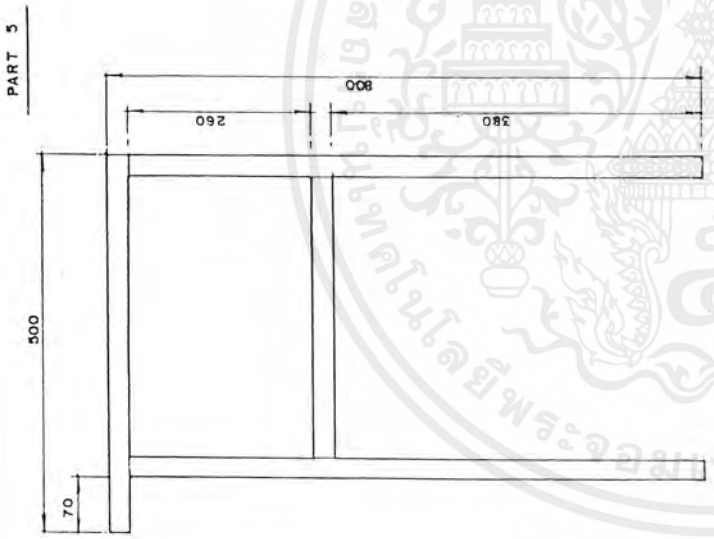
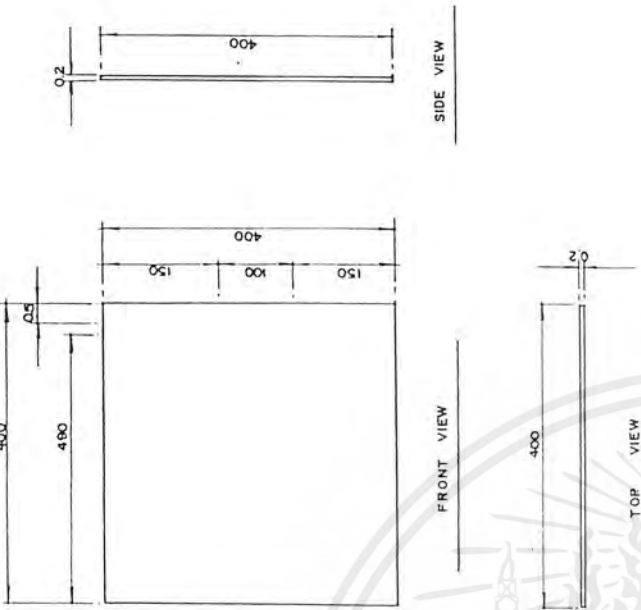
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ISOMETRIC

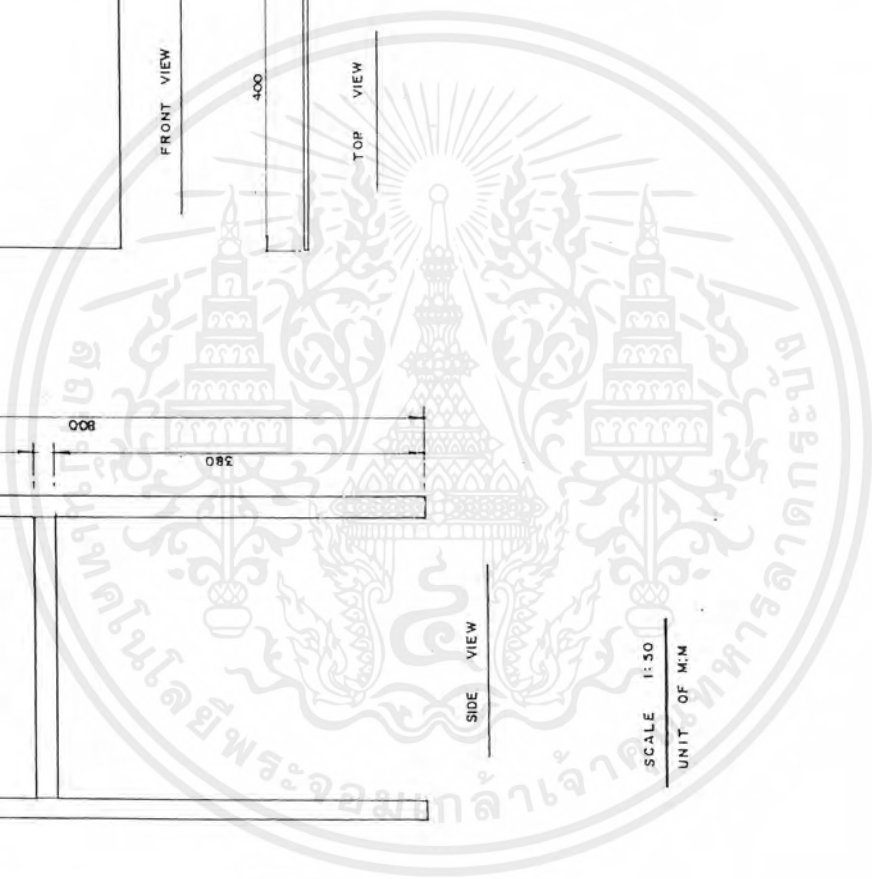
ว.ศ.บ	28 มี.ค. 42	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นางสาว	กนกวรรณ บัวสุวรรณ	1	
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		โครงการออกแบบระบบประดิษฐ์เครื่องยึดเมล็ดอาหารสัตว์กับรถตุ๊ก		
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาเครื่องกล		ผู้ควบคุม ผ.ศ. อาจารย์ ศุภฤกษ์ วัฒนสุนทร		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

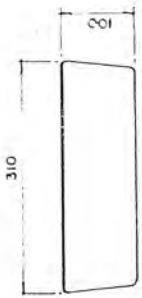


SCALE 1:50  
UNIT OF M.M

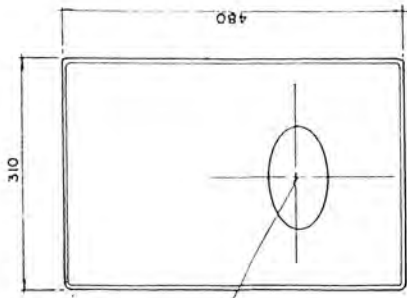
ว.ค.ป	26 เม.ค. 42	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผนที่
นักศึกษา	นางสาว	กนกวรรณ ชัยสุธรรม	1	
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		โครงการออกแบบรับรูป รูปเครื่องอัตโนมัติการศึกษาระดับปริญญา		
พระจอมเกล้าลาดกระบัง		ผู้ควบคุม		
		ผ.ค. อาจารย์ ศักดิ์นิยม ชุ่มนพ		



