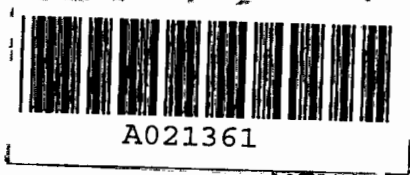


โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องดนตรีขลุ่ยระบบปี่สำหรับแม่ค้า  
เนื้อไม้สดที่ทำการค้าและจำหน่ายเอง



นายสุวรรณ สุวรรณคำ  
MR. SUWAN SUWANKAM



เลขหมู่.....	1592	021361
เลขทะเบียน.....	20 ตค 2539	
วัน เดือน ปี.....		

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต  
สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม

คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Research Project aimed at the improvement of the Machine  
to pluck chicken feather employing spinning technic for  
commercial purpose.**

**MR. SUWAN SUWANKAM**

**A Thesis Submitten in partial Fulfillment of the Requirer the degree  
Bachelor of scfence in industral education  
department of industral design education  
Faculty of industrial education  
king mongdut's institute of technology ladkrabang  
1996**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องถอนขนไก่อัตโนมัติสำหรับแม่ค้าเนื้อไก่สด  
ที่ทำการชำแหละ และจำหน่ายเอง

นักศึกษา นายสุวรรณ สุวรรณคำ

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลงนาม
อ. จุฑมศักดิ์ สารีบุตร	
อ. สถาพร ตัญญูมี ณ ชุมแพ	
อ. ทนอม จันทร์หมื่นไวย	
อ. คารณีย์ เห่งสะและ	
อ. ธเนศ กิรมย์การ	
อ. ศิศุทธิ์ ศิริพันธ์	
อ. อนันท์ อินทร์คำ	
อ. นิพัทธ์ ฤกษ์สงฆ์	
อ. เอกชัย เกิดชำรอน	
อ. ประวิทย์ เหลียงกอบกิจ	

วันเดือนปี ที่สอบ 25 เม.ย. 2539 เวลาสอบ \_\_\_\_\_

สถานที่สอบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
(รศ.ดร.ปรียาพร วงอนุตรโรจน์) คณบดี

ตั้งแต่วันที่ 19 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2539

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องถอนขนไก่ระบบปั่นสำหรับ แม่ค้ำเนื้อไก่สด ที่ทำการชำแหละ และจำหน่ายเอง
นักศึกษา	นายสุวรรณ สุวรรณคำ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	อ. ธเนศ ภิรมย์การ
ระดับการศึกษา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม
ภาควิชา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2539

### บทคัดย่อ

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องถอนขนไก่ระบบปั่น เพื่อตอบสนองความต้องการของกลุ่มแม่ค้ำเนื้อไก่สด ที่ทำการชำแหละและจำหน่ายเอง ที่สามารถช่วยในการประหยัดน้ำ เพื่อเป็นการรักษาสภาพแวดล้อมภายในโรงชำแหละ

วิธีดำเนินการวิจัย โดยการรวบรวมและศึกษาข้อมูลข้อพฤติกรรมการทำงานชำแหละเนื้อไก่ ข้อมูลของวัสดุการผลิตรวมทั้งข้อมูลของขนาดสัดส่วนโดยเฉลี่ยของผู้ใช้ เพราะผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานได้ทั้งชายและหญิง

ผลการวิจัยสรุปว่าได้ผลิตภัณฑ์เครื่องถอนขนไก่ที่สามารถใช้น้ำ ในการชำระเศษขนที่คุ่มค่าต่อการใช้งาน และสอดคล้องกับพฤติกรรมการทำงาน ได้อย่างเหมาะสม

Thesis Title : Research Project aimed at the improvement of the Machine to pluck chicken feather employing spinning technic for commercial purpose.

Student : Mr. Suwan Suwankam

Thesis Advisor : Mr.

Level of study : Bachelor of Science in Industrial ( Industrial Design ) B. S. I ED ( Industrial Design )

Department : Industrial Design Education

Year : 1996

#### ABSTRACT

There are needs among the chicken merchants to have some form of equipment used to pluck chicken feather which use water economically and can save environment inside the butcher house. The research is aimed at meeting these needs.

Research methodology starts with the survey and collecting data on various behavior of the chicken butcher house, data of materials use in the process including data on the operator physical features which can be of both sexes.

Resulted from this research is the improved plucking machine which wash out feather from chicken using water efficiently, while at the same time meets all operator requirements.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากการอุปการะคุณและสนับสนุนจากบุคคลหลายฝ่าย ทั้งในเรื่องของทุนการทำวิทยานิพนธ์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การเสนอแนะ และกำลังใจที่ทุกคนมีให้ ส่งผลให้ข้าพเจ้ามีแรงที่จะทำการวิจัยได้อย่างเต็มที่จนงานนี้ออกมาบรรลุเป็นผลสำเร็จ ซึ่งข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

- บิดา มารดา ผู้ให้กำเนิดบุตรคนนี้ขึ้นมา พร้อมทั้งได้อุปการะให้มีการศึกษาได้อย่างเพียงพอแก่ตน และอีกหลาย ๆ ประการที่ข้าพเจ้าไม่อาจที่จะบรรยายได้เป็นถ้อยคำใด ๆ อีก

- |                                |  |  |
|--------------------------------|--|--|
| - อาจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร   |  |  |
| - อาจารย์สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ |  |  |
| - อาจารย์ธเนศ ภิรมย์การ        |  | อาจารย์ที่ปรึกษาข้อมูลและการออกแบบ     |
| - อาจารย์นิรัช สุตสังข์        |  | อาจารย์ที่ปรึกษาข้อมูล                 |
| - อาจารย์พิศุทธิ์ ศิริพันธ์    |  | อาจารย์สาขาวิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม |
| - อาจารย์อนันท์ อินทร์คำ       |  | อาจารย์สาขาวิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม |
| - อาจารย์ถนอม จันทร์หมื่นไวย   |  | อาจารย์สาขาวิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม |
| - อาจารย์ศิริพรรณ สาระบุตร     |  | อาจารย์สาขาวิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม |
| - อาจารย์เอกชัย เลิศซ้ำของ     |  | อาจารย์สาขาวิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม |
| - อาจารย์ประวิทย์ เหมียงก่อกิจ |  | อาจารย์สาขาวิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	IX
<b>บทที่</b>	
1. บทนำ.....	1
เหตุผลในการนำเสนอวิทยานิพนธ์.....	1
วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์.....	2
ที่มาของปัญหา.....	2
ปัญหาที่เกิดขึ้น.....	3
แนวทางแก้ไข.....	3
ขอบเขตการศึกษาข้อมูล.....	8
ขอบเขตการออกแบบ.....	8
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
2. วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	9
ข้อกำหนดในการก่อสร้างโรงฆ่าสัตว์และการดำเนินงานที่เกี่ยวข้อง.....	9
โครงสร้างของอุตสาหกรรมไก่เนื้อ.....	12
ระบบกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของไก่.....	23
งานฆ่าและชำแหละเนื้อไก่.....	35
การสูญเสียน้ำหนักและคุณภาพไก่ที่โรงงานฆ่าไก่.....	39
ลักษณะของการตรวจสอบคุณภาพและเก็บรักษาเนื้อไก่.....	42
ข้อมูลเกี่ยวกับ โครงสร้างและวัสดุ.....	43
คุณลักษณะของ โครงสร้าง.....	44
วัสดุประกอบ โครงสร้าง.....	47
กรรมวิธีการต่อเชื่อมโลหะแผ่น.....	53
ข้อมูลวัสดุอุปกรณ์เสริม.....	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ ( ต่อ )

	หน้า
ข้อมูลระบบส่งกำลัง.....	81
ชนิดและหลักการทำงานของมอเตอร์.....	81
เพลลา.....	86
แบร์ริง.....	88
สายพาน.....	91
ข้อมูลพื้นฐานของน้ำ.....	95
ระบบระบายน้ำเบื้องต้น.....	98
ข้อมูลเกี่ยวกับสรีรศาสตร์.....	102
3. การรวบรวมข้อมูลและการศึกษาข้อมูล.....	108
วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล.....	108
แหล่งที่มาของข้อมูล.....	109
วิธีวิเคราะห์ข้อมูล.....	109
การศึกษาข้อมูล.....	110
การศึกษาชนิดของสายพันธุ์ของไก่.....	110
การศึกษาช่วงอายุของไก่เนื้อ.....	110
การศึกษาองค์ประกอบที่จำเป็นในโรงชำแหละเนื้อไก่.....	111
การศึกษาเครื่องมือปฏิบัติงาน ใน โรงชำแหละ.....	111
การศึกษาช่วงระยะเวลาในการชำแหละเนื้อไก่ในแต่ละวัน.....	116
การศึกษาพฤติกรรมของผู้ปฏิบัติงาน.....	117
การศึกษาอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการลวกขน.....	127
การศึกษากรรมวิธีที่ใช้ในการถอนขนไก่.....	128
การศึกษาผลิตภัณฑ์เดิมของเครื่องถอนขนไก่.....	130
การศึกษาพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติงานด้วยเครื่องถอนขนไก่.....	137
การศึกษาผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง.....	138
การศึกษาวัสดุและกรรมวิธีการผลิต.....	141
การศึกษาระบบส่งกำลัง.....	148
การศึกษาข้อมูลสายไฟ.....	150
การศึกษาข้อมูลยาง.....	151

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ ( ต่อ )

	หน้า
การศึกษาชนิดของท่อน้ำ.....	152
การศึกษาจุดควบคุมการไหลของน้ำ.....	154
การศึกษาลักษณะของหัวฉีดน้ำ.....	159
การศึกษาเกี่ยวกับระบบตั้งเวลา.....	161
การศึกษาสรีรศาสตร์ของมนุษย์.....	165
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	166
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	188
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	188
การนำเสนอผลงาน.....	189
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	212
สรุปผลการวิจัย.....	212
ข้อเสนอแนะ.....	213
บรรณานุกรม.....	214
ภาคผนวก.....	215
ก. แบบอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์.....	216
ประวัติผู้เขียน.....	217

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงปริมาณการผลิตไก่เนื้อแบบการค้า.....	16
2 แสดงน้ำหนักไก่ที่เสียไปขณะขนส่ง.....	35
3 แสดงเปอร์เซ็นต์ซากไก่ที่ฆ่าชำแหละ.....	40
4 แสดงเปอร์เซ็นต์ส่วนต่าง ๆ ของซากสัตว์ปีก.....	41
5 แสดงชนิดของสายไฟและการทำงาน.....	74
6 แสดงชนิดของสายไฟและการทำงาน.....	75
7 แสดงชนิดและคุณสมบัติของสายไฟตามมาตรฐานอุตสาหกรรม.....	76
8 แสดงชนิดและคุณสมบัติของสายไฟตามมาตรฐานอุตสาหกรรม.....	76
9 แสดงพิกัดกระแสสูงสำหรับสายไฟขนาดต่าง ๆ .....	77
10 แสดงมิติการติดตั้งมอเตอร์วางแนวตั้ง.....	86
11 แสดงตัวเลขของมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกายต่อความสูงยืน.....	102
12 แสดงตัวเลขความสูงของการยืนสูงสุดและน้ำหนักเฉลี่ยของชายไทย.....	106
13 แสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องถอนขนไก่ .....	135
14 แสดงเปรียบเทียบคุณสมบัติของเหล็กกลม .....	141
15 แสดงเปรียบเทียบคุณสมบัติเหล็กแบน.....	142
16 แสดงเปรียบเทียบคุณสมบัติเหล็กฉาก.....	143
17 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเหล็กสี่เหลี่ยม.....	144
18 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติสแตนเลส.....	144
19 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเหล็กอบสังกะสี.....	145
20 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเหล็กเคลือบตีบุก.....	145
21 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติหัวฉีดแบบฝักบัว.....	160
22 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติหัวฉีดแบบหัวกะโหลก.....	161
23 แสดงการวิเคราะห์รูปทรงของผลิตภัณฑ์.....	166
24 แสดงการวิเคราะห์วัสดุผลิตโครงสร้าง.....	167
25 แสดงการวิเคราะห์วัสดุผลิต BODY.....	168
26 แสดงการวิเคราะห์วัสดุผลิตถังปั่น.....	169
27 แสดงการวิเคราะห์การยึดประกอบ BODY.....	170
28 แสดงการวิเคราะห์การประกอบถังปั่น.....	171

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง ( ต่อ )

ตารางที่		หน้า
29	แสดงการวิเคราะห์รูปแบบของน็อตที่ใช้ยึดถึงป็น.....	172
30	แสดงการวิเคราะห์ลักษณะของมือจับฝาเปิด - ปิด.....	173
31	แสดงการวิเคราะห์ลักษณะมือจับกะบะรองขน.....	174
32	แสดงการวิเคราะห์ตำแหน่งการวางกะบะรองขน.....	175
33	แสดงการวิเคราะห์ตำแหน่งการติดตั้งสวิทช์.....	176
34	แสดงการวิเคราะห์ชนิดของสวิทช์.....	177
35	แสดงการวิเคราะห์ชนิดของสวิทช์ช่วงเวลา.....	178
36	แสดงการวิเคราะห์ลักษณะการจัดวางกะบะรองขน.....	179
37	แสดงการวิเคราะห์จุดต่อเนื้เชื่อมท่อส่งน้ำ.....	180
38	แสดงการวิเคราะห์ตำแหน่งวาล์วเปิดน้ำ.....	181
39	แสดงการวิเคราะห์ตำแหน่งติดตั้งมอเตอร์.....	182
40	แสดงการวิเคราะห์ชนิดของสายพานใช้งาน.....	183
41	แสดงการวิเคราะห์การจัดวางลูกยาง.....	184
42	แสดงการวิเคราะห์ลักษณะของหัวฉีดน้ำ.....	185
43	แสดงการวิเคราะห์ลักษณะการจัดเก็บสายยาง.....	186
44	แสดงการวิเคราะห์การต่อเชื่อมปลายสายส่งน้ำ.....	187

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงเศษคนที่ถูกระบายออกจากตัวเครื่อง.....	3
2	แสดงการใช้แรงดันน้ำในการชำระเศษคน.....	4
3	แสดงน้ำที่เหลือจากการชำระเศษคนในแต่ละครั้ง.....	5
4	แสดงการกระเด็นของเศษคนจากการปั่น.....	6
5	แสดงลักษณะรอยต่อของผนังลูกยางกับพื้นลูกยาง.....	7
6	แสดงผ่าตามยาวของตัวไก่อ.....	24
7	แสดงโครงกระดูกไก่อ.....	27
8	แสดงอวัยวะระบบย่อยอาหาร.....	29
9	แสดงการเชือดคอไก่อ.....	37
10	แสดงหัวของ POP VIVET.....	54
11	แสดงชนิดของ SHEET METAL SCREW.....	58
12	แสดงชนิดของ MACHINE BOLT.....	59
13	แสดง NOT คิดต่าง ๆ .....	60
14	แสดงล้อยสำเร็จรูป.....	65
15	แสดงล้อยสำเร็จรูป.....	65
16	แสดงล้อยงานเฟอร์นิเจอร์.....	66
17	แสดงล้อยเหล็ก.....	67
18	แสดงล้อยในล้อ.....	67
19	แสดงลักษณะ 2 ล้อยางอ่อน.....	68
20	แสดงลักษณะล้อยาง.....	68
21	แสดงลักษณะล้อยีโตนิก.....	69
22	แสดงลักษณะล้อยีโตนิก.....	69
23	แสดงประเภทของสายไฟ.....	70
24	แสดงสายไฟที่ใช้กับแสงสว่าง.....	71
25	แสดงสายไฟที่ใช้กับแสงสว่างที่หุ้มด้วยฝ้ายสัก.....	72
26	แสดงลักษณะของสายไฟที่ใช้กับเครื่องทำความร้อน.....	72
27	แสดงสายไฟที่ใช้กับเครื่องกำลังต่าง ๆ .....	73
28	แสดงสายชนิดอื่น ๆ .....	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ X อย่างอ้อมถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ ( ต่อ )

ภาพที่	หน้า
29 แสดงสวิตช์แบบกด.....	78
30 แสดงสวิตช์แบบโยก.....	79
31 แสดงสวิตช์แบบเลื่อน.....	79
32 แสดงสวิตช์แบบหมุน.....	80
33 แสดงลักษณะของมอเตอร์เซกเคตโพล.....	83
34 แสดงมาตรฐานสัดส่วนของสายพานรูปตัววี.....	92
35 แสดงมิติส่วนต่าง ๆ ต่อความสูงขึ้น.....	103
36 แสดงแสดงมุมก้มเงยและจังหวะการมองของตา.....	103
37 แสดงลักษณะของกรงบรรจุ.....	112
38 แสดงลักษณะของมีดเชือดไก่.....	112
39 แสดงถ้วยรองเลือด.....	113
40 แสดงหม้อคัมน์น้ำ.....	113
41 แสดงท่อน้ำ.....	114
42 แสดงกะบะบรรจุเศษขน.....	114
43 แสดงถุงมือยาง.....	115
44 แสดงแข่งบรรจุไก่สด.....	115
45 แสดงการจับไก่มือ 1 ข้าง.....	118
46 แสดงการบรรจุไก่ลงกรงขัง.....	118
47 แสดงการจับไก่ก่อนทำการเชือด.....	119
48 แสดงการเชือดคอไก่.....	119
49 แสดงการเก็บซากไก่หลังการเชือด.....	120
50 แสดงการลวกน้ำร้อนโดยการจับขา.....	121
51 แสดงการลวกน้ำร้อนโดยการปล่อย.....	121
52 แสดงกรรมวิธีการกรีดแผลก่อนทำการล้างเครื่องใน.....	122
53 แสดงกรรมวิธีการล้างลำไส้และเครื่องในไก่.....	123
54 แสดงลักษณะการทำความสะอาดไตไก่.....	124
55 แสดงการทำความสะอาดลำไส้.....	124
56 แสดงการพับเก็บปีกไก่.....	125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ ( ต่อ )

ภาพที่		หน้า
57	แสดงการพับเก็บขาไก่.....	125
58	แสดงการพับเก็บคอไก่.....	126
59	แสดงการบรรจุไก่ลงแข่งบรรจุไก่.....	126
60	แสดงการถอนขนด้วยมือเปล่า.....	128
61	แสดงการถอนขนด้วยกาวยาง.....	128
62	แสดงลักษณะของเครื่องถอนขนไก่ขนาดเล็ก.....	130
63	แสดงลักษณะของเครื่องถอนขนไก่.....	130
64	แสดงสัดส่วนของเครื่องปั่นถอนขน.....	131
65	แสดงลักษณะของถังปั่น.....	131
66	แสดงลักษณะของพื้นด้านในถังปั่น.....	132
67	แสดงลักษณะของฐานครอบระบบเครื่อง.....	132
68	แสดงลูกยาง.....	133
69	แสดงภาพด้านตัดของเครื่องถอนขนไก่.....	134
70	แสดงลักษณะของเครื่องซักผ้า.....	138
71	แสดงลักษณะของเครื่องปั่นผลไม้.....	139
72	แสดงลักษณะของเครื่องผสมปูน.....	140
73	แสดงลักษณะเหล็กกลม.....	141
74	แสดงลักษณะเหล็กแบน.....	142
75	แสดงลักษณะเหล็กฉาก.....	143
76	แสดงลักษณะเหล็กเหลี่ยม.....	143
77	แสดงลักษณะรูปแบบของจุดควบคุมการปล่อยน้ำ.....	154
78	แสดงลิ้นแบบเกทวาล์ว.....	155
79	แสดงลิ้นแบบ โกล์วาล์ว.....	156
80	แสดงลิ้นแบบแองเกิลวาล์ว.....	157
81	แสดงลิ้นแบบเช็ควาล์ว.....	158
82	แสดงหัวฉีดแบบฝักบัว.....	159
83	แสดงลักษณะของหัวกะโหลก.....	160
84	แสดงการทำงานของระบบตั้งเวลา.....	161

สารบัญภาพ ( ต่อ )

ภาพที่	หน้า
85 แสดงแบบร่างที่ 1.....	189
86 แสดงแบบร่างที่ 1.....	189
87 แสดงแบบร่างที่ 2.....	190
88 แสดงรายละเอียดผลิตภัณฑ์.....	190
89 แสดงรายละเอียดผลิตภัณฑ์.....	191
90 แสดงรายละเอียดผลิตภัณฑ์.....	191
91 แสดงรายละเอียดผลิตภัณฑ์.....	192
92 แสดงรายละเอียดผลิตภัณฑ์.....	192
93 แสดงรายละเอียดผลิตภัณฑ์.....	193
94 แสดงรายละเอียดผลิตภัณฑ์.....	193
95 แสดงภาพตัดผลิตภัณฑ์.....	194
96 แสดงเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้งาน.....	194
97 แสดงภาพเหมือนผลิตภัณฑ์.....	195
98 แสดง PRESENTATION .....	195
99 แสดง PRESENTATION.....	196
100 แสดง PRESENTATION.....	196
101 แสดง PRESENTATION.....	197
102 แสดง PRESENTATION.....	197
103 แสดง PRESENTATION.....	198
104 แสดง PRESENTATION.....	198
105 แสดง PRESENTATION.....	199
106 แสดง PRESENTATION.....	199
107 แสดง PRESENTATION.....	200
108 แสดงภาพถ่ายหุ่นจำลอง.....	200
109 แสดงภาพถ่ายหุ่นจำลอง.....	201
110 แสดงภาพถ่ายหุ่นจำลอง.....	201
111 แสดงภาพถ่ายหุ่นจำลอง.....	202

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

“อาหาร” เป็นหนึ่งใน 4 ปัจจัยสำคัญพื้นฐานของการดำรงชีพของมนุษย์ ถ้าขาดอาหารมนุษย์ก็ไม่สามารถที่จะดำรงชีวิตให้ยู่รอดต่อไปได้ โดยเฉพาะมนุษย์จัดได้ว่าเป็นสัตว์กินเนื้อชนิดหนึ่ง โดยกินเนื้อสัตว์อื่นเป็นอาหารมาตั้งแต่โบราณกาล จนถึงปัจจุบันเทคโนโลยีก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น ทุกสิ่งทุกอย่างถูกพัฒนาให้สามารถตอบสนองความต้องการของมนุษย์ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

เนื้อสัตว์เป็นแหล่งพลังงานของมนุษย์อีกชนิดหนึ่งที่ขาดเสียมิได้ โดยเฉพาะสัตว์ประเภทสุกร, โค, กระบือ, เป็ด, ไก่ และอีกมากมายหลายชนิด

เนื้อไก่ เป็นเนื้อที่มีอัตราความต้องการบริโภคเพิ่มขึ้นในค่าสถิติทุกๆ ปี จะแตกต่างจากเนื้อสัตว์ชนิดอื่นที่ไม่มีความแน่นอนของจำนวนความต้องการในท้องตลาด เนื่องจากความแตกต่างของค่านิยมหลายๆ แห่งของผู้บริโภคเอง อันเป็นผลให้เนื้อไก่มีอัตราการฆ่าและชำแหละเพิ่มมากขึ้นของความต้องการในการบริโภคแต่ละปีที่ผ่านมา

#### เหตุผลในการนำเสนอวิทยานิพนธ์

จากอัตราความต้องการบริโภคเนื้อไก่ที่มีอยู่ในท้องตลาดแล้ว ความต้องการของผู้บริโภคเองมีความต้องการเนื้อไก่ในอัตราที่สูงไม่แพ้กับเนื้อสัตว์ชนิดอื่นๆ ทำให้อัตราการผลิตยิ่งเพิ่มมากขึ้นตาม โดยเฉพาะการเพิ่มของประชากรของแต่ละชุมชน จึงทำให้มีการกระจายการผลิตเนื้อไก่สดออกไปในแหล่งชุมชน จนเกิดเป็นโรงชำแหละขนาดเล็กขึ้นมา โดยมีเครื่องมือที่ช่วยผ่อนแรงในการขจัดขนไก่ เพื่อลดเวลาในกระบวนการผลิตให้น้อยลงและเพื่อให้ทันต่อความต้องการของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น

จากสาเหตุที่มีผลิตภัณฑ์เครื่องถอนขนไก่ขึ้นมา จึงเป็นเหตุจูงใจให้ข้าพเจ้าคิดว่า น่าจะเป็นโครงการที่น่าสนใจประกอบกับผู้ทำโครงการเองมีพื้นความรู้และประสบการณ์โดยตรง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกิจกรรมชำแหละเนื้อไก่เองเพื่อจำหน่ายมาก่อน จึงได้มีการนำเสนอโครงการเพื่อทำการพัฒนาเครื่องถอนขนไก่ให้สามารถมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

### วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

- เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องถอนขนไก่ระบบปั่น สำหรับแม่ค้าเนื้อไก่สดที่ทำการชำแหละและจำหน่ายเอง
- เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องถอนขนไก่ระบบปั่น ที่สามารถช่วยประหยัดน้ำ เพื่อเป็นการรักษาสภาพแวดล้อมภายในโรงชำแหละได้

### ที่มาของปัญหา

จากอดีตที่มีการชำแหละเนื้อไก่เพื่อจำหน่ายในท้องตลาดนั้นในกระบวนการถอนขนไก่ออกจากตัวไก่ จัดได้ว่าเป็นขั้นตอนที่เสียเวลามากกว่าครึ่งของเวลาปฏิบัติขั้นตอนการชำแหละทั้งหมดจนจบกระบวนการ ทำให้ได้มีการคิดวิธีใหม่ๆ เพื่อช่วยลดเวลาในขั้นตอนนี้ลงมาเริ่มจากการใช้มือในการถอนขนออก หรือไม่ก็มีการใช้อุปกรณ์อื่นๆ เข้ามาช่วย เช่น การใช้แปรงพลาสติก เป็นต้น จากการพัฒนากระบวนการถอนขนไก่แต่ละวิธีก็ไม่สามารถย่นระยะเวลาลงมาได้ไม่ดีเท่าที่ควร และยังทำความเสียหายให้กับผิวหนังของเนื้อไก่ ทำให้ราคาในการจำหน่ายไม่ดีเป็นที่น่าพอใจ

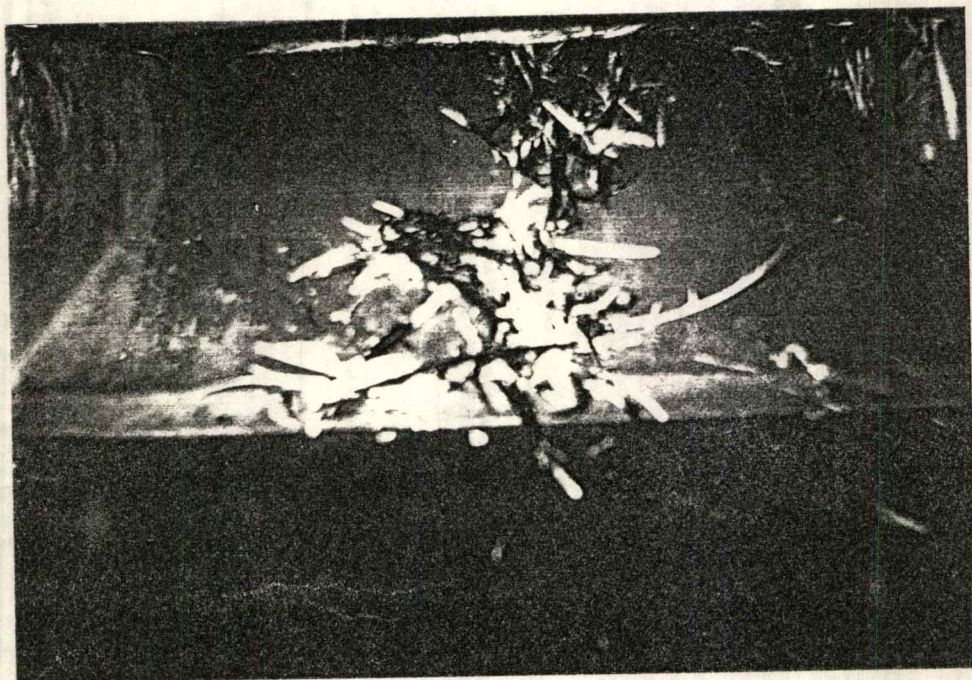
จนนักออกแบบได้คิดค้นเครื่องมือช่วยถอนขนไก่ขึ้นมา เพื่ออำนวยความสะดวกแก่แม่ค้าเนื้อไก่เหล่านี้ โดยความต้องการเพื่อใช้ถอนขนไก่ ช่วยลดเวลาในการถอนขนเพียงอย่างเดียว โดยไม่คำนึงถึงส่วนประกอบอื่นๆ ที่ส่งผลตามมา จึงทำให้เกิดปัญหาและน่าจะมีการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งๆ ขึ้นต่อไป

## ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. ไม่มีการรองรับเศษขนที่หลุดออกมาให้เป็นสัดส่วน

### รูปที่ 1

เศษขนที่ถูกระบายจากตัวเครื่อง



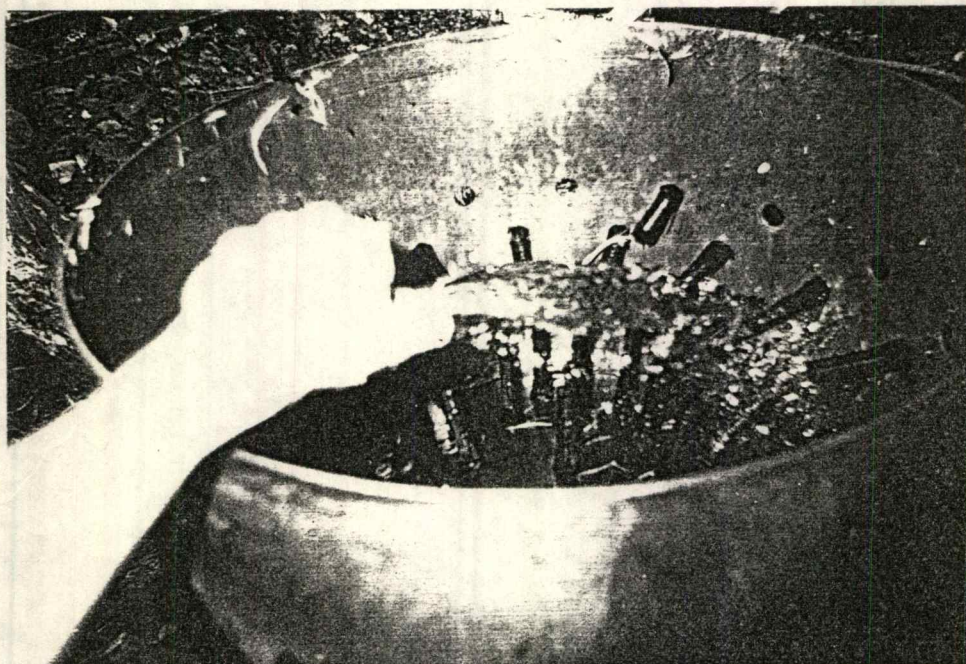
## แนวทางแก้ไข

ออกแบบให้มีภาชนะรองรับเศษขน โดยควรมีการจัดเก็บให้เรียบร้อย เพื่อให้ง่ายต่อการดูแลรักษาความสะอาด

2. การชำระเศษขนให้หลุดจากถังปั่น ต้องอาศัยแรงดันน้ำในการนำพาเศษขนให้ร่วงลงมาจากถังปั่น ทำให้ยุ่งยากต่อการปฏิบัติงาน

### รูปที่ 2

การใช้แรงดันของน้ำในการชำระเศษขนที่ติดค้างตัวเครื่อง



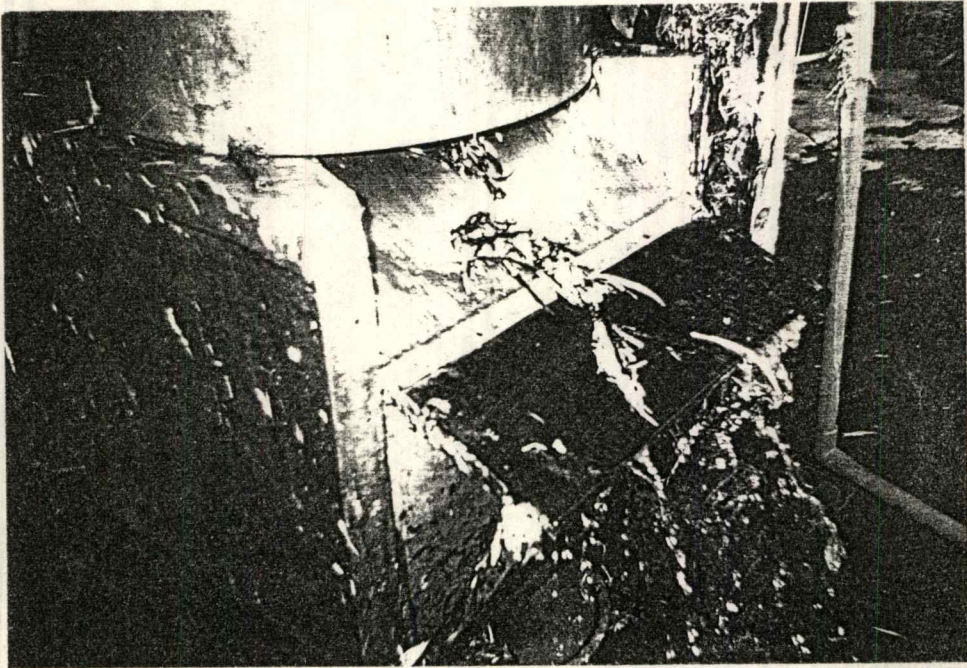
แนวทางแก้ไข

ควรออกแบบให้มีการชำระเศษขนของเครื่องเองโดยไม่ต้องอาศัยแรงคนในการชำระเศษขน

3. การชำระเศษขนต้องอาศัยแรงน้ำอยู่ตลอดเวลาในการปั่น ทำให้สิ้นเปลืองอัตราน้ำใน  
จำนวนที่มาก

รูปที่ 3

น้ำที่เหลือจากการชำระเศษขนในแต่ละครั้ง



แนวทางแก้ไข

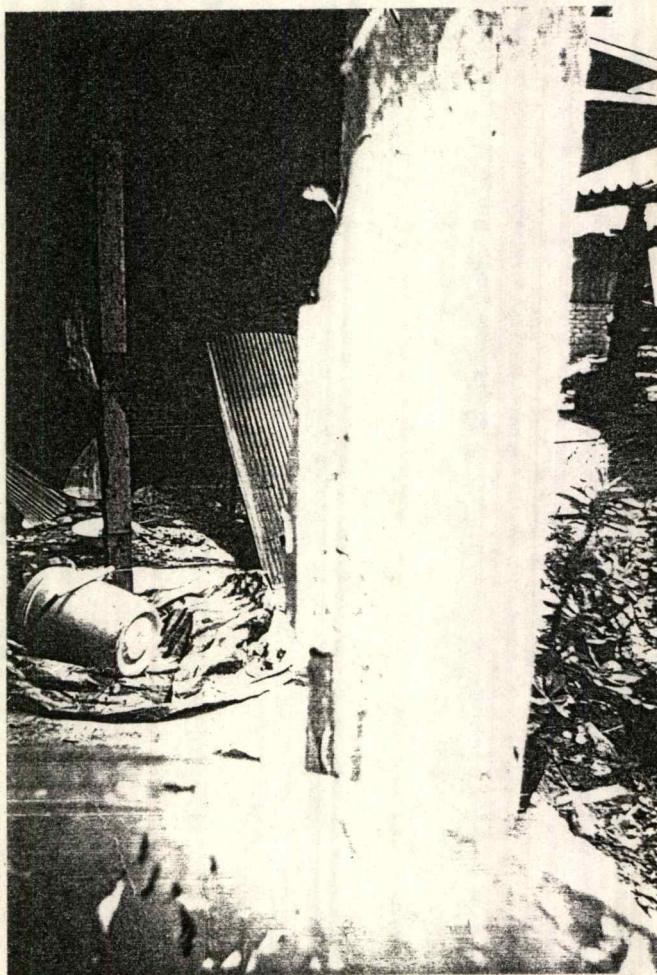
ควรออกแบบระบบการใช้น้ำให้ใช้ได้อย่างประหยัดต่อการปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ในขณะที่มีการปั่นถนนให้ได้ มีการกระเด็นของเศษหินจากแรงเหวี่ยงของเครื่องปั่น ทำให้ยากต่อการทำความสะอาด

รูปที่ 4

การกระเด็นของเศษหินจากการปั่น



แนวทางแก้ไข

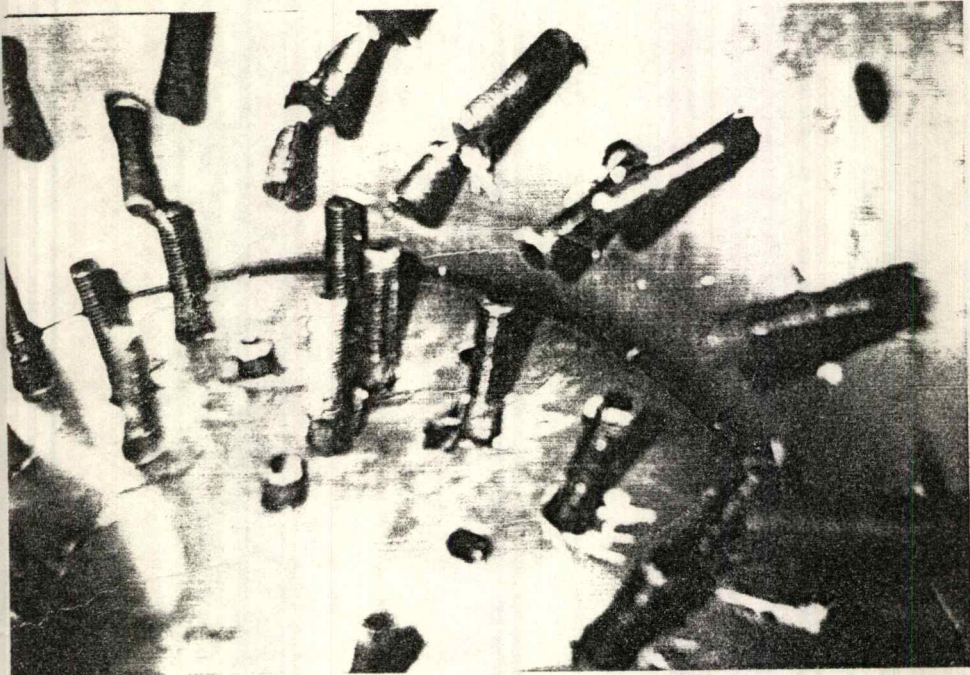
โดยออกแบบให้มีส่วนป้องกันการกระเด็นของเศษหิน เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกแก่การดูแลรักษาความสะอาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. รอยต่อระหว่างผนังลูกยางกับพื้นลูกยาง มีความห่างมากเกินไป ทำให้มีการติดขัดของการหมุนได้ ถ้ามีตัวเก็ติดอยู่ด้านในรอยต่อ

### รูปที่ 5

ลักษณะรอยต่อของผนังลูกยางกับพื้นลูกยาง



### แนวทางแก้ไข

โดยออกแบบให้ก้นของถังปั่นมีการฝังลูกยางได้อย่างสม่ำเสมอกับส่วนอื่นๆ ภายในถังปั่น เพื่อลดช่องว่างของรอยต่อของก้นถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

- ศึกษาข้อมูลอัตราการชำแหละของแม่ค้ำเนื้อไก่ที่จำเป็นต่อการจำหน่ายในแต่ละวัน
- ศึกษาประเภทของไก่สดที่ตลาดผู้บริโภคมีความต้องการ
- ศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์เดิมของเครื่องถอนขนไก่
- ศึกษาระบบการทำงานของผลิตภัณฑ์เดิมเริ่มจากการปั่นจนถึงกระบวนการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์
- ศึกษาเกี่ยวกับวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้ผลิตภัณฑ์

### ขอบเขตการออกแบบ

- ออกแบบปรับปรุงเครื่องถอนขนไก่ที่ใช้งานได้เพียงหนึ่งคน
- ออกแบบปรับปรุงเครื่องถอนขนไก่ให้สามารถนำเอากระบวนการชำระเศษขนได้ภายในตัวเอง
- ออกแบบปรับปรุงให้มีการประหยัดน้ำในการชำระเศษขนที่ติดกับตัวเครื่อง
- ออกแบบปรับปรุงเครื่องถอนขนไก่ระบบปั่นที่สามารถทำการปั่นได้ไม่เกิน 10 ตัวต่อ 1 ครั้ง
- ออกแบบให้มีการจับเก็บเศษขนที่หลุดออกมาได้ง่ายต่อการรักษาความสะอาด

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์

คาดว่าจะได้ผลิตภัณฑ์เครื่องถอนขนไก่โดยใช้ระบบปั่นที่สามารถอำนวยความสะดวกแก่กลุ่มแม่ค้ำที่ทำการชำแหละและจำหน่ายเนื้อไก่เองให้มากที่สุด และสามารถตอบสนองกับนโยบายของรัฐได้ ในแง่ของการประหยัดน้ำได้ และสามารถอำนวยความสะดวกที่สามารถอำนวยความสะดวกและได้ผลิตภัณฑ์ที่

## บทที่ 2

### วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการทำการวิจัยเกี่ยวกับเครื่องถอนขนไก่อระบบปั่น ผู้ทำการวิจัยได้ทำการค้นคว้าข้อมูล และเก็บรวบรวมจากแหล่งข้อมูลหลายๆ แห่งมารวมกันไว้เป็นหมวดหมู่ ทั้งจากเอกสารและงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัย เพื่อจะนำข้อมูลที่ได้มาศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการออกแบบและพัฒนาในขั้นต่อไป