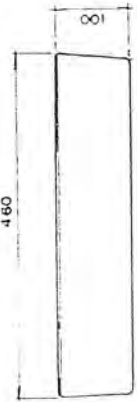
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ดัดแปลงแก้ไข  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



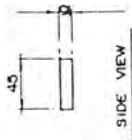
FRONT VIEW



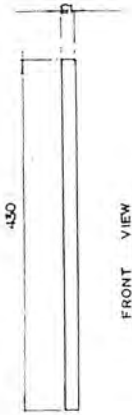
TOP VIEW



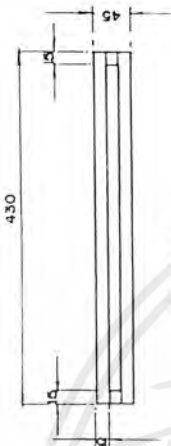
SIDE VIEW



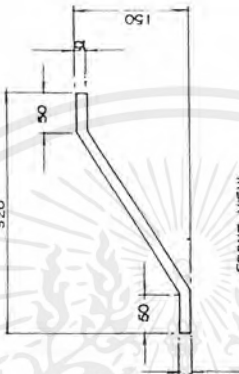
SIDE VIEW



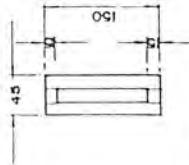
FRONT VIEW



TOP VIEW

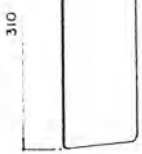


FRONT VIEW

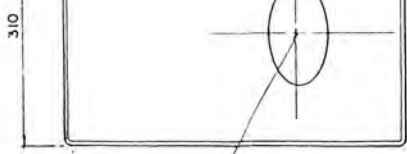


SIDE VIEW

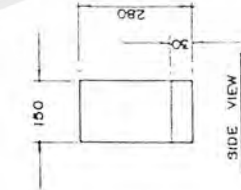
SCALE 1 : 5  
UNIT OF MM



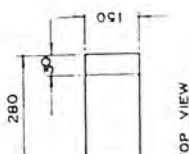
FRONT VIEW



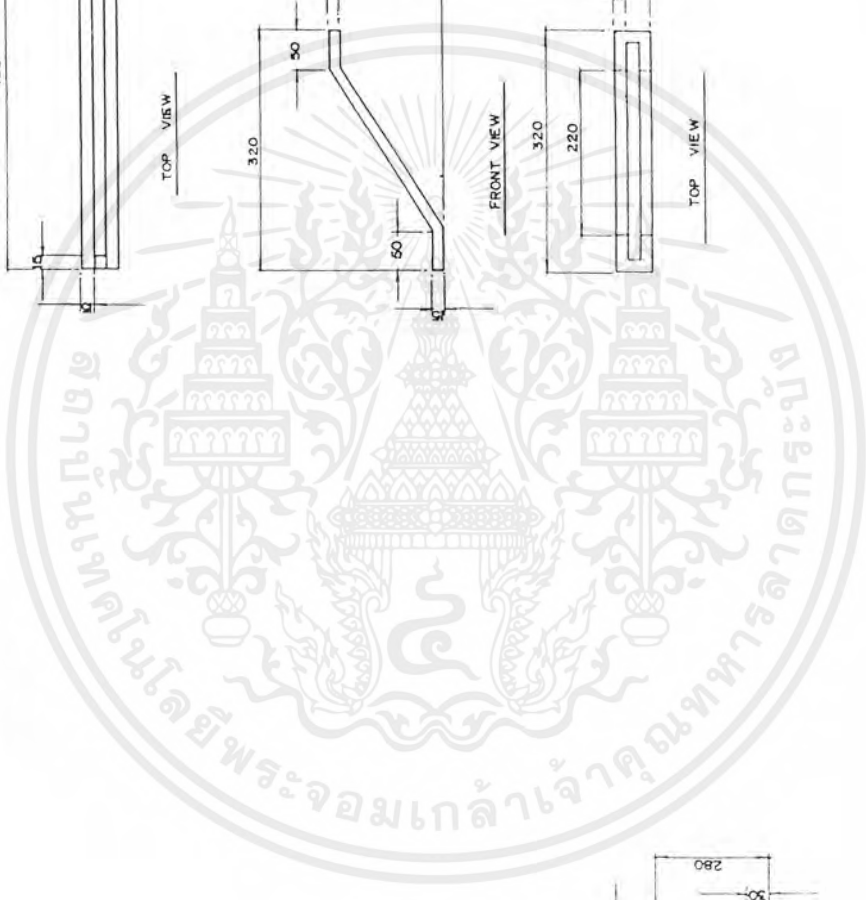
TOP VIEW



SIDE VIEW



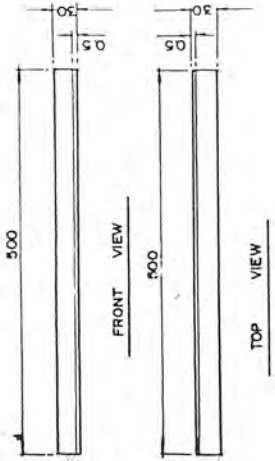
TOP VIEW



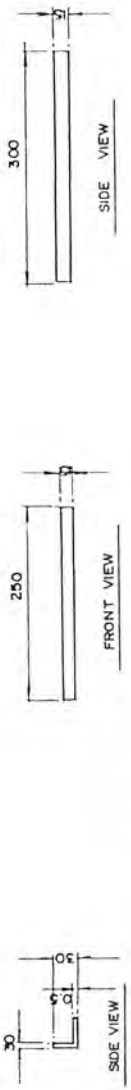
ว.ค.ป	26 ม.ค. 42	ชื่อ - สกุล	แผ่นที่
นักศึกษา	นางสาว	กมลวรรณ บัวสุวรรณ	1
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องขึ้นรูปอาหารจากกากปาล์ม	
ผู้ควบคุม		ผ.ค. สาทพร ศุภอนันต์ ชุ่มแพ	
ภาคกระป๋อง			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PART 6