#### 2.1 ข้อกำหนดในการก่อสร้างโรงฆ่าสัตว์และการดำเนินงานที่เกี่ยวข้อง

ตามมาตรฐานสากลแล้ว ในการก่อสร้างโรงฆ่าสัตว์ การดำเนินงานเกี่ยวกับการฆ่าชำแหละซาก และทำผลิตภัณฑ์ ได้ยึดถือข้อกำหนดที่องค์การอาหารและเกษตรแห่งชาติ (FAO) และองค์การอนามัยโลก (WHO) ตั้งขึ้นให้ปฏิบัติตามดังนี้

##### 2.1.1 ทำเลสถานที่ตั้ง

- โรงฆ่าสัตว์ควรตั้งอยู่ห่างชุมชนพอสมควร อยู่ในเขตปลอดภัย น้ำไม่ท่วมถึง ไม่มีกลิ่นคาวจากโรงงานอุตสาหกรรมใกล้เคียง ไม่มีฝุ่นรบกวน น้ำใช้มาจากแหล่งที่สะอาด ไฟฟ้าเข้าถึง
- ถนนที่ตัดผ่านโรงฆ่าสัตว์จะต้องอยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา
- ที่ดินหรือพื้นที่ที่จะก่อสร้างโรงงานฆ่าสัตว์จะต้องมีพอเพียงที่จะจัดให้มีการดำเนินงานได้ทุกส่วน

##### 2.1.2 สิ่งก่อสร้างที่จำเป็นต้องมีในโรงฆ่าสัตว์

- คอกพักสัตว์ก่อนฆ่า ซึ่งแบ่งส่วนแยกออกจากกันเป็นคอกพักสัตว์ที่มีสุขภาพดีและคอกพักสัตว์ป่วยหรือสงสัยว่าป่วย
- ระบบการกำจัดน้ำเสียก่อนที่จะปล่อยออกจากโรงฆ่าสัตว์ และใช้ได้ตลอดเวลาทั้งนี้ต้องสร้างให้ถูกต้องตามแบบที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ
- มีระบบการถ่ายเทอากาศ มีแสงสว่างจากธรรมชาติ และแสงไฟฟ้าพอเพียง

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วัสดุที่ใช้ทำพื้นควรเป็นชนิดที่ไม่ดูดซึมน้ำ ไม่เป็นพิษ สามารถทำความสะอาดได้ง่าย ไม่ลื่นและไม่มีรอยแตก พื้นของห้องเย็นจะต้องลาดเอียงให้น้ำไหลลงท่อระบายได้สะดวก ท่อระบายของท่อระบายจะต้องกรุด้วยลวดทวขยับป้องกันหนู
- วัสดุที่ใช้ทำฝาผนัง ควรเป็นวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำ สามารถทำความสะอาดได้ง่าย ฝาผนังที่อยู่สูงกว่าศีรษะควรใช้สีอ่อนๆ มุมต่างๆ ภายในแต่ละห้อง ควรเป็นมุมโค้ง เพราะสามารถทำความสะอาดง่าย
- เพดานควรออกแบบให้ดีเพื่อป้องกันการสะสมหยกไยและฝุ่นและควรง่ายต่อการทำความสะอาด
- มีท่อส่งน้ำที่มีความดันสูงเพื่อใช้ล้างคอก และบริเวณภายในโรงฆ่าสัตว์
- มีการติดตั้งระบบระบายเนื้อศีรษะที่ใช้สำหรับการขนส่งซากสัตว์ไปตามจุดต่างๆ เพื่อป้องกันตัวสัตว์นับตั้งแต่ภายหลังจากถูกทำให้สลบสัมผัสกับพื้นของโรงฆ่าสัตว์
- มีน้ำร้อนสะอาดที่มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80 องศาเซลเซียส ใช้ล้างคอกเพียงและตลอดเวลา
- มีเขียงเทียบหรือสะพาน เพื่อใช้ขนถ่ายสัตว์จากรถบรรทุกเข้าสู่คอกพักสัตว์
- ห้องต่างๆ ภายในโรงฆ่าสัตว์ ควรสร้างให้มีอ่างล้างมือ ซึ่งมีทั้งน้ำร้อนและน้ำเย็นพร้อมทั้งสบู่และน้ำยาเคมีฆ่าเชื้อโรค ซึ่งต้องเป็นชนิดที่ไม่มีกลิ่นด้วย

2.1.4 ภายในโรงฆ่าสัตว์ มีการจัดแบ่งส่วนเพื่อให้เหมาะสมและสะดวกในการปฏิบัติงาน ดังต่อไปนี้

- บริเวณที่จัดเป็นที่สำหรับทำให้สัตว์สลบ
- ห้องฆ่าสัตว์ควรแยกเป็นห้องฆ่าสัตว์แต่ละชนิดไม่รวมกัน
- ห้องเก็บหนัง เขา กีบ กระดูกโดยแยกเป็นแต่ละชนิด
- บริเวณที่จัดสำหรับให้สัตว์แพทย์ตรวจเนื้อได้ปฏิบัติงาน
- มีห้องตัดแต่งซาก ซึ่งมีเครื่องควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 18 องศาเซลเซียส ถึง 20 องศาเซลเซียส
- มีห้องสำหรับทำความสะอาดเครื่องใน ซึ่งอาจจะเป็นห้องซึ่งอยู่ในชั้นใต้ดิน
- มีห้องเย็นสำหรับเก็บซากและเครื่องใน ซึ่งจะแยกส่วนกัน
- มีห้องเย็นสำหรับเก็บซากที่สงสัยไว้เพื่อรอการตรวจอย่างละเอียดอีกครั้ง
- มีห้องปฏิบัติการ
- มีห้องพักสัตว์แพทย์ และห้องพักคนงาน
- มีห้องน้ำ ห้องส้วมสำหรับผู้ปฏิบัติงาน
- มีห้องสำหรับเก็บเครื่องมือโดยเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.5 วัสดุการซึ่งผู้ดำเนินการโรงฆ่าสัตว์จะต้องจัดหา

- มีห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า ห้องซักล้างเสื้อผ้า ห้องน้ำ ห้องส้วม ห้องอาหาร มีการระบายอากาศที่ดี มีน้ำสะอาดใช้ มีกระดาษเช็ดมือและถังขยะสำหรับคนงาน
- สำหรับสัตว์แพทย์ตรวจเนื้อสัตว์ ควรจัดห้องดังกล่าวข้างต้นแยกออกเป็นสัดส่วนต่างหาก ไม่ปะปนกับคนงานในโรงฆ่าสัตว์
- เครื่องมือเครื่องใช้ที่สัตว์แพทย์จำเป็นต้องใช้ในการตรวจเนื้อหรือสำหรับการวิเคราะห์ภายในห้องปฏิบัติการต้องมีไว้ให้พร้อม

2.1.6 สุขภาพและอนามัยของผู้ปฏิบัติงานในโรงฆ่าสัตว์ ผู้ที่ปฏิบัติงานภายในโรงฆ่าสัตว์และโรงทำผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จะต้องไม่เป็นโรคติดต่อเช่น โรคระบบหายใจ โรคผิวหนัง ฮ่องกง จะต้องมีบาดแผลขณะทำงานเพราะจะทำให้เกิดการติดเชื้อแบคทีเรียได้ และจะต้องมีใบรับรองแพทย์ว่าผ่านการตรวจโรคเป็นประจำทุกปี คนงานจะต้องใส่เสื้อคลุม หมวก ผ้ากันเปื้อน รองเท้าที่สะอาด

2.1.7 สุขภาพของเครื่องมือเครื่องใช้และความสะอาดภายในโรงงาน มีการทำความสะอาดและใช้น้ำยาฆ่าเชื้อโรคเป็นครั้งคราว ทั้งนี้ น้ำยาฆ่าเชื้อโรค สบู่ ที่นำมาใช้จะต้องผ่านการรับรองจากระทรวงสาธารณสุข

2.1.8 การป้องกันกำจัดแมลง ยาฆ่าแมลงที่ใช้จะต้องเป็นชนิดที่กระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใช้สำหรับโรงงานฆ่าสัตว์ และก่อนใช้ยาฆ่าแมลงควรปรึกษาและทำตามคำแนะนำของสัตวแพทย์ตรวจเนื้อ ขณะทำการใช้ต้องมีผ้าคลุมเครื่องมือเครื่องใช้ทุกชนิด ก่อนนำเครื่องมือเครื่อง

ใช้มาใช้ควรล้างทำความสะอาดก่อนและยาฆ่าแมลงต้องเก็บไว้ในห้องเฉพาะ

2.1.9 สิ่งที่ต้องปฏิบัติในระหว่างการทำงาน ข้อที่ควรที่ปฏิบัติในขณะที่ทำงานในโรงงานนั้น เริ่มตั้งแต่การเตรียมสัตว์ก่อนเข้าฆ่า เช่น ตรวจโรคก่อนฆ่า การอาบน้ำสัตว์ก่อนฆ่า และขั้นตอนต่างๆ ในการดำเนินการฆ่า จนกระทั่งถึงการตัดแต่งซากต่างๆ ตลอดจนการตรวจซาก การประทับตราเนื้อสัตว์ที่ผ่านการตรวจ โดยสัตวแพทย์ ทั้งนี้ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างถูกต้องและเป็นขั้นตอน

2.1.10 การบรรจุหีบห่อและวัสดุใช้ทำหีบห่อ วัสดุที่ใช้ทำหีบห่อต้องได้รับความเห็นชอบจากสัตวแพทย์ตรวจเนื้อซึ่งวัสดุที่ใช้นั้นต้องไม่เป็นพิษ หรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค

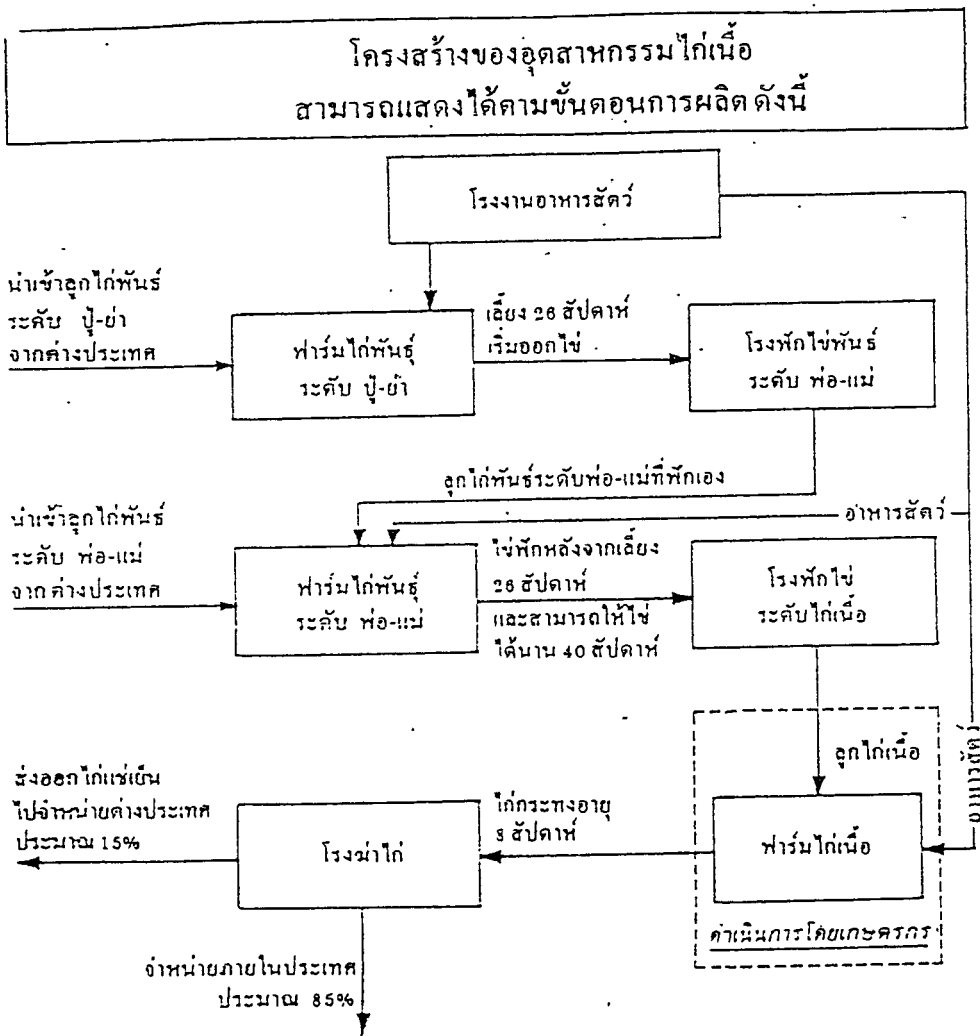
2.2 โครงสร้างของอุตสาหกรรมไก่เนื้อ ไก่เป็นสัตว์เศรษฐกิจอีกประเภทหนึ่งที่ทำรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงโดยเกษตรกรไทยรู้จักการเลี้ยงมาเป็นเวลาช้านาน โดยเป็นการเลี้ยงแบบพื้นบ้าน ต่อมาจึงพัฒนาการเลี้ยงจากพันธุ์พื้นบ้านมาเป็นพันธุ์เนื้อ เปลี่ยนวิธีการเลี้ยงแบบปล่อยตามอิสระมาเป็นการเลี้ยงในโรงเรือน มีอุปกรณ์การเลี้ยงทันสมัยถูกสุขลักษณะ จากสภาพดังกล่าวทำให้การผลิต (การเลี้ยง) ไก่เนื้อในระยะที่ผ่านมามีแนวโน้มสูงขึ้น

2.2.1 วัตถุดิบและแหล่งที่มา การเลี้ยงไก่ และอุตสาหกรรมไก่เนื้อ ไก่เนื้อที่เกษตรกรนิยมเลี้ยงในขณะนี้ เป็นพันธุ์ที่นำมาจากต่างประเทศ ซึ่งส่งเข้ามาโดยบริษัทอาหารสัตว์และขยายพันธุ์ต่อไป พันธุ์ไก่ส่วนใหญ่ได้มาจากอเมริกา และเป็นพันธุ์ลูกผสม (Cross-breed) โดยเฉพาะพันธุ์ *hyline* ซึ่งให้เนื้อมาก โดยใช้อาหารเลี้ยงไม่มาก เนื้อหน้าอกกว้างและลึก กระดูกหน้าอกไม่โต

การขยายพันธุ์ไก่เนื้อ มีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้คือ

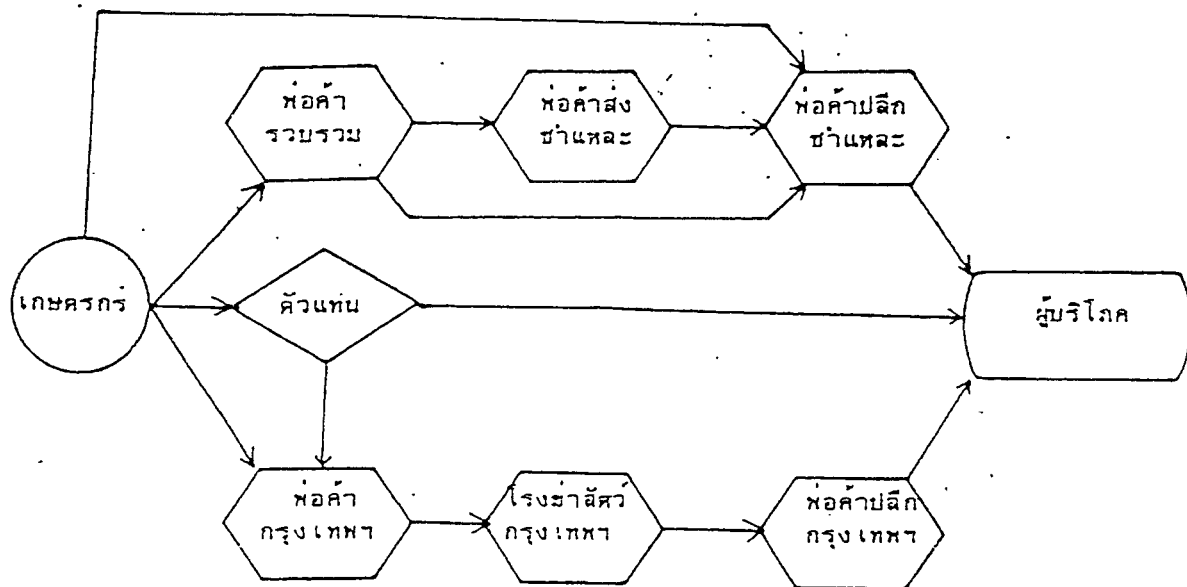
- นำเข้าไก่พันธุ์ระดับปู่-ย่า จากต่างประเทศ ใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 26 สัปดาห์ ก็ จะเริ่มออกไข่ และสามารถจะให้ไข่ได้นานถึง 40 สัปดาห์
- ฟักไข่ประมาณ 4 สัปดาห์ จะได้ลูกไก่พันธุ์ระดับพ่อ-แม่
- เลี้ยงไก่พันธุ์ระดับพ่อ-แม่ ประมาณ 26 สัปดาห์ ก็จะเริ่มออกไข่ ซึ่งจะให้ไข่ได้นานถึง 40 สัปดาห์เช่นกัน
- ฟักไข่ประมาณ 40 สัปดาห์ จะได้ลูกไก่เนื้อชุดแรก

ปริมาณการนำเข้าไก่พันธุ์จากต่างประเทศ ยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แม้จะมีปริมาณไม่แน่นอนในแต่ละปีก็ตาม อย่างไรก็ตาม แนวโน้มการนำเข้าไก่พันธุ์จะเป็นการนำเข้าในระดับปู่ย่ามากกว่าระดับพ่อแม่ ซึ่งสามารถควบคุมคุณภาพได้ดีกว่า และให้ปริมาณลูกไก่ที่มากกว่าด้วย อีกประการหนึ่ง สำหรับยาไก่พันธุ์ 1 ตัวนั้น สามารถให้ไก่เนื้อได้ประมาณ 6,000 ตัว และแม่ไก่พันธุ์ 1 ตัว สามารถให้ไก่เนื้อได้ประมาณ 145 - 150 ตัวโดยเฉลี่ย

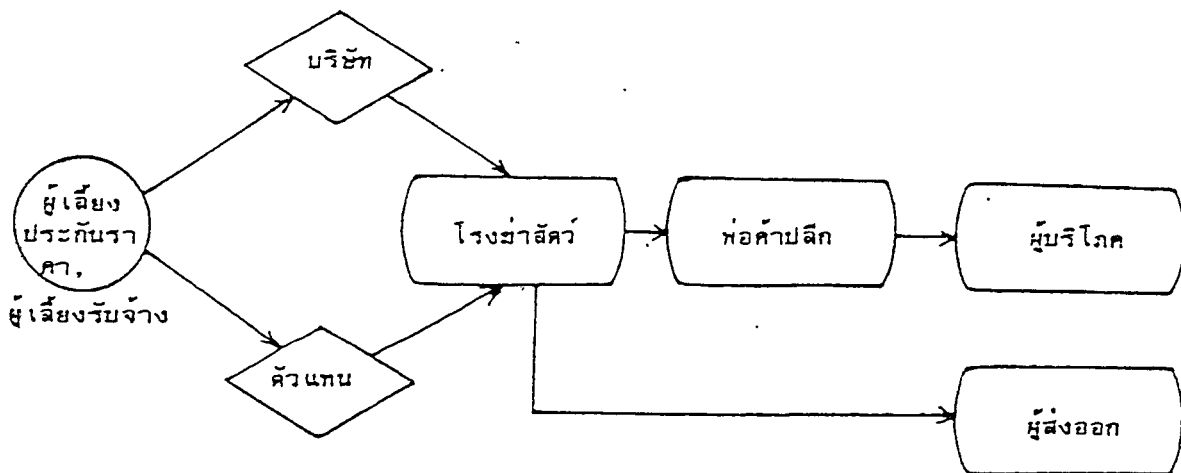


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิแสดงวิธีการตลาดไก่เนื้อ (1)



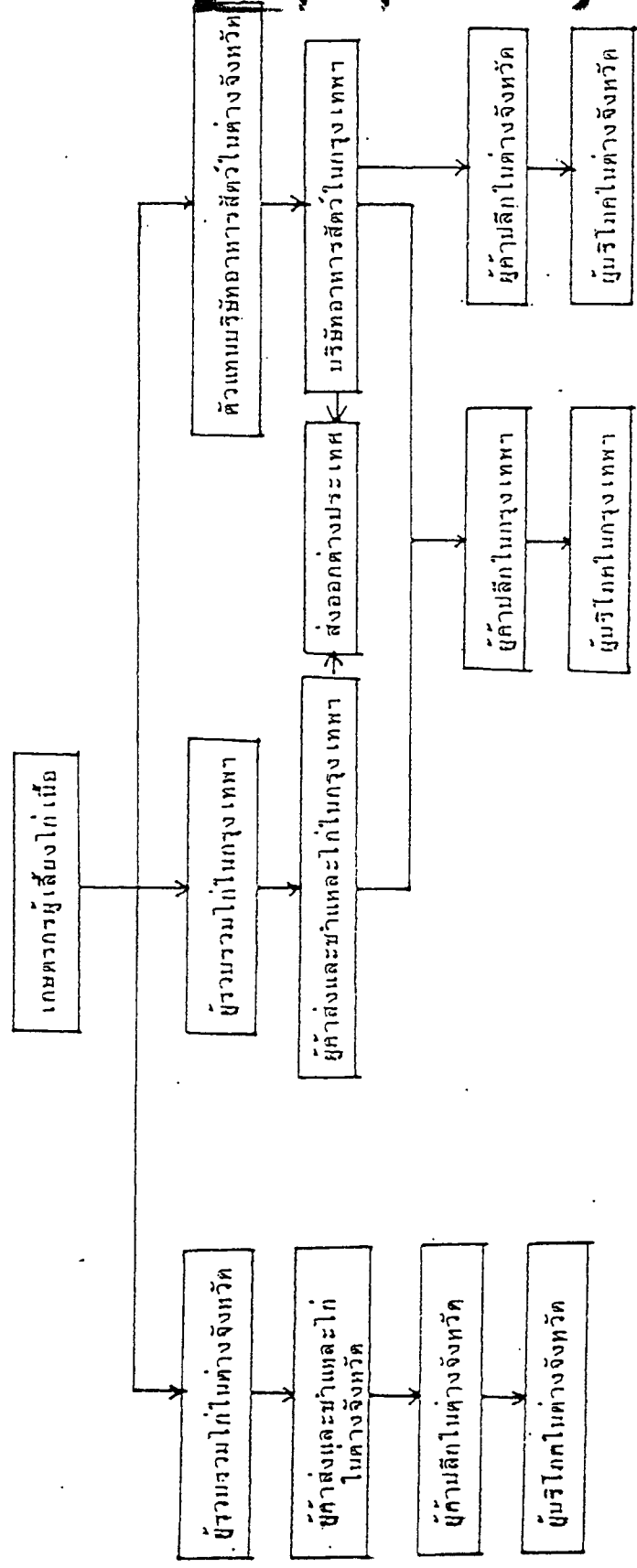
แผนภูมิแสดงวิธีการตลาดไก่เนื้อ (2)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ห้องสมุด**  
คณะกรรมการผู้คัดสรรอาหารรวม ๓๓๓.