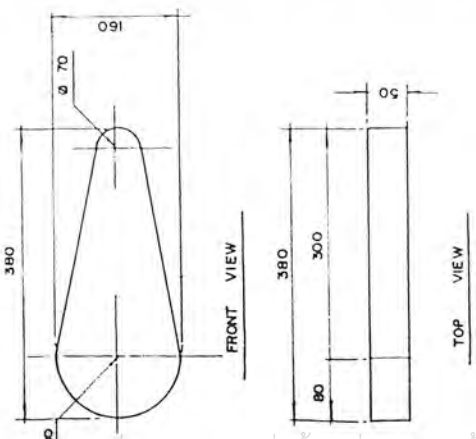


PART 7



SCALE 1:50  
UNIT OF M.M

PART 8



SCALE 1:50  
UNIT OF M.M

ว.ศ.ป	26 ม.ค. 42	4๑ - สกศ	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	นางสาว	กนกวรรณ	ปวีจวรรณ	1
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		โครงการออกแบบรับบรรจุเครื่องยึดเบ็ดตาข่ายลวดที่ปลายดุก		
ผู้ควบคุม		ม.ค. สดภาพ ศุภชัย ณ ชุ่มแพ		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

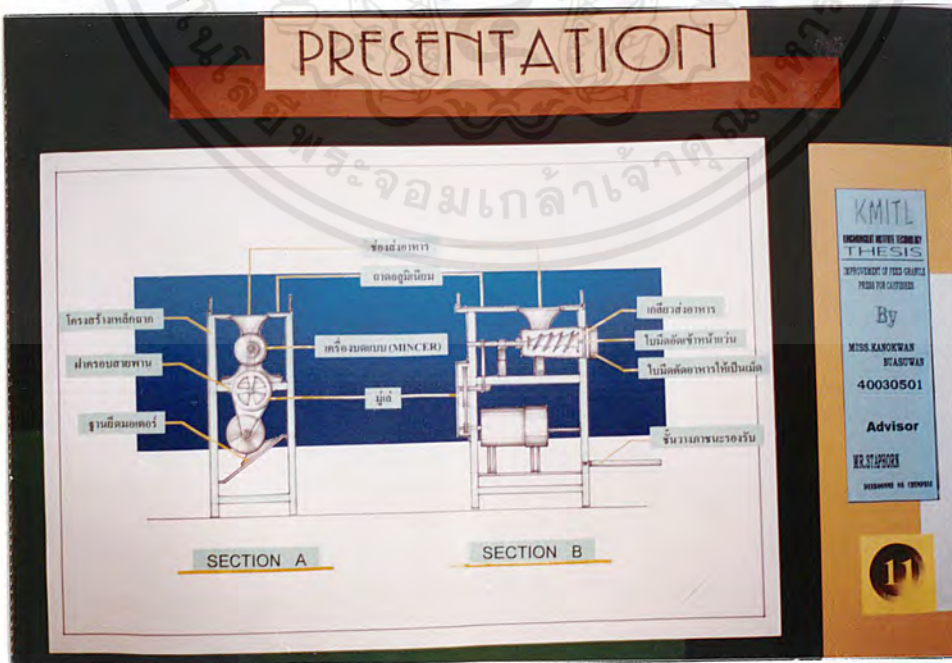
ภาพที่ 24

### SKETCH DESIGN



ภาพที่ 25

### PRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

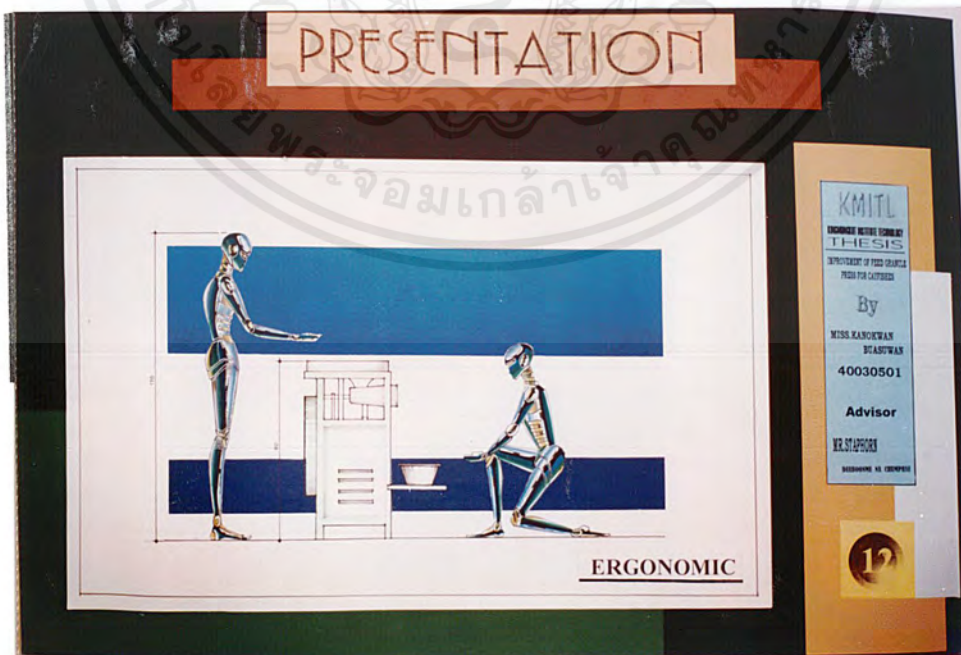
ภาพที่ 26

PRESENTATION



ภาพที่ 27

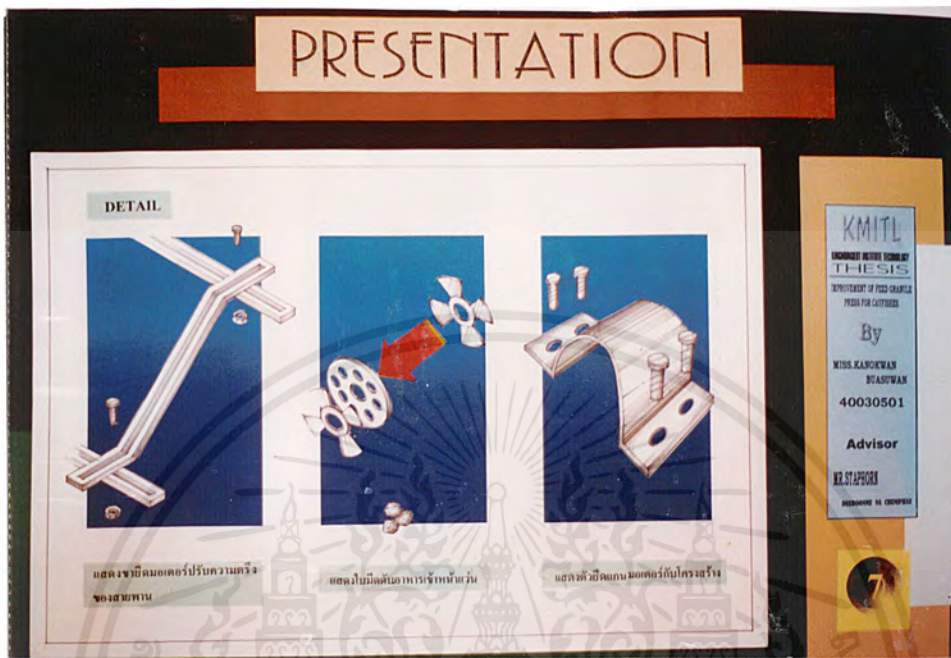
PRESENTATION



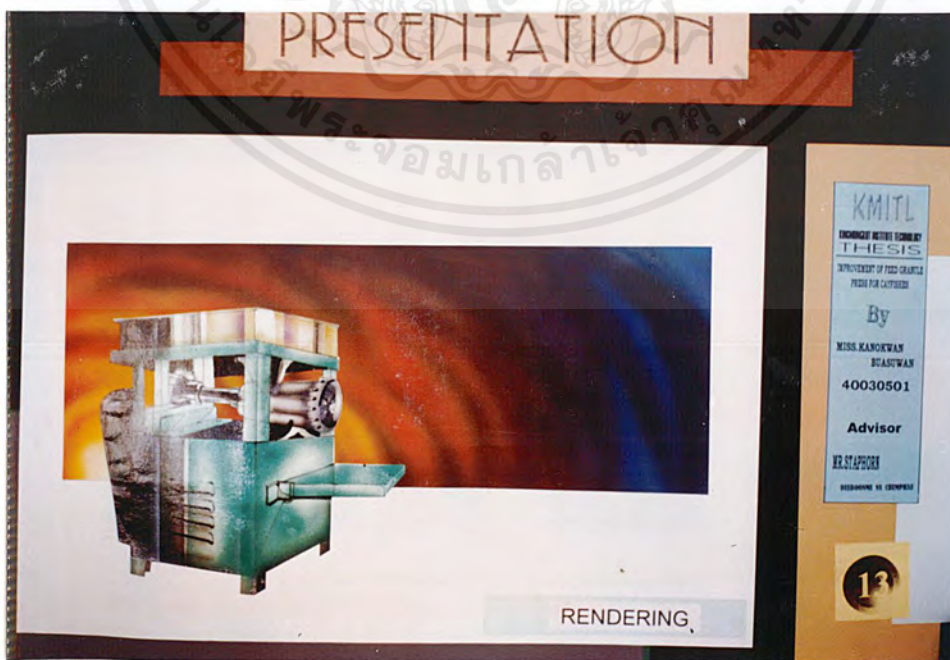
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 30  
PRESENTATION

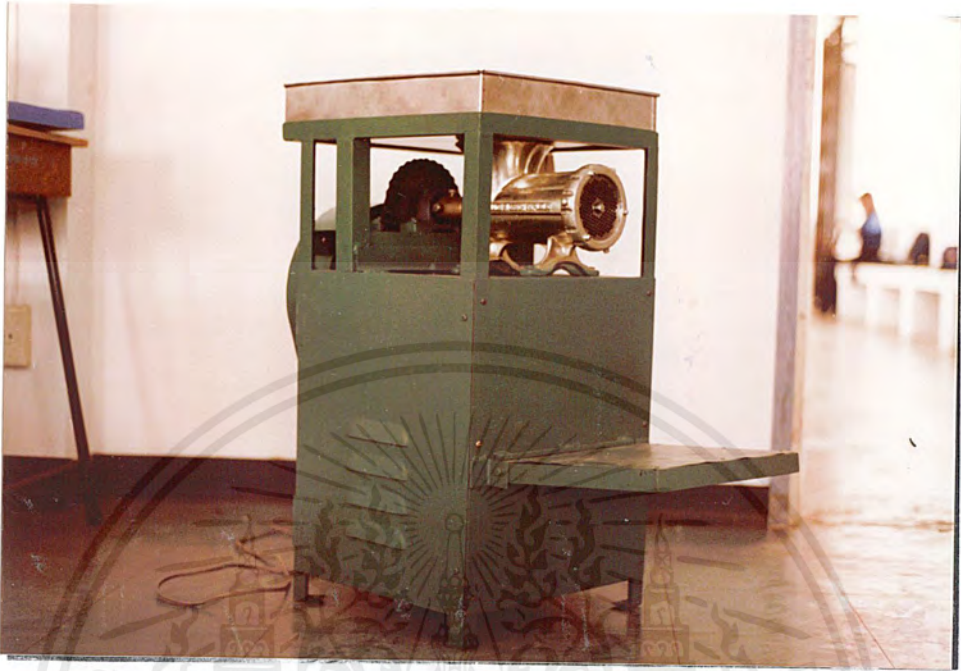


ภาพที่ 31  
PRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## MODEL



## MODEL



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### สรุปผลการวิจัย

การออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดอาหารเม็ดสำหรับปลาจาก การที่ได้ทำการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ที่ได้รวบรวมมานั้น สามารถสรุปได้เป็นข้อๆ จากแบบสอบถามที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้นำหลักการและแนวทาง และข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาออกแบบปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพในการใช้งาน ซึ่งรวมถึงความปลอดภัยในการใช้งานของเกษตรกร โครงสร้างที่ง่ายต่อการซ่อมบำรุง การรักษาความสะอาดในแต่ละส่วน ซึ่งมีความจำเป็นอย่างมาก ในการผลิตอาหารสำหรับปลา อีกทั้งยังเป็นการช่วยส่งเสริมการเกษตรให้มีการพัฒนายิ่งขึ้น ลดค่าใช้จ่ายในการซื้ออาหารเม็ดสำเร็จรูปซึ่งมีราคาแพง

ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้มาก และในการนำไปใช้งานจริงนั้น ราคาของเครื่องก็ถูก ซึ่งคาดว่าจะช่วยลดต้นทุนในการซื้ออาหารปลาได้มากทีเดียว ถาดรองรับอาหารทำจากอลูมิเนียม เพราะสามารถทำความสะอาดได้ง่าย ได้ทุกครั้งที่มีการใช้งาน

แต่ถึงอย่างไร การออกแบบครั้งนี้ยังมีข้อผิดพลาดที่ไม่เหมาะสมอยู่อีกหลายจุด ซึ่งผู้วิจัยหวังว่า ถ้ามีการนำมาออกแบบปรับปรุงเครื่องให้ดีขึ้น สมบูรณ์ดีขึ้น ก็จะสามารถนำมาใช้งานได้ อย่างสมบูรณ์แบบ

#### ข้อเสนอแนะของอาจารย์

1. ขนาดสัดส่วนของภาชนะรองรับอาหาร ก่อนการทำการอัดควรเป็นรูปทรงกรวย เพื่อสะดวกในการใช้งาน และการทำความสะอาด
2. เพิ่มเติมและแก้ไขปรับปรุงการเขียนวัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ ซึ่งใช้ข้อความซับซ้อน
3. การตั้งคำถาม สอบถามผู้เชี่ยวชาญ และเกษตรกรควรแยกกัน เช่น ผู้เชี่ยวชาญควรสอบถามเรื่องวัสดุ โครงสร้าง การเลือกใช้ ส่วนเกษตรกรควรสอบถามเรื่องพฤติกรรมการใช้งาน
4. การสอบถามผู้เชี่ยวชาญควรเป็นไปในทางเดียวกัน เช่นเป็นผู้ที่ใช้เครื่อง และระบุให้ชัดเจน สำหรับ ชื่อการทำงานของผู้เชี่ยวชาญ
5. กาสรุปแบบสอบถาม ควรจะเป็นแบบ หาค่าเบี่ยงเบน หรือสรุปเป็นข้อมูลให้ชัดเจน
6. ทางด้านกราฟฟิก ควรเพิ่มเติมข้อแนะนำต่างๆ ในการใช้งาน
7. เอกสารอ้างอิงซึ่งมีไม่ครบตามจำนวนการอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน 90 การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การหาข้อสรุปจากผู้เชี่ยวชาญ มาสู่รูปแบบการดีไซน์ ควรแก้ไขเรื่องคำถามที่จะทำการสอบถาม และควรเหมาะสม ชัดเจน
9. การถอดประกอบของตัวเครื่อง body ภายนอกควรเป็นชิ้นเดียวกัน
10. การปรับสายพาน ควรวางมอเตอร์ตามแนวขนาน กับพื้น ไม่ควรเอียง เพราะเวลาเครื่องทำงานจะทำให้มอเตอร์เสียหายได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ขันติพล วัชรนาถ , มนูญ เลิศวิจิตรพันธ์ และวันชิน กมลทวีญ. กระบวนการงานเชื่อม . กรุงเทพฯ : เอช-เอน การพิมพ์ , 2535.

ชาติชาย คงประเสริฐ . การเลี้ยงดูปลาจุก . กรุงเทพฯ : โครงการหนังสือเกษตรชุมชน , 2537.

วีรวงศ์ วุฒิพันธ์ชัย . อาหารปลา . กรุงเทพฯ : โอ.เอส. พรินติ้งเฮาส์ , 2536.

พรวิจิตร ประทุมทอง และสमान ต้นตระกูลบัณฑิต . กรรมวิธีการผลิต , สมาคมส่งเสริม . 2536 .

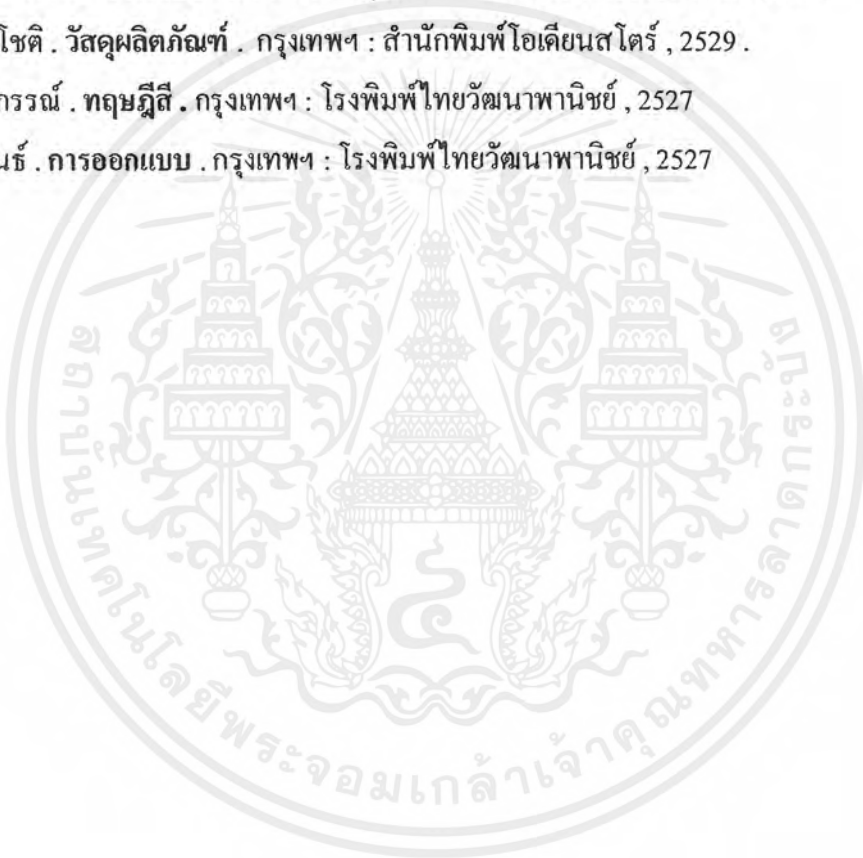
คีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ . การเลี้ยงปลาจุก . งานสารประชุมชนทางเกษตร . 2538 .

สาคร คันธโชติ . การออกแบบผลิตภัณฑ์ . กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ , 2539 .

สาคร คันธโชติ . วัสดุผลิตภัณฑ์ . กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ , 2529 .

สมพงษ์ กรกรรณ . ทฤษฎีสี . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชย์ , 2527

อารี สุทธิพันธ์ . การออกแบบ . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชย์ , 2527



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



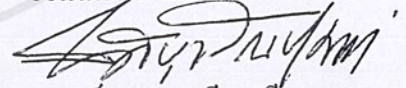
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กทม. 10520

วันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2542

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการกรอกแบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญ  
เรียน รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรติกุล  
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม จำนวน 1 ชุด  
เนื่องด้วย ทางสาขาศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบัน  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้มีการกำหนดให้มีการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นวิชา  
หนึ่งของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) ผู้วิจัย คือ นางสาวกนกวรรณ บัวสุวรรณ  
นักศึกษา สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม  
ได้จัดทำโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดอาหารสำหรับปลาชุก ได้จัดทำแบบสอบถามขึ้น  
เพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลและจะได้ทราบรายละเอียดที่เกี่ยวข้องโดยตรงขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการ  
ตอบแบบสอบถาม เพื่อนำข้อมูลไปประกอบการวิจัย  
จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการกรอกแบบสอบถามและข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง  
เพื่อเป็นประโยชน์ทางวิชาการและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สถาพร ตีบุญมี ณ ชุมแพ)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กทม. 10520

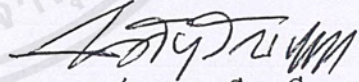
วันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2542

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการกรอกแบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญ  
เรียน นายสนธิ สุขโพธิ์น้อย  
ตำแหน่ง ช่างเทคนิคประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม จำนวน 1 ชุด

เนื่องด้วย ทางสาขาศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้มีการกำหนดให้มีการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นวิชาหนึ่งของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) ผู้วิจัย คือ นางสาวกนกวรรณ บัวสุวรรณ นักศึกษา สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ได้จัดทำโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดอาหารสำหรับปลาชุก ได้จัดทำแบบสอบถามขึ้น เพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลและจะได้ทราบรายละเอียดที่เกี่ยวข้องโดยตรงขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตอบแบบสอบถาม เพื่อนำข้อมูลไปประกอบการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการกรอกแบบสอบถามและข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นประโยชน์ทางวิชาการและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สถาพร คิบุญมี ณ ชุมแพ)

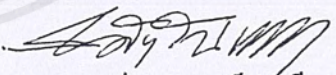
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กทม. 10520

วันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2542

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการกรอกแบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญ  
เรียน นายสมนึก สติชัยสุนทร  
ตำแหน่ง ช่างเทคนิคประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม จำนวน 1 ชุด  
เนื่องด้วย ทางสาขาศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบัน  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้มีการกำหนดให้มีการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นวิชา  
หนึ่งของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) ผู้วิจัย คือ นางสาวกนกวรรณ บัวสุวรรณ  
นักศึกษา สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม  
ได้จัดทำโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดอาหารสำหรับปลาชุก ได้จัดทำแบบสอบถามขึ้น  
เพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลและจะได้ทราบรายละเอียดที่เกี่ยวข้องโดยตรงขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการ  
ตอบแบบสอบถาม เพื่อนำข้อมูลไปประกอบการวิจัย  
จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการกรอกแบบสอบถามและข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง  
เพื่อเป็นประโยชน์ทางวิชาการและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สถาพร ตีบุญมี ณ ชุมแพ)  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กทม. 10520

วันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2542

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการกรอกแบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

เรียน นายเสรี คอนเหนือ

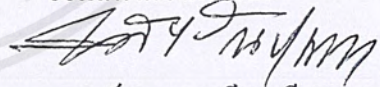
ตำแหน่ง ช่างเทคนิคประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม จำนวน 1 ชุด

เนื่องด้วย ทางสาขาศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้มีการกำหนดให้มีการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นวิชาหนึ่งของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) ผู้วิจัย คือ นางสาวกนกวรรณ บัวสุวรรณ นักศึกษา สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ได้จัดทำโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดอาหารสำหรับปลาชุก ได้จัดทำแบบสอบถามขึ้น เพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลและจะได้ทราบรายละเอียดที่เกี่ยวข้องโดยตรงขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตอบแบบสอบถาม เพื่อนำข้อมูลไปประกอบการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการกรอกแบบสอบถามและข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นประโยชน์ทางวิชาการและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สถาพร ศิริบุญมี ณ ชุมแพ)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กทม. 10520

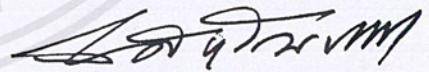
วันที่ 17 มกราคม พ.ศ. 2542

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการกรอกแบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญ  
เรียน นายก้องสมุท วীরวัฒน์  
ตำแหน่ง ฝ่ายเทคนิคบริษัท ลุฟท์เทค จำกัด  
สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม จำนวน 1 ชุด