แผนปฏิบัติการตลาดไก่เนื้อ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและลิขสิทธิ์ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1592

021361

ตารางที่ 1

ปริมาณการผลิตไก่เนื้อแบบการค้า ระหว่างปี 2520 - 2524

ปี	จำนวน (ล้านตัว)
2520	147
2521	157
2522	190
2523	211
2524	248
อัตราเพิ่มต่อปี (%)	14.35%

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ปี 2524

2.2.2 ประเภทของผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องกับการค้า

2.2.2.1 เกษตรกรผู้เลี้ยง การเลี้ยงไก่เนื้อที่พัฒนามาเป็นแบบการค้าเพื่อเป็นการค้าเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่เนื้อปัจจุบันแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

- ประเภทเลี้ยงอิสระ ผู้เลี้ยงประเภทนี้ใช้ทุนทรัพย์ของตนเองในการซื้อลูกไก่ อาหารและยา โดยจะขายให้พ่อค้ารวบรวมกรุงเทพฯ หรือบริษัทอาหารสัตว์ บริษัทใดบริษัทหนึ่ง การเลี้ยงแบบอิสระนี้ผู้เลี้ยงต้องเสี่ยงต่อราคาไก่ที่ขึ้นลง

- ประเภทประกันราคา ผู้เลี้ยงประเภทนี้ได้ทำสัญญาเรื่องราคาล่วงหน้ากับบริษัทอาหารสัตว์ หรือตัวแทน เมื่อถึงกำหนดขายจะขายให้บริษัทอาหารสัตว์หรือตัวแทน ในราคาที่ได้ตกลงกันตามสัญญา

- ประเภทรับจ้างเลี้ยง ผู้เลี้ยงประเภทนี้ จะรับจ้างเลี้ยงจากบริษัทอาหารสัตว์หรือตัวแทน โดยได้รับค่าตอบแทนในการเลี้ยงประมาณ 1.00 - 1.50 บาทต่อตัว

2.2.2.2 พ่อค้ารวบรวมท้องถิ่น ส่วนใหญ่เป็นพ่อค้าที่อยู่ในท้องถิ่นเดียวกันกับผู้เลี้ยง และคิดต่อขายให้กับพ่อค้ารวบรวมกรุงเทพฯ ต่อไป หรือบางรายเป็นทั้งพ่อค้าขายส่งชำแหละ

2.2.2.3 พ่อค้ารวบรวมกรุงเทพฯ เป็นพ่อค้าที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพฯ แถวตลาดกลางซอยอารีย์ คลองตัน พ่อค้าประเภทนี้นอกจากจะรวบรวมไก่มีชีวิตแล้ว ส่วนใหญ่ยังทำการฆ่าชำแหละและจำหน่ายอีกด้วย

2.2.2.4 บริษัทอาหารสัตว์ ส่วนใหญ่เป็นบริษัทที่มีธุรกิจทั้งการผลิตอาหารสัตว์ผลิตลูกไก่ และจำหน่ายยารักษาโรคสัตว์ นอกจากนี้ ดำเนินกิจการแปรรูปโดยมีโรงฆ่าชำแหละไก่ที่ทันสมัยเป็นของตนเอง และยังทำธุรกิจการจำหน่ายและส่งออกอีกด้วย

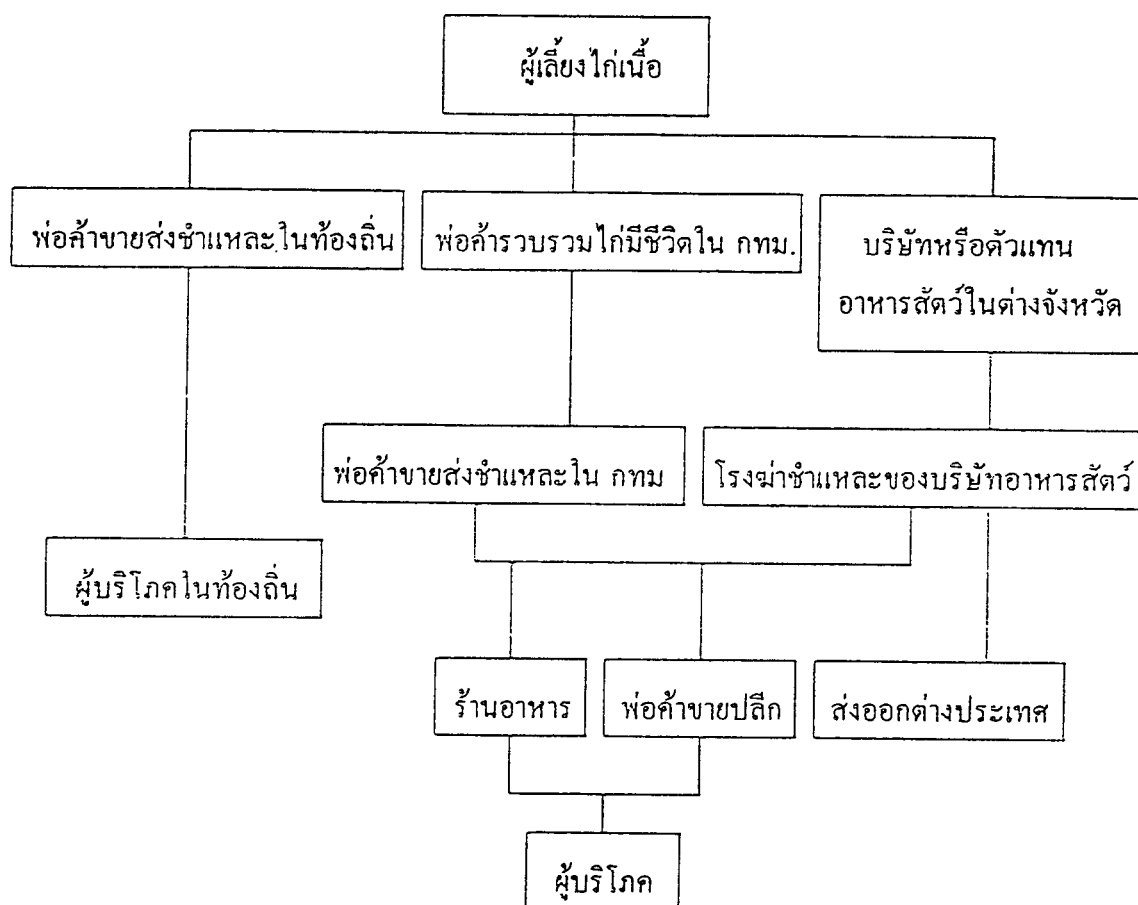
2.2.2.5 ตัวแทนบริษัทอาหารสัตว์ หมายถึงร้านค้าในท้องถิ่นที่เป็นตัวแทนจำหน่ายอาหารสัตว์ลูกไก่ และยารักษาโรคสัตว์ หรืออีกนัยหนึ่งกล่าวได้ว่า ตัวแทนนี้เป็นเอเย่นต์ของบริษัทอาหารสัตว์บริษัทใดบริษัทหนึ่ง

2.2.2.6 พ่อค้าขายส่งชำแหละ เป็นพ่อค้าแปรรูปที่ทำการฆ่าชำแหละไก่เพื่อมีชีวิตเพื่อจำหน่ายต่อไปยังร้านอาหารหรือพ่อค้าขายปลีก

2.2.2.7 พ่อค้าขายปลีก เป็นพ่อค้าคนสุดท้ายในวิธีการตลาดที่เป็นผู้จำหน่ายไก่เนื้อที่ฆ่าชำแหละแล้ว ตามตลาดสดต่างๆ แก่ผู้บริโภค

2.2.3 วิธีการตลาด วิธีการตลาดไก่เนื้อ เกษตรกรผู้เลี้ยงแบบอิสระซึ่งมีสิทธิในการเลือกขายได้ตามความพอใจ เมื่อไก่เนื้อครบกำหนดขายได้ จะขายให้พ่อค้าขายส่งชำแหละในท้องถิ่นและหรือพ่อค้ารวบรวมกรุงเทพฯ ในกรณีที่ขายให้ผู้รวบรวมกรุงเทพฯ ผู้เลี้ยงจะแจ้งให้พ่อค่านั้นทราบ สำหรับการขนส่งผู้ซื้ออาจจัดรถมารับซื้อที่หน้าฟาร์ม หรือผู้เลี้ยงอาจส่งมาขายกรุงเทพฯ ซึ่งแล้วแต่จะตกลงกันระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย พ่อค้าชำแหละท้องถิ่น เมื่อซื้อแล้วจะทำการฆ่าชำแหละ และจำหน่ายให้พ่อค้าขายปลีก เพื่อขายให้ผู้บริโภคในท้องถิ่นนั้น

สำหรับกรณีที่เลี้ยงแบบประกันราคาและรับจ้างเลี้ยงนั้น วิธีการตลาดจะแตกต่างกัน เมื่อไก่ที่เลี้ยงไว้ถึงเวลากำหนดขาย บริษัทอาหารสัตว์ หรือตัวแทนอาหารสัตว์ในคู่สัญญาจะแจ้งให้ผู้เลี้ยงทราบว่ามาจับวันไหนพร้อมทั้งจัดรถมารับ เพื่อส่งเข้าโรงฆ่าชำแหละของบริษัท หลังจากนั้น บริษัทจะส่งขายให้พ่อค้าปลีกในกรุงเทพฯ และบางส่วนจะส่งออกไปขายต่างประเทศ



ส่วนประกอบของส่วนเหลือจากการตลาดไก่อเนื้อ จะเห็นว่าราคาจากผู้เลี้ยงได้รับ 18.75 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 68.18 ของราคาขายปลีกในขณะที่ต้นทุนการเลี้ยงเท่ากับ 18.29 บาท ดังนั้นผู้เลี้ยงไก่อเนื้อจะได้ผลตอบแทนกิโลกรัมละ 0.46 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 1.67 สำหรับส่วนเหลือจากการตลาดไก่อเนื้อคิดเป็นร้อยละ 31.82 ของราคาขายปลีก ซึ่งส่วนเหลือดังกล่าวประกอบด้วยค่าใช้จ่ายการตลาด คิดเป็นร้อยละ 20.22 และผลตอบแทนหรือกำไรเบื้องต้นที่ผู้ค้าได้รับคิดเป็นร้อยละ 11.60 โดยพ่อค้าปลีกจะได้รับผลตอบแทนหรือกำไรเบื้องต้นมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 7.51 รองลงมาได้แก่พ่อค้ารวบรวม และพ่อค้าขายส่งชำแหละ กำไรเบื้องต้นที่ได้รับคิดเป็นร้อยละ 3.24 และ 1.05 ตามลำดับ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> อ.ดำรงศักดิ์ ชัยสนธิ และ อ.ก่อเกียรติ วิริยะกิจพัฒนา, การตลาดสินค้าเกษตร, หน้า 78

## 2.2.4 พันธุ์ไก่ (The Breeds of Chickens)

จากไก่ทั้ง 12 ประเภทหรือ Classes ตามมาตรฐานในหนังสือ The American Standard of Perfection มีไก่อยู่เพียง 4 Classes เท่านั้นที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ คือ

### 2.2.4.1 ประเภทไก่อเมริกัน (American Class)

ไก่ที่อยู่ในประเภทนี้เป็นไก่ที่ได้รับการผสมและคัดเลือกพันธุ์ขึ้นเพื่อให้เป็นไก่พันธุ์เนื้อและพันธุ์ไข่ (Dual Purposes) ไก่ทุกพันธุ์มีผิวหนังสีเหลือง (yellow skin) แข้งสีเหลือง (yellow shanks) และแผ่นหูสีแดง (Red earlobes) ให้ไข่เปลือกสีน้ำตาลที่แข็งไม่มีขน ไก่ที่จัดอยู่ในประเภทนี้เคยมีผู้นิยมเลี้ยงกันมากได้แก่ ไก่พันธุ์พลีมัธร็อก (Plymouth Rock) โรดไอส์แลนด์แดง (Rhode Island Red) ไวอันด็อตทท์ (Wyandotte) เจอร์ซี่ เบล็ก-ไจแอนท์ (Jersey Black Giant) และนิวแฮมป์เชียร์ (New Hampshire)

ไก่พันธุ์พลีมัธร็อก (Plymouth Rock) เป็นไก่พันธุ์ที่ค่อนข้างหนัก นิยมเลี้ยงเป็นไก่เนื้อ ลำตัวยาว ค่อนข้างลึก และกว้าง มีหงอนจักร เมื่อโตเต็มที่มีน้ำหนักตามมาตรฐานของพันธุ์นี้ ระหว่าง 7.5 ถึง 9.5 ปอนด์ (ประมาณ 3.5 - 5.0 กก.)

บาร์พลีมัธร็อก (Barred Plymouth Rock) เป็นไก่พันธุ์พลีมัธร็อกที่มีสีบาร์คือ สีดำสลับขาว ตามขวางของขน หงอนจักร ผิวหนังสีเหลือง ให้ไข่เปลือกสีน้ำตาล จัดเป็นไก่พันธุ์เนื้อ-พันธุ์ไข่ (Dual purpose breed) เคยเป็นไก่พันธุ์ที่ได้รับความนิยมเลี้ยงกันเป็นไก่ให้ไข่อยู่ระยะหนึ่งเมื่อประมาณ 25 ปีก่อนใช้เป็นสายแม่ผสมกับไก่ตัวผู้พันธุ์โรดไอส์แลนด์แดงหรือพันธุ์นิวแฮมป์เชียร์ (New Hampshire)

พลีมัธร็อกขาว (White Plymouth Rock) ไก่พันธุ์พลีมัธร็อกขาวได้รับการจดทะเบียนเป็นไก่พันธุ์แท้ตามมาตรฐาน The American Standard of Perfection ของสมาคมสัตว์ปีกอเมริกัน (American Poultry Association, Inc.) มีขนสีขาว หงอนจักร ผิวหนังสีเหลือง ให้ไข่เปลือกสีน้ำตาล

ไก่พันธุ์โรดไอส์แลนด์ (Rhode Island) ไก่พันธุ์โรดไอส์แลนด์มี 2 ชนิด คือ ชนิดสีแดง (Rhode Island Red) และชนิดสีขาว (Rhode Island White)

โรดไอส์แลนด์แดง (Rhode Island Red) เป็นไก่พันธุ์เนื้อพันธุ์ไข่ที่ให้ไข่อ่อนข้างดี ไก่โรดไอส์แลนด์แดงมีรูปร่างค่อนข้างยาว และเป็นรูป 3 เหลี่ยม เป็นไก่พันธุ์เก่าแก่พันธุ์หนึ่งมีอายุกว่า 100 ปี

ไก่โรดไอส์แลนด์แดงเคยเป็นที่นิยมเลี้ยงเป็นไก่ไข่กันแพร่หลายในประเทศไทยเมื่อ 20 ปีก่อน ประมาณถึง 80% ของไก่ไข่ทั้งหมด ปัจจุบันหันไปนิยมเลี้ยงไก่ลูกผสมไฮ-บริด กันเป็นส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**นิวแฮมป์เชียร์ (New Hampshire)** ไก่ นิวแฮมป์เชียร์ ได้รับการผสมและปรับปรุงพันธุ์มาจากไก่โรดไอส์แลนด์แดง เพื่อให้ได้ไก่พันธุ์ที่ไข่ดกขึ้น ไข่ฟักออกดีขึ้น ขนงอกเร็วและมีความแข็งแรง ในรัฐนิวแฮมป์เชียร์ ในระหว่าง ค.ศ. 1930 และได้รับการรับรองเป็นไก่พันธุ์แท้จากสมาคมสัตว์ปีกอเมริกันในปี ค.ศ. 1935

ไก่ นิวแฮมป์เชียร์เมื่อโตเต็มที่ (Mature) มีน้ำหนักระหว่าง 6.5 ถึง 8.5 ปอนด์ (ประมาณ 2.95 - 3.95 กก.) ขนมีสีจางกว่าไก่โรดไอส์แลนด์แดง และไม่สมำเสมอ ผิวหนังและแข้งมีสีเหลือง แผ่นหูมีสีแดง หงอนจักร

#### 2.2.4.2 ประเภทไก่เอเชีย (Asiatic Class)

ไก่ที่จัดอยู่ในประเภทไก่เอเชีย (Asiatic Class) เป็นไก่พันธุ์ที่มีขนาดใหญ่ มีขนแข็ง กระดูกใหญ่ เป็นไก่ประเภทให้เนื้อ นักผสมพันธุ์ทั้งในประเทศอังกฤษ และอเมริกาใช้ไก่เอเชียนี้ในการผสมและคัดพันธุ์จนเกิดพันธุ์ใหม่ๆ ขึ้น ไก่เอเชียมีอยู่หลายพันธุ์ด้วยกันแต่ที่สำคัญมีอยู่ 3 พันธุ์ คือ พันธุ์บราห์มา (Brahma) โคชิน (Cochin) และแลงชาน (Langshan)

ลักษณะที่สำคัญของไก่พันธุ์เอเชียคือ มีขนที่แข็ง ไก่ทุกพันธุ์มีผิวหนังสีเหลือง (ยกเว้นไก่แลงชานมีผิวหนังสีขาว) มีแผ่นหูสีแดง และให้ไข่เปลือกสีน้ำตาล

**บราห์มา (Brahma)** เป็นไก่อินเดียแต่ไปแพร่หลายในประเทศจีน บางคนเรียกไก่พันธุ์นี้ว่าไก่เซียงไฮ้สีเทา (Gray shanghais) มีผู้นำเข้าไปในประเทศอังกฤษและอเมริกา ในระหว่างปี ค.ศ. 1940 - 50 จนได้ยอมรับเป็นไก่พันธุ์แท้จากสมาคมสัตว์ปีกอเมริกา

ไก่บราห์มา เป็นไก่ให้เนื้อ แต่ไม่ค่อยมีผู้นิยมเลี้ยงกันแพร่หลายนัก มีหนังสีเหลือง ให้ไข่เปลือกสีน้ำตาลอ่อน จนถึงสีน้ำตาลเข้ม มีหงอนป้าน (Pea-Comb) เมื่อโตเต็มที่น้ำหนักระหว่าง 9 ถึง 11 ปอนด์ (ประมาณ 4 - 5 กก.)