เนื่องด้วย ทางสาขาศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้มีการกำหนดให้มีการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นวิชาหนึ่งของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (คอบ.) ผู้วิจัย คือ นางสาวกนกวรรณ บัวสุวรรณ นักศึกษา สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาศิลปอุตสาหกรรม ได้จัดทำโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดอาหารสำหรับปลาชุก ได้จัดทำแบบสอบถามขึ้น เพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลและจะได้ทราบรายละเอียดที่เกี่ยวข้องโดยตรงของเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตอบแบบสอบถาม เพื่อนำข้อมูลไปประกอบการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการกรอกแบบสอบถามและข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นประโยชน์ทางวิชาการและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สถาพร ศีบุญมี ณ ชุมแพ)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

แบบสอบถามประกอบการวิจัย

เรื่อง

โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดอาหารสำหรับปลาอุก

สำหรับประเมินผู้เชี่ยวชาญ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สถาพร ดิบุญยมิ ฌ ชุมแพ

ผู้วิจัย

นางสาวกนกวรรณ บัวสุวรรณ

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต  
สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบสอบถามประกอบงานวิจัย

เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดอาหารสำหรับปลาอุก

คำชี้แจง

1. การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดอาหารปลาอุก เพื่อให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานของเกษตรกร และยังคงเสริมอาชีพเกษตรกรรวมทั้งให้มีการพัฒนายิ่งขึ้น
2. แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ
  - ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของการตอบแบบสอบถาม
  - ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบและโครงสร้าง
  - ตอนที่ 3 วัสดุต่าง ๆ ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบภายใน
3. คำตอบของท่านมีความสำคัญมากต่อผู้วิจัยและการพัฒนาอาชีพของเกษตรกรเป็นอย่างมาก จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้ท่านตอบคำถามตามความเป็นจริงหรือตามความคิดเห็นของท่านทุกข้อคำถาม ทั้งนี้เพื่อความสมบูรณ์ของข้อมูล เพราะฉะนั้นแบบสอบถามจะเป็นแบบสอบถามที่ไม่สมบูรณ์ ไม่สามารถนำมาประกอบการวิจัยได้ คำตอบของท่านจะเป็นความลับจะไม่นำไปเผยแพร่แต่จะเสนอข้อมูลในภาพรวม ท่านมีอิสระในการตอบคำถามอย่างเต็มที่ และผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

แบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญ  
เพื่อประกอบการวิจัย  
เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดอาหารสำหรับปลาอุก

ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ลงใน ( ) หรือเติมข้อความลงในช่องว่าง ตามความคิดเห็นของท่าน

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) 21 - 25 ปี ( ) 26 - 30 ปี

( ) 31 - 35 ปี ( ) 36 - 40 ปี

( ) 41 - 45 ปี ( ) มากกว่า 45 ปี

3. วุฒิทางการศึกษา

( ) ต่ำกว่าปริญญาตรี ( ) ปริญญาตรี

( ) ปริญญาโท ( ) อื่น ๆ โปรดระบุ

4. ตำแหน่งงานของท่าน.....

5. หน่วยงานที่ท่านสังกัด

( ) รัฐบาล ( ) เอกชน

6. สถาบันที่ท่านสำเร็จการศึกษา

( ) สถาบันการศึกษาของรัฐ ( ) สถาบันการศึกษาของเอกชน

( ) สถาบันการศึกษาค้นต่างประเทศ

7. ระยะเวลาการทำงานของท่าน

( ) น้อยกว่า 1 ปี ( ) 2-5 ปี

( ) 5-10 ปี ( ) มากกว่า 10 ปี ขึ้นไป

ตอนที่ 2      ความคิดเห็นเกี่ยวกับโครงสร้าง

คำชี้แจง      โปรดเขียนเครื่องหมาย ลงในช่องระดับความคิดเห็นตามความเป็นจริงที่ท่าน  
ได้รับและมีประสบการณ์ตามค่าระดับความเหมาะสมตามเกณฑ์ต่อไปนี้

- 5      หมายถึง      ท่านมีความคิดเห็นด้วย      ในระดับมากที่สุด
- 4      หมายถึง      ท่านมีความคิดเห็นด้วย      ในระดับมาก
- 3      หมายถึง      ท่านมีความคิดเห็นด้วย      ในระดับปานกลาง
- 2      หมายถึง      ท่านมีความคิดเห็นด้วย      ในระดับน้อย
- 1      หมายถึง      ท่านมีความคิดเห็นด้วย      ในระดับน้อยที่สุด

ตัวอย่าง

ข้อ	ข้อพิจารณา	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	วัสดุโครงสร้างภายนอกควรเป็นพลาสติก					/
2	วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างภายในควรเป็นเหล็กเหล็ยมกลวง ( ผืนผ้า )		/			

ในข้อ 1      ท่านให้คะแนน 1 หมายความว่า      ท่านมีความคิดเห็นที่วัสดุโครงสร้าง  
ภายนอกไม่ควรเป็นพลาสติก

ในข้อ 2      ท่านให้คะแนน 2 หมายความว่า      ท่านมีความคิดเห็นที่วัสดุที่ใช้ทำ  
โครงสร้างภายในเหล็ยมกลวง ( ผืนผ้า ) มีความเหมาะสมมาก

ตอนที่ 2      ความคิดเห็นเกี่ยวกับวัสดุและ โครงสร้าง

คำชี้แจง      โปรดทำเครื่องหมาย ลงในช่องว่าง ตามระดับความคิดเห็นตามความจริงที่ท่าน  
ได้รับและมีประสบการณ์จากการสอนและการทำงานของท่าน

ข้อพิจารณา	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
1. วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างภายใน 1.1 เหล็กกลมกลวง 1.2 เหล็กเหล็ยมกลวง (ผืนผ้า) 1.3 เหล็กเหล็ยมกลวง (จัตุรัส) 1.4 เหล็กฉาก					
2. วัสดุที่ใช้ทำขาตัวเครื่อง 2.1 เหล็กกลมกลวง 2.2 เหล็กเหล็ยมกลวง (ผืนผ้า) 2.3 เหล็กเหล็ยมกลวง (จัตุรัส) 2.4 เหล็กฉาก					
3. วัสดุที่ใช้ทำฝาครอบตัวเครื่อง 3.1 อลูมิเนียม 3.2 พลาสติก 3.3 ไฟเบอร์กลาส 3.4 สังกะสี					
4. การระบายความร้อน 4.1 แบบบานเกล็ด 4.2 แบบช่อง					
5. การเคลื่อนย้าย (ล้อ) 5.1 ควรมี 5.2 ไม่มี					