**โคชิน (Cochin)** ไก่พันธุ์โคชินจัดเป็นไก่พันธุ์เนื้อพันธุ์ไข่ แต่ส่วนใหญ่ในอดีตเลี้ยงไว้สำหรับโชว์หรือประกวดกัน จัดเป็นไก่ที่มีขนาดใหญ่ ขนฟู อ่อนนุ่ม สวยงาม ได้รับเข้ามาตราฐานพันธุ์ของอเมริกันในปี ค.ศ. 1874 มีผิวหนังสีเหลือง ให้ไข่เปลือกสีน้ำตาล หงอนจักร น้ำหนักเมื่อโตเต็มที่อยู่ระหว่าง 8.5 ถึง 11 ปอนด์ (ประมาณ 3.9 - 5.0 กก.)

**แลงชาน (Langshans)** ไก่แลงชานมี 2 ชนิด คือแลงชานสีดำ และแลงชานสีขาว

ไก่แลงชานจัดเป็นไก่ให้เนื้อและไข่ มีขนาดลำตัวสั้นกว่าไก่บราห์มาส์ และโคชินแต่มีความลึกกว่า ขายาวกว่า ส่วนขนที่แข็งมีพอสสมควร ผิวหนังมีสีขาว ให้ไข่เปลือกสีน้ำตาลเข้ม หงอนจักร เมื่อโตเต็มที่น้ำหนัก 7 ถึง 10 ปอนด์ (ประมาณ 3.2 - 4.5 กก.)

2.2.4.3 ประเภทไก่เมดิเตอร์เรเนียน (Mediterranean) ไก่พันธุ์เมดิเตอร์เรเนียน ถือกำเนิดมาจากแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียนทั้งสิ้น เป็นไก่พันธุ์ที่มีรูปร่างเล็กกว่าไก่อเมริกัน ไก่อังกฤษ และไก่เอเชีย จัดได้ว่าเป็นไก่พันธุ์ที่ให้ไข่โดยเฉพาะ

ลักษณะทั่วไปของไก่พันธุ์เมดิเตอร์เรเนียน เป็นไก่ที่มีทรวงสูงเปรี๊ยะ แข็งไม่มีขน แผ่นหุ้มสีขาว หรือสีขาว-ครีม และให้ไข่เปลือกสีขาว เป็นไก่พันธุ์ที่ไม่ชอบกกไข่ (non broody) ได้แก่

เล็กฮอร์น (Leghorn) ลักษณะทางเศรษฐกิจของไก่เล็กฮอร์น คือจัดเป็นไก่พันธุ์ที่ให้ไข่ดีที่สุด ผิวหนังสีเหลือง ให้ไข่เปลือกสีขาว เมื่อโตเต็มที่มีน้ำหนักระหว่าง 4 ถึง 6 ปอนด์ (ประมาณ 1.8 - 2.7 กก.)

เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร (Single-Comb White Leghorn-SCWL) เป็นไก่พันธุ์และชนิดที่แพร่หลายที่สุดในบรรดาไก่เล็กฮอร์นและไก่พันธุ์เมดิเตอร์เรเนียนด้วยกัน นิยมเลี้ยงเป็นไก่ไข่แพร่หลายไปทั่วโลก แม้ในปัจจุบันไก่ไข่ที่เลี้ยงเป็นการค้าอยู่ทั่วโลกที่ให้ไข่สีขาวก็เป็นไก่พันธุ์เล็กฮอร์นหงอนจักรทั้งหมด

ไมนอร์ก้า (Minorca) เป็นพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากที่สุด ในบรรดาไก่เมดิเตอร์เรเนียนด้วยกัน เมื่อโตเต็มที่มีน้ำหนักระหว่าง 7 ถึง 9 ปอนด์ (ประมาณ 3.2 - 4.1 กก.)

รูปร่างลักษณะต่างๆ ไปของไก่พันธุ์ไมนอร์ก้าคล้ายกับไก่เล็กฮอร์น แต่เกือบทุกส่วนมีขนาดใหญ่กว่า เช่น หงอน และเหนียง หน้าอกกลม แผ่นหลังยาวและลาดต่ำจนถึงโคนหางทรงหางก็ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับไก่เล็กฮอร์น ไก่ไมนอร์ก้าจัดเป็นไก่พันธุ์ให้เนื้อและไข่ มีผิวหนังสีขาว ให้ไข่เปลือกสีขาวหรือขาวขอร์ค

แอนโคนา (Ancona) เป็นไก่ประเภทให้ไข่ ไม่ชอบกกไข่เหมือนไก่เล็กฮอร์น ผิวหนังสีเหลืองและให้ไข่เปลือกสีขาวเมื่อโตเต็มที่มีน้ำหนักระหว่าง 4.5 ถึง 6 ปอนด์ (ประมาณ 2.0 - 2.7 กก.)

2.2.4.4 ประเภทไก่อังกฤษ (English Class) ไก่อังกฤษเป็นพันธุ์ไก่ที่ผสมและคัดพันธุ์ขึ้นเพื่อให้เนื้อเป็นหลัก มีอยู่ทั้งหมด 7 พันธุ์ แต่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจต่อประเทศอังกฤษมีเพียง 4 พันธุ์ คือ

ออร์พิงตันส์ (Orpingtons) ไก่พันธุ์ออร์พิงตันส์ ได้มาจากการผสมและคัดพันธุ์ระหว่างไก่ แลงซานดำ ไมนอร์ก้าดำ พลิมัธรีค และพันธุ์โคชิน ที่เมืองออร์พิงตันส์ประเทศอังกฤษ เป็นไก่พันธุ์ที่รูปร่างคล้ายๆ ไก่พันธุ์พลิมัธรีค แต่มีขนาดใหญ่กว่า ลำตัวยาวลึก และ

กว้าง มีกระดูกใหญ่ ขนฟูกว่าไก่อเมริกัน มีหงอนจักร น้ำหนักเมื่อโตเต็มที่ 8 ถึง 10 ปอนด์ (ประมาณ 3.6 - 4.5 กก.)

คอร์นิช (Cornish) ถือกำเนิดมาจากเมืองคอร์นวอลล์ (Cornwall) ประเทศอังกฤษ

ไก่คอร์นิชเป็นไก่พันธุ์ที่มีคุณสมบัติพิเศษในด้านไข่เนื้อ มีรูปร่างลีน หน้าอกกว้างเต็ม เนื้อแน่น ขนเรียบแน่นกับลำตัว ผิวหนังและแข้งสีเหลือง ไข่ไข่เปลือกสีน้ำตาล และมีหงอนป้าน เป็นไก่ที่นิยมเลี้ยงกันเป็นไก่เนื้อเนื่องจากไก่คอร์นิช ไข่ไข่น้อยและโตค่อนข้างช้าจึงนิยมใช้เป็นสายพ่อผสมกับไก่พันธุ์พลิมัทหรือโรดไอส์แลนด์และนิวแฮมป์เชียร์สายแม่

ซัสเซ็กซ์ (Sussex) ไก่ซัสเซ็กซ์จัดเป็นไก่พันธุ์เนื้อพันธุ์ไข่ และนิยมใช้เป่าไก่พันธุ์เนื้อในประเทศอังกฤษมากกว่าไก่พันธุ์อื่นๆ โดยเฉพาะไลท์ซัสเซ็กซ์ เพราะรูปร่างเหมาะที่จะใช้สำหรับขุน เป็นไก่ที่ผิวหนังสีขาว ไข่เปลือกสีน้ำตาล และหงอนจักรน้ำหนักเมื่อโตเต็มที่ระหว่าง 6 ถึง 9 ปอนด์ (ประมาณ 2.7-4.1 กก.) ไก่ไลท์ซัสเซ็กซ์ จัดเข้าในมาตรฐานไก่พันธุ์แท้ในปี ค.ศ. 1929

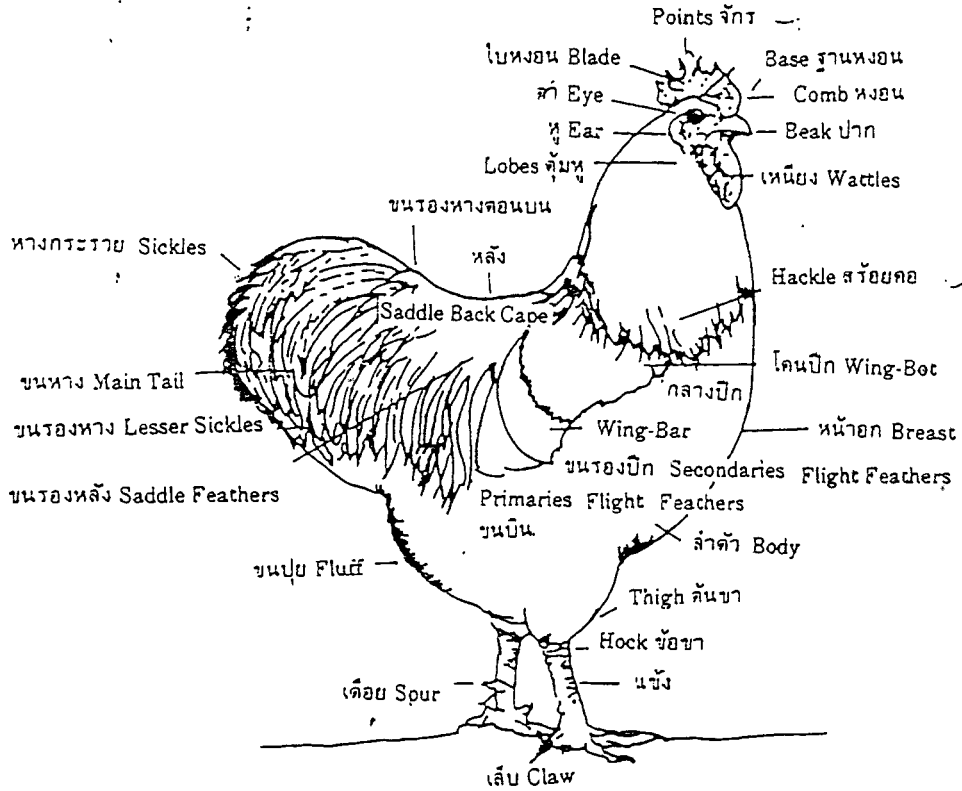
ออสเตรเลียพ (Australorps) มีขนาดเล็กกว่าและมีขนแน่นสนิทลำตัวกว่าไก่ออร์พิงตัน รูปร่างค่อนข้างยาวและลีน ซึ่งเป็นลักษณะของไก่ไข่ ผิวหนังสีขาว แข็งและเท้าสีดำ (dark slate) ขนสีดำ (lustrous black) แผ่นหู (earlobes) สีแดง ปากสีดำ หงอนจักรขนาดปานกลาง และไข่ไข่เปลือกสีน้ำตาลอ่อน (light tinted Color) เมื่อโตเต็มที่น้ำหนักระหว่าง 6.5 ถึง 8.5 ปอนด์<sup>2</sup>

2.8 ระบบกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของไก่ ไก่เป็นสัตว์ปีกเลือดอุ่นร่างกายปกคลุมด้วยขน ตรงข้ามกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมซึ่งมีลักษณะเลือดเย็นและมีสิ่งปกคลุมร่างกายด้วยเกล็ด ไก่มีเรื้อนร่างกะทัดรัด กระดูกเบา มีปีก และขา เหมาะกับการบิน หรือวิ่ง เป็นสัตว์ประเภทประเปรียว ตื่นเต้นง่าย มีระบบประสาทไว สายตาและหูใช้การได้ดีมาก ไก่มีนิสัยชอบคุ้ยเขี่ยเลือกกินอาหาร ซึ่งถูกย่อยเร็วมาก อุณหภูมิร่างกายอยู่ระหว่าง 105-109.5 ฟ.

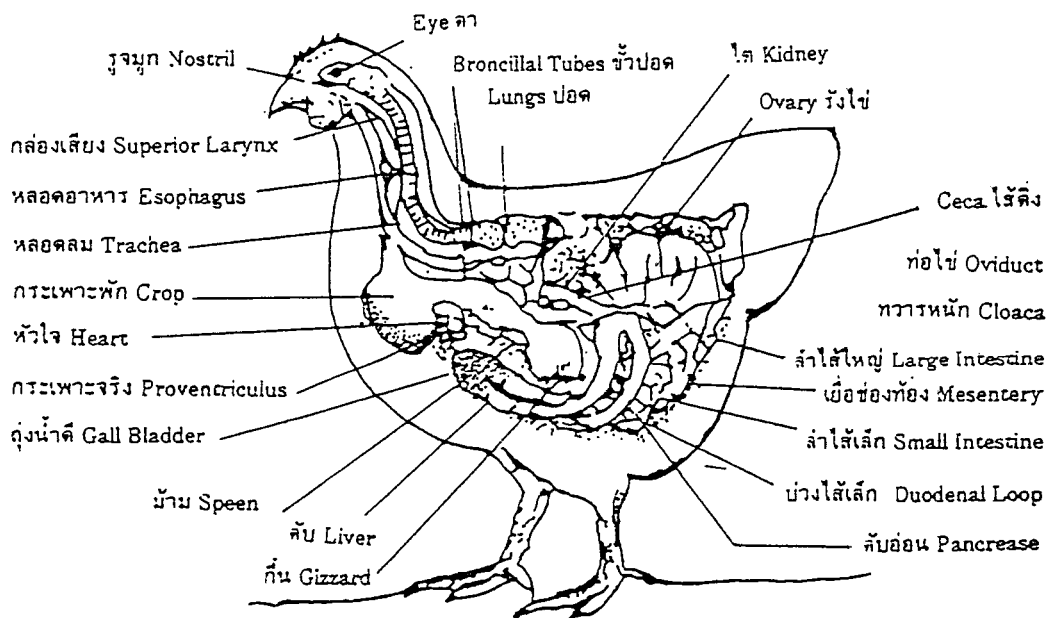
2.8.1 ส่วนประกอบภายนอกและภายในลำตัว (Exoskeleton) ลำตัวไก่ห่อหุ้มด้วยผิวหนังกับส่วนของผิวหนังที่กลายรูปเป็นอย่างอื่น เพื่อประโยชน์ของธรรมชาติให้ดำรงชีพอยู่ได้ สิ่งเหล่านั้นได้แก่ หงอน เหนียง ตุ่มหู ขน ปาก เล็บ เท้าและเกล็ดแข็ง ผิวหนังไก่บางกว่าของสัตว์สี่เท้า บนผิวหนังไม่มีต่อมเหงื่อ (uropygialgland) ส่วนที่เปลี่ยนเป็นขน ปาก เล็บเท้า เกล็ดแข็ง เกิดจากเซลล์ของผิวหนังชั้นนอก หงอน เหนียง ตุ่มหู เกิดจากเซลล์ของผิวหนังชั้นในที่เกือบปลายหางมีต่อมน้ำมันทำหน้าที่กั้นน้ำมัน

ปลายประสาทที่ผิวหนัง กล้ามเนื้อและท่อโลหิตต่างๆ ทำหน้าที่ควบคุมผิวหนังและโคนขนสีของผิวหนัง ปาก และสีแข้ง ขึ้นอยู่กับการมีเม็ดสีของผิวหนังไก่ ที่แข็งเหลือง เป็นเพราะผิวหนังชั้นนอก มีเม็ดสีไลโปโครม (lipochrome) แต่ขาดเม็ดสีเมลานิน (melanin) แข็งจึงมีสีเหลือง เม็ดสีเมลานิน เป็นสีดำของส่วนต่างๆ เช่นที่แข้ง ที่ขน ที่หาง

ภาพที่ 6  
ภาพผ่าตามยาวของตัวไก่



ภาพ 7 ส่วนที่ผ่าดูภายในตัวไก่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนไก่ ขนไกมีประโยชน์ สำหรับป้องกันอันตราย จากการกระทบกระทั่ง เสียดสีและช่วยรักษาความอบอุ่นแก่ร่างกาย รูปร่างและขนไก่เป็นเครื่องบอกเพศและอายุของไก่ได้ดี ถูกทิ้งไปเวลาไก่ผลัดขน และจะงอกขึ้นใหม่แทนกันตามลำดับ ขนไก่ก็เป็นเครื่องประกอบการพิจารณาคัดเลือกไก่ไข่ได้อย่างหนึ่ง

ขนบนร่างกายไก่โดยทั่วๆ ไปแบ่งตามรูปลักษณะออกได้ 3 อย่าง คือ ขนแท้ที่ปกคลุมภายนอก (contour) ขนตั้ง (plume) และขนเส้น (filoplume) ขนที่ปกคลุมภายนอกถ้าตัวไก่มีหลายรูปร่างต่างๆ กัน แล้วแต่เพศและส่วนของร่างกายที่ขนนั้นปกคลุมอยู่ ขนตั้ง เป็นขนปกคลุมลูกไก่มาตั้งแต่เล็กในไก่ใหญ่ ส่วนขนเส้นนั้นมีลักษณะคล้ายเส้นผม เป็นขนที่ไม่เจริญตัว พบมากตามหัวและคอ

ขนแท้มีส่วนต่างๆ แบ่งออกได้เป็น 8 ส่วนคือ โคนก้านขน (quill) ก้านขน (shaft) ขนตั้ง (accessory plume) ขนฟู (fluff or under color) ขนส่วนบน (web หรือ surface color) กิ่งขน (barbs) กิ่งย่อย (barbules) ตะขอขนย่อย (barbicels or cilia)

โคนก้านขน (quill) คือส่วนฐานของขนไก่ รูปร่างเป็นท่อนกลม ภายในเป็นทางเดินของธาตุอาหารมาหล่อเลี้ยงการเจริญเติบโตของขน

ก้านขน (shaft) คือ ส่วนที่ถัดจากโคนก้านขนออกไปตามแนวกลางแผ่น ช่วยให้อาหารผ่านไปหล่อเลี้ยงส่วนต่างๆ ของขน

ขนตั้ง (accessory plume) เป็นขนเล็กๆ งอกออกจากโคนก้านขนแท้ ขนที่งอกใหม่ในระยะแรกจะไม่มีขนตั้ง

ขนฟู (fluff) เป็นขนเส้นละเอียดแบบฟูตัว อยู่ใต้ขนชิดกับผิวหนัง

ขนส่วนบน (web) เป็นส่วนเรียบๆ ที่เห็นภายนอก

กิ่งขน (barbs) เป็นสาขาที่แยกออกมาจากด้านข้างของก้านขนทั้ง 2 ข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิ่งย่อย (barbules) เป็นส่วนที่แตกสาขาออกจากกิ่งขนเป็นแฉกเล็กๆ ตลอดความยาวของกิ่งขน และประสานกันระหว่างกิ่งขนข้างเคียง

ตะขอย่อย (barbicels) เป็นส่วนที่แยกออกจากกิ่งย่อย รูปร่างเป็นตะขอยาวเล็กมากทำหน้าที่เกี่ยวเชื่อมโยงระหว่างกิ่งย่อยข้างเคียง ช่วยให้กิ่งขนเส้นต่างๆ ผูกกันเป็นแผ่นขนใก้แข็งแรงขึ้น

ขนใก้มีน้ำหนักราว 4-9 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว แล้วแต่เพศ พันธุ์ และอายุของใก้

2.3.2 ระบบโครงกระดูกของใก้ (Skeleton system) โครงกระดูกประกอบ เป็นโครงร่างของร่างกาย เป็นที่โยงยึดของกล้ามเนื้อและทำหน้าที่ป้องกัน อวัยวะภายในตัวสร้างกระดูก คือ เยื่อกระดูกหรือไขกระดูก (bone marrow) อยู่ในโพรงกระดูกยาว กระดูกบางชิ้นรวมติดต่อกัน เพื่อช่วยเสริมความแข็งแรงของโครงร่างยิ่งขึ้น

กระดูกกะโหลกศีรษะ เป็นกระดูกขนาดเล็กกว่ากระดูกส่วนอื่นแต่แข็งแรงมาก กระดูกกะโหลกศีรษะของใก้เชื่อมประสานเป็นชั้นเดียวกัน และมีสมองอยู่ภายใน

กระดูกคอใก้ ยาวและยืดหยุ่นได้มาก กระดูกคอต่อกันในท่าที่จะหันเอี้ยวศีรษะ และคอไปได้คล่องในทุกอริยาบถ

กระดูกสันหลัง ส่วนมากเชื่อมรวมกันเป็นแผ่นหลัง มีกระดูกค้ำรับน้ำหนักขนหางทั้งหมด

ปีก เทียบได้กับแขนของคน ดากปกติปีกจะพับอยู่กับหลังกระดูกโคนปีกเชื่อมติดกับอุ้งลมคอนหัวไหล่

ขา ธรรมชาติได้สร้างขาของใก้ให้เหมาะกับการเดิน และการเกาะคอนนอนตามปกติ ใก้ต่างๆ จะมีนิ้วเท้า 4 นิ้ว ยื่นไปข้างหน้า 3 นิ้ว ยื่นไปข้างหลัง 1 นิ้ว ใก้พันธุ์คอกิ่ง (Dorkings)

และพันธุ์ฮูดาน (Houdans) มี 5 นิ้ว ปลายนิ้วมีเล็บสำหรับค้ำเหย้า และช่วยเกาะคอน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

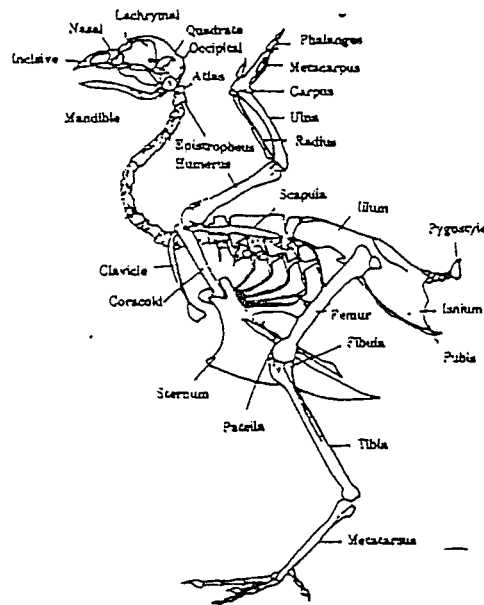
ซี่โครงตอนบน ติดต่อกับกระดูกสันหลังตอนล่างต่อร่วมกับกระดูกหน้าอกทำให้โครงสร้างส่วนนี้แข็งแรงขึ้น

กระดูกหน้าอก (stemum) เป็นกระดูกชิ้นที่ใหญ่ที่สุดเป็นที่เกาะยึดของกล้ามเนื้อหน้าอกที่ใช้ในการบิน หัวไหล่ (pectoral girdle) ประกอบด้วยกระดูกโคนปีก กระดูกไหล่ และกระดูกไหปลาร้า

สะโพก (pelvic girdle) กระดูกสะโพกของไก่แบ่งออกเป็น 3 ชิ้นเชื่อมรวมกันเป็นแผ่นหรือกระบังโค้ง ช่วยให้การออกไข่สะดวกขึ้นกระดูกสะโพกชิ้นล่างขยายกว้างขณะที่ไก่อยู่ในระยะระยะกำลังไข่และหัดแคบเข้า เมื่อไก่หยุดไข่ซึ่งปลายกระดูกสันหลังส่วนล่างก็หดตามด้วยกระดูกไก่อบแห้งประกอบด้วย อินทรีซี่สาร 75% อินทรีซี่สาร 25% กระดูกที่มีขนาดยาวหรือใหญ่มีการเจริญแข็งแรงเริ่มจากส่วนกลางออกไป แล้วค่อยๆ แข็งขึ้นตามอายุไก่

ภาพที่ 7

แสดงโครงกระดูกไก่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ระบบกล้ามเนื้อ (Muscular system) กล้ามเนื้อใช้สำหรับเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกายสร้างความอบอุ่น ท่อหุ้มกระดูกและเสริมแต่งเติม ให้แนวลำตัวโค้งงอและমন

กล้ามเนื้ออก (pectoral muscles) เป็นกล้ามเนื้อใหญ่ที่สุดของร่างกาย ใช้เคลื่อนไหว ขยับปีกขึ้นลง มีกล้ามเนื้ออีกชุดหนึ่งที่โคนปีกใช้กางและหุบปีก

กล้ามเนื้อสำหรับยึดคอนนอน (pectineus muscle) กล้ามเนื้อชนิดนี้ไม่มีในสัตว์เลี้ยง อยู่ ที่หลังขาของไก่ ทำหน้าที่ช่วยให้นิ้วเท้าไก่ ยึดเกาะไม้หรือคอน

กระบังลม (diaphragm) กล้ามเนื้อในส่วนนี้เป็นเยื่อเอ็นเหนียวถัดจากปอดลงมา

กล้ามเนื้อใต้ผิวหนัง (dermal muscles) อยู่ใต้ผิวหนังโยงเชื่อมไปถึงโคนก้านขนทั่ว ร่างกายช่วยให้ขยับขนได้

ในกล้ามเนื้อมีท่อโลหิตนำอาหารที่ย่อยแล้วไปสู่เซลล์ของกล้ามเนื้อ ในเซลล์เหล่านี้ อาหารถูกเผาผลาญ ให้เป็นพลังงาน และความอบอุ่นแก่ร่างกาย ด้วยกรรมวิธีออกซิเคชั่น นอกจากนี้ ยังมีเส้นประสาทคอยบังคับควบคุมกล้ามเนื้อและท่อโลหิต ถ้าระบบประสาทถูกทำลายหรือถูกทำให้เสื่อมโดยพิษต่างๆ จะเป็นผลให้กล้ามเนื้อในส่วนนั้นเคลื่อนไหวไม่ได้

เม็คซีไมโอโกลบิน (myoglobin pigment) มีอยู่ในกล้ามเนื้อขาและส่วนอื่นที่เป็นสีน้ำตาลหรือสีเข้ม

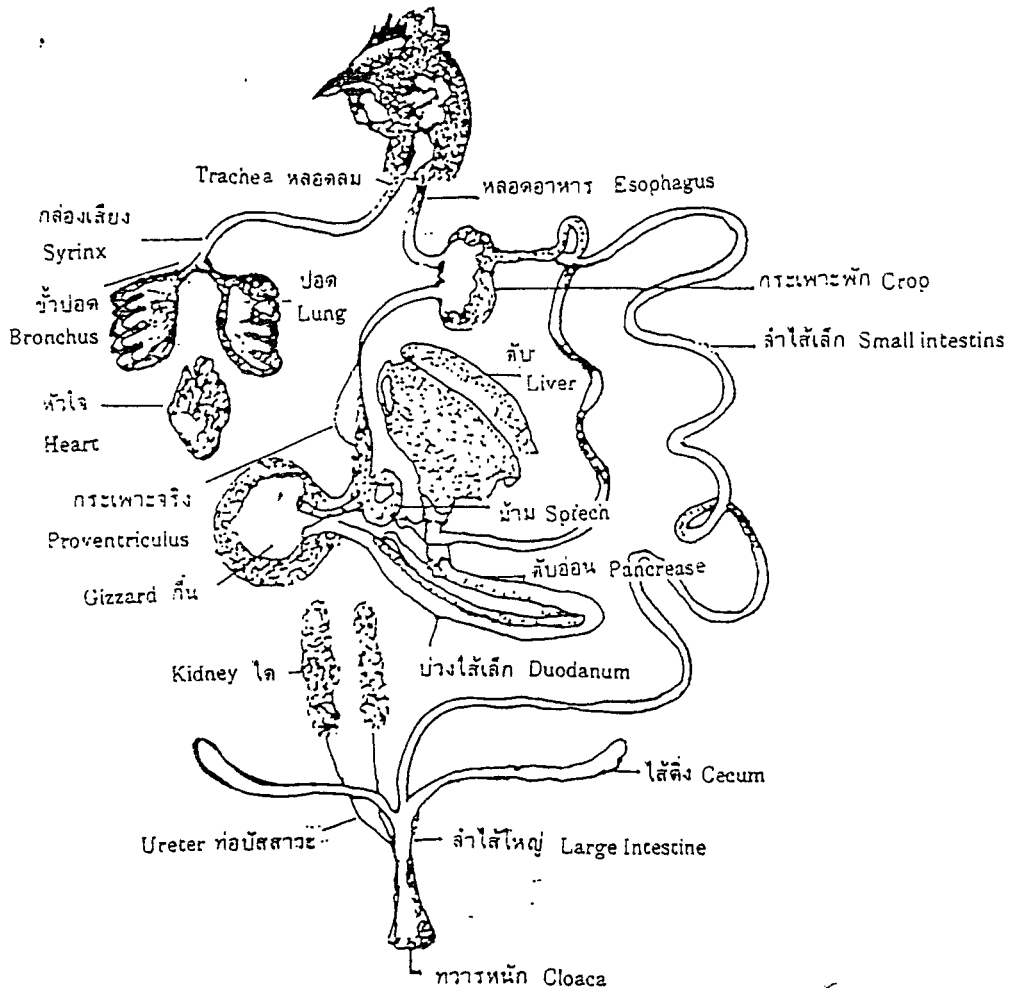
#### 2.3.4 ระบบย่อยอาหาร (Digestive system)

ท่อทางเดินอาหาร (alim entarytract) ประกอบด้วยหลอดอาหาร กระเพาะพัก กระเพาะจริง กระเพาะบด หรือกิน ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ สว่างทวารหนัก และทวารหนัก

ปาก ไก่ไม่มีริมฝีปาก ไม่มีแก้ม ไม่มีฟัน ไก่ใช้จงอยปากจิกฉีกอาหารเข้าปาก ลิ้นช่วย ตัดอาหาร

## ภาพที่ 8

## อวัยวะระบบย่อยอาหาร



หลอดอาหาร (esophagus) เป็นท่อตั้งต้นจากคอหอยหรือโคนลิ้นถึงกระเพาะจริง ตรงปลายทางของหลอดอาหารก่อนไปทางกระเพาะจริงมีส่วนที่ขยายตัวออกเป็นรูปกระเปาะ เป็นที่พักอาหารชั่วคราวเพื่อให้อาหารอ่อนตัวด้วยน้ำลายที่คลุกเคล้ามาตั้งแต่ปาก

กระเพาะจริง (proventriculus) หรือ กระเพาะแท้ เป็นส่วนปลายของหลอดอาหารที่ขยายตัวเล็กน้อยแต่หนามาก ต่อมนี้ย่อยในกระเพาะจริง จะกลั่นน้ำย่อยเปบซิน กับกรดไฮโดรคลอริกคลุกเคล้ากับอาหารที่มาสู่ก้น

ก้น (gizzard) ก้นเป็นกล้ามเนื้อหนา มีเอ็นหนาเหนียวช่วยให้มีกำลังบดย่อยอาหารให้ละเอียดลง ทำให้บางส่วนของอาหารโปรตีนและแร่ธาตุต่างๆ เริ่มละลายที่นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำไส้เล็ก (small intestine) ประกอบด้วยลำไส้เล็กตอนต้นที่ขดเป็นรูปห่วง (duodenal loop) ยึดติดกับอ่อนไว้กลางห่วงนี้และโยงยึดกันด้วยเยื่อช่องท้อง

ไส้ติ่ง (caeca) เป็นถุงคู่ยาวราว 6 นิ้วแยกออกสองข้างตรงที่รอยต่อระหว่างลำไส้เล็ก กับ

ลำไส้ใหญ่ ภายในถุงเต็มไปด้วยของเหลวและอาหารที่ยังไม่ได้ย่อย

ลำไส้ใหญ่ (large intestine) อยู่ระหว่างลำไส้เล็กกับส้วทวารหนักเป็นที่รับกากอาหารจากลำไส้เล็กไปยังส้วทวารหนักขับถ่ายออกมาเป็นอุจจาระ

ส้วทวารหนัก (cloaca) เป็นท่อทางเดินของอาหารตอนที่ขยายโตขึ้นไปสุดทางที่ทวารหนัก ส้วทวารหนักเป็นทางร่วมของอุจจาระจากลำไส้ใหญ่

ทวารหนัก (anus) เป็นทางปลายสุดของท่อทางเดินอาหารเหมือนประตูปิดเปิดปล่อยให้สิ่งที่ผ่านส้วทวารหนักออกไปจากร่างกาย

อวัยวะประกอบของระบบย่อยอาหาร ได้แก่

ตับ (liver) มี 2 ชั้น อยู่ข้างกันกับบ่วงลำไส้เล็ก ตับเป็นที่กลั่นกรองอาหารที่ย่อยแล้วก่อนผ่านไปสู่กระแสโลหิต

ตับอ่อน (pancreas) เป็นแผ่นเล็กเรียวยาวอยู่ที่บ่วงลำไส้เล็ก

ม้าม (spleen) เป็นก้อนกลมสีน้ำตาลเข้มแกมแดง ม้ามเป็นแหล่งแยกเม็ดโลหิตแดงที่เสียแล้วกับเป็น ที่เก็บธาตุเหล็กและเม็ดโลหิตเสียในตัวไก่

อาหารที่ย่อยแล้ว จะเป็นน้ำตาลกลูโคส กรดอะมิโนและแร่ธาตุที่ละลายแล้ว สิ่งเหล่านี้จะถูกดูดซึมเข้า เส้นโลหิตฝอยตามผนังลำไส้เล็กไปสู่ท่อโลหิต ผ่านกระแสโลหิตในตับไปสู่หัวใจสู่ปอด เพื่อทิ้งคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำและเก็บออกซิเจนเข้าไว้ ต่อมากระแสโลหิตผ่านจากปอดกลับสู่หัวใจ แล้วถูกหัวใจสูบฉีดไปหล่อเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายต่อไป

**2.3.5 ระบบหายใจ (Respiratory system)** ระบบหายใจ ประกอบด้วยช่องจมูกซึ่งอยู่เหนือฐานของปากบนช่องนี้ติดกับเพดานบนภายในปากและ ยังมีส่วนประกอบอื่นๆ อีกคือ คอหอย ปากหลอดลมตอนบน หลอดลม กล่องเสียง ขั้วปอด หรือหลอดลมใหญ่ ปอด และถุงลม

**คอหอย (pharynx)** เป็นส่วนในสุดของพื้นล่างตอนในของปากเป็นที่บังคับควบคุมให้อากาศจากรูจมูก ผ่านร่องเพดานบนลงสู่หลอดลม

**ปากหลอดลมตอนบน (larynx)** เป็นช่องรูปยาวคล้ายประตูปิดเปิด จะปิดเวลาไถ่กลืนอาหารลงสู่หลอดอาหาร

**หลอดลม (trachea)** เป็นท่อซึ่งประกอบด้วยปล้องกระดูกอ่อนสั้นๆ ติดต่อกันเป็นท่อยาวทำหน้าที่เชื่อมต่อโยระหว่างปากหลอดลมกับกล่องเสียง

**กล่องเสียง (syrinx)** เป็นส่วนปลายของหลอดลมที่มีขนาดเล็กลง สามารถขยายและหดตัวเพื่อบีบขับดันอากาศจากปอดมาผ่าน

**ขั้วปอดหรือหลอดลมใหญ่ (bronchi)** เป็นตอนที่หลอดลมแยกออกเป็น 2 ทาง จากกล่องเสียง ไปสู่ปอดซ้ายขวา

**ปอด (lung)** มีลักษณะอ่อนคล้ายฟองน้ำ เป็นส่วนที่มีโลหิตไหลเวียนมามากมาย เพื่อนำออกซิเจน ผ่านจากปอด ไปสู่กระแสโลหิตและนำคาร์บอนไดออกไซด์จากกระแสโลหิตไปฟอกที่ปอด

**ถุงลม (air sac)** เป็นปอดพิเศษช่วยเชื่อมต่อโยกับโพรงในกระดูกต่างๆ ของโคนปีกและส่วนต่างๆ ของร่างกายจำนวนถุงลมมี 4 คู่ กับอีก 1 คู่เดี่ยว ซึ่งอยู่ระหว่างกลางตอนบนของปอดกับระหว่างกระดูกไหปลาร้า

**2.3.6 ระบบไหลเวียน (Circulatory system)** ส่วนต่างๆ ของระบบไหลเวียนของโลหิตประกอบด้วย หัวใจ เส้นโลหิตแดง เส้นโลหิตฝอย เส้นโลหิตดำ และโลหิต

หัวใจ ทำหน้าที่สูบฉีดโลหิตให้ไหลเวียนทั่วร่างกาย ในหัวใจแบ่งเป็น 4 ห้อง 2 ห้องบน(auricles) มีผนังเป็นกล้ามเนื้อบาง 2 ห้องล่าง (ventricles) ผนังหนากว่าหัวใจห้องบนขวา รับโลหิตเสีย

เส้นโลหิตแดง นำโลหิตจากหัวใจไปสู่ปอดด้วยเส้นโลหิตแดงใหญ่ (pulmonary artery)

ท่อโลหิตฝอย (capillaries) เป็นปลายท่อโลหิตขนาดเล็ก เชื่อมระหว่างเส้นโลหิตแดงกับเส้นโลหิตดำตามกล้ามเนื้อและอวัยวะต่างๆ

เส้นโลหิตดำ (Veins) เป็นเส้นทางเดินที่นำโลหิตไปสู่หัวใจ โลหิตจากส่วนหัวกลับสู่หัวใจผ่านเส้นโลหิตดำข้างคอด้านขวาลงไปรวม กับเส้นโลหิตดำ เข้าสู่หัวใจซีกบนขวา เวลาเชือดไก่ต้องให้มีคอตตอนที่ต่อกับศิรชะ เพื่อตัดเส้นโลหิตดำที่กลับจากสมองการเอาหยดเลือดไปตรวจโรคซึ่ขานั้น

โลหิต โลหิตเป็นส่วนผสมระหว่างของเหลวซึ่งเรียกว่าพลาสมา (plasma) กับเซลล์ซึ่งเป็นเม็ดโลหิตแดง (erythrocytes) และเม็ดโลหิตขาว (leucocytes)

ร่างกายของไก่มีโลหิตประมาณ 8-9 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักไก่เป็น ตัวโลหิตมีส่วนประกอบที่เป็นน้ำประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์และของแห้งประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ในโลหิต 1 ซี.ซี. จะมีเม็ดโลหิตแดงประมาณสองล้านถึงสี่ล้านตัว และเม็ดโลหิตขาวประมาณหมื่นห้าพันถึงสามหมื่นห้าพันตัว

ระบบน้ำเหลือง (lymph system) ระบบไหลเวียนของน้ำเหลืองประกอบด้วยท่อน้ำเหลืองจำนวนมากมายอวัยวะสร้างเม็ดโลหิตขาว และท่อน้ำเหลืองฝอย ท่อน้ำเหลืองฝอยรวมน้ำเหลืองส่งให้ท่อน้ำเหลือง แล้วส่งต่อไปยังท่อน้ำเหลืองใกล้หัวใจต่อมน้ำเหลืองมีจำนวนน้อยในบริเวณค่านหน้าอก คอ และปีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7 ระบบปัสสาวะ (Urinary system) ไก่ปัสสาวะออกมาครั้งละน้อยมาก ของเสียที่ขับถ่ายออกเหล่านี้โดยมากเป็นพวกโปรตีนเพราะไก่ไม่มีกระเพาะปัสสาวะ (urinary bladder)

ไก่อายุขนาดธรรมดาจะมีปัสสาวะผ่านจาไตไปสู่ท่อปัสสาวะ ประมาณวันละ 700-800 ซี.ซี. ขณะที่ปัสสาวะผ่านไปตามท่อปัสสาวะ ส่วนที่เป็นน้ำบางส่วนของปัสสาวะจะถูกดูดซับกลับเอาไปใช้ในระบบไหลเวียนของร่างกายต่อไป ส่วนใหญ่ผ่านออกมาทางท่อปัสสาวะลงสู่สิ่งแวดล้อม ปนกับอุจจาระที่มาจากลำไส้ใหญ่ ไปออกนอกร่างกายทางทวารหนัก

### 2.3.8 ระบบสืบพันธุ์ (Reproductive system)

อวัยวะไก่ มี 2 เม็ด รูปร่างคล้ายเม็ดถั่ว อยู่ข้างซ้ายและขวาของกระดูกสันหลัง ตอนหน้าของไตอวัยวะทำหน้าที่สร้างเซลล์พันธุ์หรือตัวอสุจิและกลั่นน้ำหล่อเลี้ยงตัวอสุจิหรือเซลล์พันธุ์

ตัวอสุจิไก่ แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือส่วนหัวส่วนคอ และส่วนหาง หัวแหลมเล็ก น้อย ภายในหัวมีนิวเคลียส ซึ่งเป็นที่อยู่ของโครโมโซม (chromosomes) ในเวลาผสมพันธุ์กับตัวเมีย ท่ออสุจิ นำอสุจิมาสู่ปลายทางที่ปลายลึงค์ ซึ่งจะปล่อยน้ำอสุจิลงสู่ปากท่อไข่ ซึ่งอยู่ที่ข้างซ้ายของผนังลำทวารหนักของตัวเมีย อวัยวะสืบพันธุ์ของไก่ตัวเมียประกอบด้วยรังไข่กับท่อไข่ (ovary and oviduct) ลูกไก่เมื่อฟักออกใหม่ๆ มีรังไข่ 2 ข้างและท่อไข่ 2 ท่อต่อมาทั้งรังไข่และท่อไข่ข้างขวาค่อยๆ เลื่อมตัวลง คงเหลือแต่ข้างซ้ายข้างเดียวเจริญเติบโตต่อไป

### 2.3.9 ระบบประสาท (Nervous system) สมองแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ๆ 3 ส่วน คือ

2.3.9.1 สมองส่วนหน้า (cerebral hemispheres) เป็นศูนย์กลางของประสาทต่างๆและควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย การรู้จักถิ่น การมองเห็น

2.3.9.2 สมองส่วนหลัง (cerebellum) ควบคุมการทรงตัวและการทำงานของกล้ามเนื้อต่างๆ การไต่ขึ้น และการรู้รส อยู่ถัดสมองส่วนหน้าไปทางหลังและไปติดต่อกับไข้วสมอง