ข้อพิจารณา	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
6. การติดตั้งของเครื่องอัดเม็ด 6.1 แบบตายตัว 6.2 แบบถอดประกอบ					
7. ลักษณะของการอัดเม็ด 7.1 มือปาด 7.2 ใช้ใบมีด 7.3 ทั้งสองอย่าง					
8. การทำความสะอาดช่องส่งอาหาร 8.1 ถอดมาทำความสะอาดนอกเครื่อง 8.2 ติดตั้งตายตัวทำความสะอาดในเครื่อง					
9. วัสดุที่ใช้ทำช่องส่งอาหาร 9.1 พลาสติก 9.2 อลูมิเนียม 9.3 สังกะสี					

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบภายใน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ลงในช่องว่าง ตามระดับความคิดเห็นตามความจริงที่ท่านได้รับและมีประสบการณ์จากการสอนและการทำงานของท่าน

ข้อพิจารณา	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
1. มอเตอร์ที่เหมาะสมกับการใช้งาน 1.1 แบบยูนิเวอร์ซัล 1.2 แบบอินดักชัน					
2. ตัวส่งกำลัง 1.3 สายพาน 1.4 โซ่					
3. การส่งกำลังของตัวส่งกำลัง 3.1 ขับตรง 3.2 คดเคี้ยวครึ่งเดียว 3.3 หักมุม					
4. สวิตช์ 4.1 แบบกด 4.2 แบบเลื่อน 4.3 แบบหมุน					
5. เครื่องบดอาหารที่สามารถนำมาคัด แปรงสำหรับอัดเม็ดอาหารได้ 5.1 แบบมินเซอร์ (MINCER) 5.2 แบบโรลเลอร์มิลล์ (ROLLERMILL)					
6. การติดตั้งเกลียวส่งอาหาร 6.1 เกลียวใหญ่เข้าตะแกรง 6.2 เกลียวเล็กเข้าตะแกรง					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ประวัติผู้วิจัย



ข้อมูลส่วนตัว	ชื่อ	นางสาวกนกวรรณ นามสกุล บัวสุวรรณ
	ที่อยู่	23/5 หมู่ 12 อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ 10130
	วัน/เดือน/ปีเกิด	10 พฤศจิกายน 2519
การศึกษา	พ.ศ.2540-ปัจจุบัน	ปริญญาตรีสาขาศิลปอุตสาหกรรม (ค.อ.บ.) ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
	พ.ศ.2538-2539	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ป.ว.ส.) สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตอุเทนถวาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์  
คณะกรรมการอุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ด้วยข้าพเจ้า.....นางสาว กนกวรรณ บัวสุวรรณ.....  
นักศึกษา ภาควิชา.....ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม.....สาขาวิชา.....ศิลปอุตสาหกรรม.....  
ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่.....301/118.....ต.รอก/ซอย.....  
ถนน.....ฉลองกรุง.....ตำบล/แขวง.....ลำปลาทิว.....  
อำเภอ/เขต.....ลาดกระบัง.....จังหวัด.....กรุงเทพฯ.....  
หมายเลขโทรศัพท์ที่บ้าน.....7566120.....ที่ทำงาน.....  
มีความประสงค์ขออนุมัติเขียนวิทยานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี  
สาขา.....ศิลปอุตสาหกรรม.....จำนวน.....8.....หน่วยกิต  
ชื่อเรื่อง ( ภาษาไทย ).....โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดอาหารปลาสำหรับกลุ่ม  
เกษตรกร.....  
ชื่อเรื่อง (ภาษาอังกฤษ)... INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION PROJECT : GRANULATED  
CATFISH FOOD MACHINE FOR FARMER.....  
ชื่อผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ .....ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ .....  
ที่อยู่ปัจจุบันของผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ บ้านเลขที่.....ต.รอก/ซอย.....  
ถนน.....ตำบล.....อำเภอ/เขต.....  
จังหวัด.....โทรศัพท์.....  
ที่ทำงาน.....เลขที่.....  
ถนน.....ตำบล.....อำเภอ/เขต.....  
จังหวัด.....โทรศัพท์.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์**  
**คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม**  
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

---

**โครงการเสนอวิทยานิพนธ์**

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดอาหารปลาสำหรับกลุ่มเกษตรกร.....

(ภาษาอังกฤษ) INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION PROJECT : GRANULATED CATFISH FOOD MACHINE FOR FARMER .....

เสนอโดย.....นางสาว กนกวรรณ บัวสุวรรณ.....

นักศึกษาภาควิชา.....ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม.....สาขาวิชา.....ศิลปอุตสาหกรรม.....

จำนวนหน่วยกิตวิทยานิพนธ์.....8.....หน่วย

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

1. ....ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สถาพร คีบุญมี ณ ชุมแพ.....
2. ....
3. ....

**ประเภทวิทยานิพนธ์ที่เสนอ**

1. การศึกษาค้นคว้าข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และออกแบบ
  - ก. โครงการจริง
  - ข. โครงการเสนอแนะ
  ๓.  โครงการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง
2. การศึกษาค้นคว้าข้อมูลอย่างกว้างขวาง โดยละเอียดและวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การออกแบบ
  - ก. โครงการจริง
  - ข. โครงการเสนอแนะ
  ๓.  โครงการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง
3. การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ข้าพเจ้าได้นำเสนอวิทยานิพนธ์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาแล้ว ท่านยินดีเป็นที่ปรึกษา และได้แนบโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ดังกล่าวมาพร้อมนี้

จึงเสนอมาเพื่อพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงชื่อ.....นักศึกษา

( นางสาว กนกวรรณ บัวสุวรรณ )

ลงวันที่..28..เดือน..ธันวาคม ..พ.ศ..2541..

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ลงนาม

(1) .....

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ .)

ตำแหน่ง.....

ลงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

(2) .....

( ..... )

ตำแหน่ง.....

ลงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

(3) .....

( ..... )

ตำแหน่ง.....

ลงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้