2.3.9.3 ไข้วสมอง (medulla oblongata) เป็นส่วนของสมองที่ต่อกับไขสันหลัง เป็นศูนย์กลางควบคุมการหายใจหัวใจเส้นโลหิตและการย่อยอาหาร

### ประสาทสัมผัสต่างๆ

ตา นัยน์ตาไก่มีเปลือกตาชั้นที่สามลักษณะ เป็นเยื่อบาง (nictitating membrane) ทำหน้าที่ปิดเปิดลูกตาได้อย่างเร็วมาก ไก่มีความรู้สึกต่อสีดี สีของอาหารช่วยให้ไก่เลือกกินอาหารได้ประสาทของไก่อยู่ที่ปลายลิ้น

หู ไก่ไม่มีใบหูแต่มีขนเป็นกลุ่มตามบริเวณช่องหูไปจนถึงเยื่อหูตอนใน ฟังเสียงอยู่ใต้กระดูกกะโหลกศีรษะด้านข้าง (temporal bone)

จมูก ใช้หายใจและใช้ดมกลิ่นประสาทกลิ่น (olfactory nerve) ไก่ดวงตีมาก ไวต่อความใหม่เก่าและชนิดอาหาร

### 2.3.10 ระบบควบคุมความเป็นปกติของร่างกาย (Regulatory system)

ฮัตทะเล มี 1 คู่มีหน้าที่ก่กลั่นฮอร์โมนเพศผู้ ไก่ตัวผู้ที่ตอนฮอร์โมนเพศผู้จะหมดไป

รังไข่ มีแต่ข้างซ้ายทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนเพศเมียถ้าตัดรังไข่ทิ้ง แม่ไก่นั้นก็จะมีสีขนและอาการคล้ายตัว

ต่อมอะดรีนัล (adrenal glands) หรือต่อมหมวกไต มี 1 คู่ เป็นเม็ดกลมยาวรี สีเหลืองอยู่ติดกับกระดูกสันหลังข้างหน้าของไต ต่อมนี่ก่กลั่นฮอร์โมนอะดรีนาลิน (adrenalin) ช่วยทำให้อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตถูกเผาผลาญ ไปใช้ประโยชน์ในร่างกายมากขึ้น

ตับอ่อน เป็นทั้งอวัยวะประกอบของระบบย่อยอาหาร และเป็นต่อมก่กลั่นฮอร์โมนอินซูลิน (insulin) ไปช่วยให้น้ำตาลถูกเผาผลาญ

ต่อมไทรอยด์ (thyroid glands) มี 1 คู่ รูปทรงกลมรี สีน้ำตาล อยู่ติดกับเส้นโลหิตดำใหญ่ที่คอ (jugular vein) ควบคุมการเจริญของสีขนไก่ กับควบคุมจังหวะของการเผาผลาญอาหารในร่างกาย

ต่อมพาราไทรอยด์ (parathyroid glands) มี 1 คู่ อยู่ติดกับต่อมไทรอยด์ควบคุมการใช้ประโยชน์จากแคลเซียมและฟอสฟอรัสในร่างกาย เป็นประโยชน์มากแก่ไก่ที่กำลังไข่

ต่อมไทมัส (thymus glands) เป็นแถบสีชมพูอ่อนยาวตามแนวคอ หน้าที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 งานฆ่าและชำแหละเนื้อไก่ ตามวิธีของโรงงานฆ่าไก่ (Poultry processing plants) ขนาดใหญ่ งานฆ่าไก่ของโรงงานเริ่มตั้งแต่จับไก่จากเล้า หรือคอก ขนส่ง แขนงไก่เข้าสู่สายพานห่วง เชือกทำความสะอาด คัดเกรดและบรรจุหีบห่อจนเสร็จ

ยังมีโรงงานขนาดเล็กอีกมากมาย มีอยู่ตามชานเมืองและใกล้ตลาดใหญ่ต่างๆ ทำการฆ่าไก่ เชือด ลวกน้ำร้อนแล้วถอนขน ชำแหละและส่งไก่สดทั้งตัว หรือที่ชำแหละแล้วเข้าตลาดสดต่างๆ มีน้ำแข็งทุบเป็นสิ่งช่วยรักษาความสดได้ชั่วคราว

การระมัดระวังในการจับไก่ใส่กรง การขนส่ง และการดูแลระหว่างการขนส่งจนถึงโรงงาน งานช่วงต่างๆ เหล่านี้ ถ้าทำไม่ดีพออาจทำให้เกิดความสูญเสียได้ไม่น้อย เช่น ขนส่งทางไกลๆ ไก่ขังขังหรือกรงไว้นานเกินควร ไก่ถูกแดด ถูกฝน ไก่ถูกอดอาหารทั้งวัน เหล่านี้ไม่ว่าจะเนื่องจากหนึ่งหรือหลายสาเหตุก็ทำให้น้ำหนักสูญหายได้มาก บางทีไก่อาจบอบช้ำตายจำนวนมากถึงขาดทุนก็เป็นได้

มีตัวเลขของสหรัฐฯ แสดงน้ำหนักไก่ที่สูญหายไประหว่างการขนส่ง ตามระยะทางและเวลาดังต่อไปนี้

ชั่วโมง	ระยะทาง/ไมล์	น้ำหนักสูญหาย
2	1 - 25 (1.6 - 4.0 กม.)	1.1
6	26 - 50 (41.6-80 กม.)	2.9
10	51 หรือไกลกว่า (81.6 กม.)	3.7
14	เกณฑ์เฉลี่ย (ทุก 1.6 กม.)	4:2
18	เกณฑ์เฉลี่ย (ทุก 1.6 กม.)	4.6

### การทำงานของโรงงานฆ่าไก่

2.4.1 การจับรวบรวมไก่ (Assembling) เวลาที่เหมาะสมแก่การจับไก่เพื่อขนส่งควรเป็นกลางคืนหรือก่อนสว่าง เพราะจับได้ง่าย ไก่ไม่ค่อยดิ้นและเป็นเวลาที่อากาศกำลังเย็นสบายเมื่อจับใส่กรงเสร็จจะต้องขนมาให้ถึงโรงงานก่อนถึงเวลาฆ่าสัก 1 ชั่วโมง

2.4.2 น้ำหนักสูญระหว่างการผลิต (Shrinkage) ในบางท้องที่เขายอมให้หักน้ำหนักสูญ 4% แต่บางแห่งก็ให้เพียง 3% ถ้าน้ำหนักสูญมากกว่านี้ก็ตกอยู่ในความรับผิดชอบของผู้ขายหรือผู้ขนส่ง บางทีก็จ่ายค่าไก่ตามน้ำหนักที่ส่งมาถึงโรงงาน เพราะสะดวกกว่า

การจับไก่ขึ้นแขวนห่วงลำเลียงๆ จะพาไปสู่งานฆ่าถอนขนลำดับต่างๆ ห่วงนี้แขวนติดกับโซ่สายพานนำไก่ไปตามเส้นทางต่างๆ ที่มีคนประจำหน้าที่อยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4.3 การฆ่าและการถอนขนไก่ (Slaughtering and defeathering)

ก่อนลงมือฆ่าไก่ ให้ไก่อดอาหารสัก 12-24 ชั่วโมง จากผลการค้นคว้าปัจจุบันพบว่าการงดอาหาร 4 ชั่วโมงก่อนฆ่านั้นกำลังดี ช่วยลดปริมาณอาหารตกค้างในลำไส้ แต่ระหว่างการงดอาหารนี้ต้องมีน้ำตั้งให้ไก่กินน้ำได้ตลอดเวลา

การฆ่าไก่ (Slaughtering) โดยทั่วไปการฆ่าไก่มักจะทำการเชือดคอเอาโลหิตออกโดยไม่ให้ไก่หมดความรู้สึกเสียก่อน การทำให้ไก่หมดความรู้สึกแล้วเชือดขณะที่หัวใจยังเต้นอยู่ช่วยให้โลหิตออกจากตัวไก่ได้มาก ช่วยให้คุณภาพซากดีขึ้น

การเชือดต้องทำให้เลือดไก่ออกจากตัวได้มากที่สุด เพื่อที่เวลาถอนขนแล้วที่รูขุมขนจะไม่มีรอยแดงตกค้างอยู่ ในต่างประเทศบางแห่งเขาผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าทางมิดเชือดและมีขั้วไฟอีกขั้วหนึ่งเกาะอยู่ที่ห้วงแขนขาไก่ วิธีนี้ช่วยให้หัวใจและกล้ามเนื้อเกร็งขณะถูกเชือด และบีบโลหิตออกมากที่สุด ช่วยให้ไก่ที่ถอนขนแล้วดูขาวดี ไม่แดงน่าเกลียด

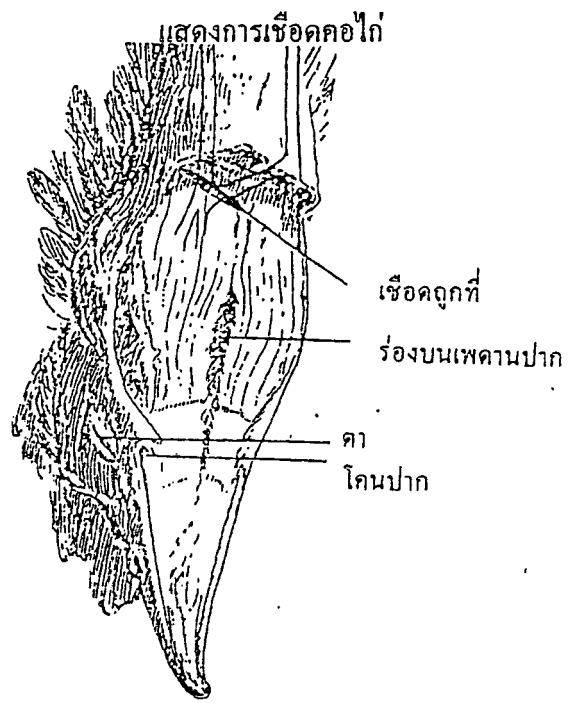
วิธีสลบไก่ (Stunning) มีหลายวิธี อาจทำโดยช็อคด้วยไฟฟ้า หรือใช้มิดปลายแหลมแทงสมองส่วนกลาง (cerebrum) โดยสอดมิดเข้าทางร่องเพดานปากบนแทงขึ้นไปหรือสอดปลายมิดเข้าทางตา ยังมีวิธีฆ่าไก่โดยรมด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

วิธีช็อคด้วยไฟฟ้า โดยมากใช้กับไก่วง ปัจจุบันใช้กับไก่ด้วย ประหยัดแรงงานและเวลาได้มาก ป้องกันไก่ดิ้น และยังทำให้กล้ามเนื้อที่ยึดโคนก้านขนคลายตัวลง ช่วยให้การถอนขนง่ายขึ้น และช่วยให้โลหิตออกเร็วขึ้นด้วยในขณะที่เชือดนั้นด้วย

ตามปกติการเชือดเอาโลหิตออก (bleeding) จากร่างกายไก่ทำได้ 3 วิธี คือ

1. วิธีเชือดคอ ใช้มิดเชือดคอให้ตัดเส้นโลหิตดำใหญ่ที่คอ แต่ไม่ให้ตัดถูกหลอดลมหรือหลอดคอ ใช้กันทั่วไปในโรงงานฆ่าไก่ เพราะโลหิตออกได้ดีกว่าวิธีอื่น หัวและคอกงให้ติดไปกับตัวไก่จนกว่าจะถึงเวลาแยกเครื่องในออก

ภาพที่ 9



- 2. ตัดหัว ไม่ค่อยนิยม โลหิตออกน้อย ซากไก่ไม่น่าดู
- 3. การถอนขนมี 2 วิธี คือถอนแห้งและถอนเปียก

การถอนแห้ง ควรใช้การฆ่าด้วยวิธีเชือดคอ จะต้องทำการถอนขนทันทีที่ฆ่าไก่ ขณะที่ตัวไก่ยังอุ่นอยู่ ถอนขนหางก่อนแล้วถอนขนปีก ออก ด้าน ข้าง ขา ลำตัว หลังคอตามลำดับ แล้วจึงถอนขนเล็กๆ ต่างๆ ตามปีกตะโพกและส่วนที่เหลือ การถอนเปียก

- 1) โดยจุ่มไก่ลงในน้ำจวนเดือด ซึ่งจะมีความร้อนพอประมาณ หรือ 180-190° ฟ กลับตัวไก่ไปมาสัก 2-3 วินาที เพื่อที่จะไม่ให้ขนและขาซีดมาก บางทีเขาก็ไม่ให้ส่วนเหล่านี้ถูกน้ำร้อน
- 2) ทำโดยจุ่มในน้ำร้อน 127° ฟ สำหรับไก่ขนาดใหญ่ ต่อมาชุบน้ำธรรมดาสักครึ่งนาที แล้วจึงถอนขน โดยวิธีนี้จะช่วยให้ถอนขนอ่อนได้ง่ายขึ้นและผิวหนังเรียบร้อยเกลี้ยงเกลาดี
- 3) ทำโดยชุบไก่ที่จะถอนขนลงในซีฟี่ละลาย (กาวถอนขน) วิธีนี้ช่วยให้ถอนขนอ่อนออกได้หมดก่อนชุบซีฟี่ต้องเอาไก่เก็บเย็นสัก 30 นาที แล้วชุบในซีฟี่ละลายซึ่งมีอุณหภูมิระหว่าง 124 - 130° ฟ. แกว่งไก่ไปมาในซีฟี่ละลายนี้ราว 5 วินาที ยกไก่ขึ้นแล้วชุบลงไปอีก ทำดังนี้ราว 3 ครั้งเป็นอย่างน้อย แล้วเอาขึ้นแขวนในซีฟี่แข็งตัว หรือ จุ่มลงในน้ำเย็นราว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1/2-1 นาทีแล้วแกะซี่ซี่ออก ขนอ่อนก็จะติดซี่ซี่ออกมา ซี่ซี่นี้เมื่อเอาไปละลาย และกรองแก้วก็เอากลับมาใช้ได้อีกต่อไป

- 4) การถอนขนด้วยเครื่อง เครื่องถอนขนประกอบด้วยนิ้วยางเป็นปล้องๆ ยาวราว 4 - 12 นิ้ว ติดเป็นแถวๆ อยู่รอบถึง หมุนในอัตรา 80 - 150 รอบต่อ นาที ชุบไก่ที่เชือดแล้วลงในน้ำร้อน  $126^{\circ} - 132^{\circ}$  ฟ. แล้วเอาขึ้นกดเบาๆ ลงบนนิ้วยางซึ่งกำลังหมุนอยู่ โดยใช้สองมือจับไก่หันด้านข้าง ลงแล้ว พลิกอีกด้านหนึ่งลงต่อมาหันคอ ออก ก้น หลัง ตามลำดับ เข้าหานิ้วยางนั้น จนหมดส่วนใหญ่บนตัวไก่

การลวกไก่เพื่อถอนขนอาจแบ่งออกได้เป็น 3 วิธีตามระดับของความร้อนของน้ำที่

ลวกไก่

1. ลวกน้ำร้อนจัด (hard-scalding) จุ่มไก่ในน้ำร้อน  $160^{\circ} - 180^{\circ}$  ฟ. ( $70-82^{\circ}$  ซ.) 30 - 60 วินาที
2. ลวกน้ำร้อนปานกลาง (sub-scalding) จุ่มไก่ในน้ำร้อน  $138^{\circ} - 140^{\circ}$  ฟ. ( $56-61^{\circ}$  ซ.) 60-90 วินาที เป็นวิธีที่ใช้กันมาก
3. ลวกน้ำร้อนน้อย (semi-scalding) จุ่มไก่ในน้ำร้อน  $122-128^{\circ}$  ฟ. ( $50-53^{\circ}$  ซ.) 1-3 นาที

#### 2.4.4 การผ่าท้องเอาเครื่องในออก (Evisceration)

การผ่าท้อง (Opening the body cavity) ใช้มีดผ่าหรือกรีดเจาะที่ก้นราว 1-2 นิ้ว แล้วใช้มีดเรียวกมหรือกรรไกรกรว้นหรือเลาะตัดให้รอบปากทวาร

การล้างเอาเครื่องในออก (Removing the viscera) เพื่อที่จะให้เจ้าพนักงานของ ทางการตรวจและเสียเวลาน้อย การล้างต้องระวังอย่าให้เปรอะเปื้อนตัวไก่ วิธีล้างจึงต้องทำโดย มือหนึ่งจับตัวไก่ อีกมือหนึ่งเหยียด 3 นิ้วกลางเข้าทางรอยผ่าจนปลายนิ้วถึงหัวใจที่ช่องอก ค่อยๆ งอนิ้ว บิดมือขณะที่ดึงจนเครื่องในออกมาจนออกลำตัว

การผ่าทำความสะอาดกิ้น (Processing giblets) ค่อยๆ ดึงหัวใจและตับออกจาก เครื่องในที่ยังตกค้างอยู่ แล้วรีบแยกถุงน้ำดีออกจากตับ ตัดแยกเชื้อหุ้มหัวใจและเส้นโลหิตออกจาก หัวใจ การดึงดีกว่าตัดเพราะมีส่วนสูญเสียน้อยกว่า

ผ่ากิ้นทางกระเพาะจริงกรีดคมมีดลงตื้นๆ แบ่งออกเป็น 2 ซีก แล้วแหวกดึงแยก เอาเศษอาหารและเยื่อกิ้นออกทิ้งไป ล้างแล้วคว่ำลงบนเครื่องลอกเยื่อกระดูกในกิ้นออกทิ้งแล้ว ล้างน้ำ

2.4.5 การเตรียมตัวไก่ก่อนเข้าเก็บในห้องเย็น งานภายหลังการฆ่า ถอนขน คัดเครื่องในล้างเรียบร้อยแล้ว ปลายทางของโซ่สายพานนั้น ไก่จะถูกนำขึ้นแขวนกับห่วง ห่วงนี้จะพาไก่ไปแยกทิ้งลงในถังแช่เย็นต่างๆ ที่เรียงเป็นแถวยาวตามน้ำหนักไก่เป็นพวงๆ

2.4.6 การแช่น้ำเย็นเป็นการแช่เย็นระยะต้น ใช้ความเย็น  $35^{\circ}$  ฟ. ( $1.7^{\circ}$  ซ.) เพื่อถอนความร้อนที่ยังมีอยู่ในตัวไก่ให้หมดสิ้นก่อนจะเข้าเก็บในห้องเย็น หรือบรรจุกาชนะส่งจำหน่ายออกไป

## 2.5 การสูญเสียน้ำหนักและคุณภาพไก่ที่โรงงานฆ่าไก่

โดยปกติน้ำหนักสูญหายไปเพราะการฆ่าไก่นั้น จะสูญเสียไปกับโลหิตประมาณ 10 -13% ถ้าแยกหัว ขา เครื่องในออกไป น้ำหนักจะสูญเสียไปอีกประมาณ 20% หรือประมาณว่าไก่ที่ฆ่า แยกหัว ขา เครื่องในออกแล้วจะเหลือน้ำหนักตัวประมาณ 70%

สาเหตุที่ทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักและคุณภาพดังกล่าวนี้ได้แก่

1. ไก่ออกการเชือดนานเกินไป
2. ทำการจับไก่แขวนห่วงหนักมือหรือไก่อึดมาก เป็นเหตุให้มีไก่อชอกช้ำมาก
3. ขณะทำการเชือดชำแหละ
  1. มีไก่อ้น้ำหนักขาดมาก
  2. เอาโลหิตออกจากตัวไก่ไม่หมด
  3. ลวกน้ำร้อนนานหรือน้ำร้อนจัดเกินไป
  4. เครื่องถอนขนผิดขนาดหรือหมุนผิดจังหวะงาน
4. เนื่องจากการเก็บไว้ในห้องเย็น
  1. หนังแห้งกระด้างเพราะแช่เย็น ไม่ถูกวิธี (freezer burn)
  2. เหม็นหืน (rancidity)
  3. มีกลิ่นผิดปกติ

ตารางที่ 3  
เปอร์เซ็นต์ซากไก่ที่มาชำแหละ

น้ำหนัก ก่อนชำ	โลหิตและขน	ตัวไก่ที่ ถอนขนแล้ว	หัว แข็ง กับเครื่องใน ทั้งหมด	กระดูก	เนื้อล้วนๆ กับก้น
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ก.ก.	%	%	%	%	%
0.45	12.0	88.0	23.0	16.0	49.0
0.91	11.5	88.5	22.0	16.5	50.5
1.40	11.0	89.0	19.5	16.5	52.5
1.80	10.5	89.5	18.0	16.5	55.0
2.25	10.0	90.0	17.0	16.5	57.0

ข้อสังเกตจากตารางนี้

เมื่อน้ำหนักไก่สูงขึ้น เปอร์เซ็นต์ของ (1) และ (3) จะค่อยๆ ลดลง แต่ (2) กับ (5) จะค่อยๆ เพิ่มขึ้น ส่วนเปอร์เซ็นต์กระดูกของไก่ที่มีน้ำหนักเกือบ 1 ก.ก. ขึ้นไป มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากหรือไม่เปลี่ยนแปลงเลย

ตารางที่ 4  
เปอร์เซ็นต์ส่วนต่างๆ ของซากสัตว์ปีกสี่ชนิด

ชนิดสัตว์ปีก	อายุเฉลี่ย อาทิตย์	น้ำหนัก ก่อนฆ่า ก.ก.	เปอร์เซ็นต์							
			ต้นขา กับขา	หน้าอก	หลังกับ ซี่โครง	ปีก	คอ	กึ้น	ตับ	หัวใจ
ไก่กระทางหรือไก่เนื้อ										
ผู้	10	1.8	34.1	25.7	17	13.3	4.1	3.5	2.8	0.7
เมีย	10	1.4	32.4	25.4	16.6	13.6	3.5	2.6	2.6	0.6
ไก่วง										
ขนาดเล็ก										
ผู้	10	4.5	29.3	29.9	20	13	3.7	2.3	2.3	1
เมีย	10	3.2	29	28.3	19.9	12	3.3	2.1	2.1	0.4
ขนาดใหญ่										
ผู้	10	10	25.5	41.3	18.4	11.3	3.4	1.6	1.6	0.4
เมีย	10	6.4	24.1	35.5	20.6	9.5	2.4	1.1	1.1	0.3
เป็ด										
ผู้	10	3.2	23.5	29.7	23	10.8	5.4	2.7	2.7	0.9
เมีย	10	2.9	23.4	30.1	23.6	10.7	4.7	2.5	2.5	0.9
ห่าน	20	4.9	21.9	23.8	21.3	16	6.3	3.5	3.5	0.9

หมายเหตุ :

(1) ซี่โครงหมายถึงส่วนกระดูกที่แยกจากหน้าอกและที่ติดต่อกับหลัง ถึงเนื้อจากกระดูกกันกบไปถึง ต้นขา<sup>4</sup>

<sup>4</sup> ศว.ดร.สุวรรณ เกษตรสุวรรณ , ไข่และเนื้อไก่ , หน้า 301

แพทย์ของตอมนี้อังไม่รู้แน่ชัด นอกจากสันนิษฐานว่ามันช่วยการเจริญเติบโตของร่างกาย

ต่อมพิทูอิทารี หรือ ต่อมใต้สมอง (pituitary gland or hypophyseal gland) เป็นต่อมรูปไตขนาดเล็กๆ อยู่ที่ใต้สมองส่วนหลัง

ต่อมไพนิล (pineal body) เป็นต่อมรูปกลมเล็ก อยู่หลังสมองใหญ่ (cerebral hemisphere) ต่อมนี้กลั่นฮอร์โมนอย่างหนึ่งซึ่งยังไม่รู้หน้าที่แน่ชัด<sup>3</sup>

## 2.6 ลักษณะของการตรวจสอบคุณภาพและเก็บรักษาเนื้อไก่

2.6.1 คุณลักษณะของเนื้อไก่ คุณลักษณะของเนื้อไก่ขึ้นอยู่กับเพศ อายุ ความสมบูรณ์พันธุ์พันธุ์ไก่ที่เลี้ยง โดยธรรมชาติไก่อายุน้อยย่อมมีเนื้ออ่อนนุ่มกว่าไก่ที่มีอายุมาก การแบ่งประเภทเนื้อไก่อาจแบ่งออกได้เป็นประเภทใหญ่ๆ คือ

2.6.1.1 ไก่กระทงหรือไก่เนื้อ (Broilers or fryers) ไม่จำกัดเพศอายุต่ำกว่า 16 อาทิตย์ ไก่เนื้อสมัยนี้อายุเพียง 6-8 อาทิตย์เป็นส่วนใหญ่ เนื้อนุ่ม หนังบางละเอียด กระดูกอกยังอ่อนอยู่

2.6.1.2 ไก่หนุ่มไก่สาว (Roasters) อายุต่ำกว่า 3 เดือน เนื้อไม่เหนียว หนังไม่หยาบ ที่ปลายกระดูกอกยังอ่อนอยู่บ้าง

2.6.1.3 ไก่คอง (Capon) ไก่ตัวผู้อายุต่ำกว่า 3 เดือน เนื้อไม่เหนียว หนังละเอียดอ่อน

2.6.1.4 ไก่ตัวผู้หนุ่ม (Stags) ตัวผู้อายุไม่เกิน 10 เดือน เนื้อและหนังคล้ำ หยาบ กระดูกอ่อน ปลายอกแข็ง คุณภาพของเนื้ออยู่กึ่งกลางระหว่างเนื้อพ่อกับเนื้อไก่หนุ่ม

2.6.1.5 ไก่แกง (Hens, stewing chickens, fowls) อายุมากกว่า 10 เดือน เป็นไก่ที่โตเต็มที่แล้ว กระดูกอกแข็ง เนื้อนุ่มน้อยกว่าไก่หนุ่มสาว

2.6.1.6 พ่อไก่ (แก่) เนื้อคล้ำ หยาบ หนังหยาบ ปลายกระดูกอกแข็ง

2.6.2 การตรวจสอบคุณภาพเนื้อไก่ การตรวจสอบคุณภาพไก่ กฎหมายของยุโรปและอเมริกาคำหนดให้กระทำทั้งไก่แป้นและไก่หลังชำแหละ วิธีต่างๆ ที่เป็นบรรทัดฐานวัดคุณภาพเนื้อไก่ เพื่อประโยชน์ในทางโภชนาการ เช่น

1. ความนุ่ม (Tenderness)
2. ความฉ่ำ (Juiciness)
3. กลิ่น (Flavor)
4. แบทที่เร็ว
5. รา
6. แอมโมเนีย
7. การสลายตัวของไขมัน ฯลฯ

<sup>3</sup>

ศด.สุวรรณ เกษมสุวรรณ , การเลี้ยงไก่ ฉบับแก้ไข , หน้า 130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิธีตรวจความนุ่ม - ตัดสินด้วยวิธีรวมความเห็นจากผู้ชิม (Taste panel) หรือวัดด้วยเครื่องหยั่ง (Penerometer)
- วิธีตรวจความน้ำ - ตัดสินด้วยวิธีรวมความเห็นจากผู้ชิม (Taste panel) หรือวัดด้วยบีบ (Carver press)
- วิธีตรวจกลิ่นและรส - ด้วยวิธีรวมความเห็นจากผู้ชิม
- วิธีตรวจแบคทีเรียและรา - ใช้วิธีสวอปป้ายเก็บตัวอย่างเชื้อด้วยสำลี (Swab) หรือวิธีเอาน้ำล้างมาตรวจ (Washing technique) หรือวิธีอื่นๆ
- ใช้วิธีเพาะเชื้อบนอาหารแล้วตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ (Plate count) ไม่ควรมีจุลินทรีย์เกินกว่า 10,000 ตัวในเนื้อไก่ 1 ตารางเซนติเมตร
- วิธีตรวจการสลายตัวของโปรตีน - ตรวจหาจากจำนวนปรีแอมโมเนีย
- วิธีตรวจการสลายตัวของไขมัน - ด้วยวิธี Iodine number
- ยังมีวิธีต่างๆ อีกมากที่ใช้ในการตรวจคุณภาพเนื้อไก่ อย่งไรก็ดี ย่อมแล้วแต่กฎหมายของแต่ละประเทศหรือแต่ละท้องถิ่น

### 2.6.3 การรักษาคุณภาพของเนื้อไก่เพื่อใช้เป็นอาหาร

2.6.3.1 ตามบ้านเรือนจะเก็บไก่ด้วยตู้เย็นธรรมดาไว้ที่นอกช่องทำน้ำแข็งได้ประมาณไม่เกิน 3 วัน ไม่ควรปล่อยให้ไก่ที่แช่เยือกแข็งแล้วละลายตัว แล้วต่อมาก็ให้เยือกแข็งอีกกลับไปกลับมาดังนี้เกินกว่า 1-2 ครั้ง จะทำให้เนื้อไก่ชืด

2.6.3.2 ห้องเย็นต่างๆ ถ้าเก็บในอุณหภูมิ -20 ถึง -40 ฟ. จะเก็บไก่สดได้เริ่มปีเปิด ไก่ ที่มีไขมันมากไม่ควรเก็บเกินกว่า 6 เดือน

2.6.3.3 การอาบรังสี (Irradiation of poultry meat) ในปัจจุบันค่าใช้จ่ายสูงมาก<sup>3</sup>

## 2.7 ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างและวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 คุณลักษณะของโครงสร้าง โครงสร้าง คือ สิ่งที่จัดสร้างขึ้นโดยการต่อรวมหน่วยต่างๆ เข้าด้วยกันให้ทำหน้าที่อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ซึ่งต้องการมาตรการความมั่นคงบางประการ

2.7.1.1 หน้าที่ของโครงสร้าง ผลิตภัณฑ์ที่สร้างขึ้นมาจะมีโครงสร้าง เปรียบเสมือนกระดูกโครงสร้างและมีส่วนประกอบอื่นๆ (MEMBERS) ซึ่งทำหน้าที่ต่างๆ กัน เพื่อให้

ใช้เนื้อที่ภายในนั้น สะดวกและเหมาะสมกับประเภทของผลิตภัณฑ์

โครงสร้างอาจแยกออกเป็นหลายส่วนหลายตอนประกอบร่วมกันจนสำเร็จขึ้นมา โครงสร้างย่อยนี้อาจแยกออกเป็นหลายตอน โครงย่อยต่างๆ ดังกล่าว เมื่อประกอบกันเข้าทั้งหมดก็เป็นผลิตภัณฑ์ในที่สุด จะเห็นว่ารูปร่างโครงสร้างแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะ เนื่องจากมีแรงหรือน้ำหนักบรรทุกทุกเป็นตัวการจัดระเบียบหรือบังคับให้เกิดเป็นรูปร่างต่างๆ กันไป เมื่อแรงที่ถ่ายทอดต่อเนื่องถูกตามกฎเกณฑ์แล้ว โครงสร้างนั้นจะตั้งอยู่ได้โดยมั่นคง และก่อให้เกิดความรู้สึกพึงพอใจเมื่อมองดู ฉะนั้นเมื่อต้องใช้วัสดุต่างกันก็ต้องใช้ให้เหมาะสมกับความสามารถของการรับแรงนั้นๆ ด้วยอย่างดี

2.7.1.2 แรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุประกอบเป็นโครงสร้าง

แรงต้านทานภายใน (RESISTANCE FORCES) ที่ได้กล่าวมานี้ อาจแยกเป็น 5 ชนิดด้วยกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันดังนี้

1. แรงดึง (TENSION OR PULL OR SUCTION) ด้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุนั้น แยกออกจากกัน ขาวออก หรือขาดจากกัน
2. แรงอัด (COMPRESSION OR PUSH OR PRESSURE) ด้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุสั้นเข้า บีบเข้า หรือแตก
3. แรงเฉือน (SHEAR) กระทำกับวัสดุในแนวสัมผัส TANGENTIAL กับผิวที่ต้องการรับแรงนี้ วัสดุไม่จำเป็นต้องติดต่อกัน เป็นเนื้อเดียวทางกายภาพ เพื่อต้านแรงเฉือนนี้ก็ได้ แต่ต้องมีแรงอัดคดไว้ให้พื้นผิวดังกล่าวชนกันแน่นอยู่ เมื่อแรงมีขนาดเพียงพอต้านทานแรงเฉือนดังกล่าวมิให้วัสดุเลื่อนจากกันก็ใช้ได้
4. แรงคด (WENDING) เมื่อโครงสร้างรับแรงคดแล้ว ผิวบนจากแกนสะเทิน (NEUTRAL AXIS) ขึ้นไปรับแรงอัดและผิวล่างของแกนสะเทินรับแรงดึงด้วย หรือบางกรณีเกิดกลับตรงกันข้ามกัน แรงคดก่อให้เกิดแรงต้านทานแรงคดมีขนาดเท่ากันขึ้นภายในเนื้อวัสดุด้วย
5. แรงบิด (TORSION OR TORQUE OR TWISTING) ด้านความพยายามที่จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิดวัสดุให้ขาดจากกัน

ในแรงทั้ง 5 ประเภทนี้ แรงใน 2 ประเภทหลังคือ แรงคด สามารถแยกออกเป็นแรงดึงและแรงอัดได้ แรงบิดแยกเป็นแรงเฉือนได้ ดังนั้น ถ้าพิจารณาแต่ละส่วนเล็กๆ ในเนื้อวัสดุ โครงสร้าง จะมีแรงให้พิจารณาอยู่เพียงแรงดึง แรงอัด และแรงเฉือนเท่านั้น ซึ่งเมื่อเราสามารถรู้ขนาดของแรงที่เกิดขึ้นและผลเนื่องจากการกระทำของแรง ก็สามารถกะขนาดหน้าตัดวัสดุ โครงสร้างและรูปร่างได้ โดยหาขนาดของแรงและความเข้มของแรง ซึ่งมีค่าเท่ากับแรงที่เกิดขึ้นหารด้วยเนื้อที่หน้าตัดของวัสดุ ที่ใช้รับความเข้มของแรงนี้ เรียกว่า ความเค้น STRESS มีหน่วยเป็นน้ำหนักต่อพื้นที่

2.7.1.3 รูปทรงเบื้องต้นโครงสร้าง เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางโครงสร้างของรูปทรงเบื้องต้นต่างๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันเด่นชัด และเพื่อพิจารณาคูสมบัติในการรับแรงเฉพาะของรูปทรงนั้นๆ อาจจะแบ่งรูปทรงได้เป็นประเภทต่างๆ ได้

- เม็ด PARTICLE ไม่มีคุณสมบัติในการรับแรง
- เส้นเอ็น TENDON มีคุณสมบัติในการรับแรงได้ดังนี้
  1. รับแรงดึงตามแนวเส้นได้
  2. เกิดแรงโก่งเคาะ เมื่อรับแรงอัด
  3. รับแรงคดแรงเฉือนไม่ได้
- ผืน SHEET มีคุณสมบัติในการรับแรง ดังนี้

ผืนสามารถรับแรงดึงได้ดีในแนวขนานกับระนาบของผืน หรือเมื่อยึดรอบพื้นที่ ผืนหรือเมื่อยึดปลายทั้งสองผืน หรือยึดปลายหนึ่งของผืนไว้ ผืนมีคุณสมบัติทางมีกำลังดี มีความเหนียว ผืนทำโค้งตามแนวเดียวได้ แต่ทำโค้ง 2 ทิศทางไม่ได้ ถ้าไม่ตัดประกอบใหม่ ผืนมีโครงกรอบจะรับแรงดึง แรงเฉือน และแรงอัดทแยงได้ จะหักเสื่อง่าย เมื่อแรงอัดทแยงไปทำให้เกิดการโก่งเคาะตัวกรอบ

- ก้อน BRICK มีคุณสมบัติต่างกันไปแล้วคุณสมบัติที่วัสดุที่นำมาใช้ประกอบเป็นก้อน ก้อนรับแรงประเภทต่างๆ ได้ดี พวกกล่องตันคือก้อนขนาดโตขึ้น มีกำลังและความแข็งแรงมาก

- ท่อน ROD คือ เส้นเอ็นขนาดใหญ่ขึ้น

รับแรงดึง อัด คัด และรับแรงบิดได้ดีมาก ถ้าใช้เป็นเสาสั้นรับแรงอัดได้ดีมาก ถ้ายาวมากขึ้นอาจโก่งเคาะได้ ต้องแก้ไขให้มีความแข็งตัวมากขึ้น

- แผ่น PLATE คือ มีพื้นมีความหนาเพิ่มขึ้น เพื่อยึดเป็นระยะในทิศตั้งฉากกับ ระบายของตัวแผ่นแล้วจะบรรทุกแรงอัด รับแรงเฉือนและรับแรงดัดขนานกับระบายของตัวแผ่น ได้

ในทางปฏิบัติทำได้โดยการเสริมครีบลึ่เป็นระยะๆ ขนานกับทิศที่รับแรงอัด โดยการเสริมกรอบรอบและกรอบตั้งขนานกับทิศรับแรงเฉือน หรือเสริมแผ่นหนาเป็นปีก รับแรงอัด ผิวบนของตัวแผ่น (คาน) เพื่อรับแรงดัด

- ก่อถ้งตัน BLOCK คือ ก่อถ้งที่มีขนาดโตมาก ในทางปฏิบัติอาจไม่มีการสร้าง ให้ได้รูปตันดั่งต้องการ เพราะต้องการประหยัดวัสดุ แต่ต้องการให้คงได้ความแข็งแรง และความ แข็งแกร่งให้พอเท่านั้น จึงทำเป็นก่อกองกลวงเปิดไว้ภายใน หรือประกอบรูปทรงพอให้ได้คุณสมบัติ ก่อถ้งตัน

- คานและแผ่นพาด BEAM AND PLANKS

พวกคานใช้ผิวของด้านแคบรับน้ำหนักบรรทุกคานรับแรงดัด ในแนวตั้งกับ ระบายคานได้ดีที่ผิวบนรับแรงอัดนั้น อาจเสริมเนื้อให้แข็งตัว STIFFENER ให้มีหน้าตัดมากขึ้น ได้และอาจเสริมปล้องตันเป็นระยะ เพื่อช่วยรับแรงอัดแนวทแยง ซึ่งเกิดจากแรงเฉือนหรือทำการ เสริมที่ผิวล่างให้หนาขึ้นเพื่อรับแรงดึงก็ได้

ส่วนแผ่นพาด มีความแตกต่างกับคานตรงที่ใช้ด้านแบนนอนรับน้ำหนักบรรทุก ในทิศตั้งฉาก กับระบายของตัวแผ่นพาด

เมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงอัดของรูปหน้าตัด จะเห็น ได้ ว่ากรณีที่ใช้พื้นที่หน้าตัดเท่าๆ กัน เมื่อพิจารณาแกนทั้งสองในระบายที่ตั้งฉากกับแรงอัดที่เกิดแล้ว

รูปจัตุรัส	รับแรงโก่งเคาะได้ดีเท่ากันทั้ง 2 แกน
รูปสี่เหลี่ยม	จะเกิดแรงโก่งเคาะในแนวทิศตั้งฉากกับแกนยาว
รูปฉาก	ตรงมุมไม่โก่งเคาะ ตรงปลายฉากกำลังค้อย
รูปกลวงต่างๆ	เช่น รูปสี่เหลี่ยมกลวง รูปสามเหลี่ยมกลวง รูปกลมกลวง รับแรงอัดได้ดีมาก ทำให้เพิ่มความยาวของท่อนรับแรงอัดได้โดยยังไม่เกิดโก่งเคาะเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในวงจำกัดของนักศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7.2 วัสดุประกอบโครงสร้าง

### 2.7.2.1 เหล็ก

#### ชนิดของเหล็กที่ผลิตออกมาสู่ตลาด

- เหล็กหล่อ ได้แก่ เหล็กคืบ เหล็กมีความแข็งแรงสูงมาก จนเปราะแตกง่ายและเหล็กหล่อเหนียวมาก เหล็กหล่อพิเศษ จะมีความเหนียวสามารถรับแรงได้สูง
- เหล็กอ่อน สามารถตีเป็นรูปได้ง่าย
- เหล็กกล้ามี 3 ชนิด คือ
  - 1) เหล็กกล้าชนิดอ่อน ได้แก่ เหล็กเส้นก่อสร้าง ตะปู ตัวดึงรถยนต์
  - 2) เหล็กกล้าปกติ ใช้ทำเครื่องมือช่างไม้ เครื่องจักรแทรกเตอร์
  - 3) เหล็กกล้าแข็ง ใช้ทำมีดคิลิง ตะไบ เหล็กสกัด ฯลฯ
- เหล็กคาร์บอนและเหล็กผสม มีความแข็งแรงมากน้อยแล้วแต่ส่วนผสมในเนื้อเหล็ก

#### ผสม

คาร์บอน	- ทำให้แข็งแรง
นิเกิล	- ทำให้เหนียว แข็ง ทนความร้อน
โครเมียม	- ช่วยป้องกันสนิม
แมงกานีส	- ช่วยทำให้แข็งแรง ทนแรงกระแทกสึกหรอ
ทังสเตน	- ช่วยให้แข็งในอุณหภูมิ

#### รูปแบบของเหล็กที่ใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบัน

- 1) เหล็กเส้นกลมตัน เส้นผ่าศูนย์กลาง 3/16-9 นิ้ว ยาว 6 เมตร
- 2) เหล็กแผ่นหนา 1/32-4 นิ้ว ขนาด 1.3-2.4 เมตร
- 3) เหล็กกลวง รูปสี่เหลี่ยมกว้าง 1/4-4 1/2 นิ้ว
- 4) ท่อเหล็กกลมกลวง เส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2-6 นิ้ว
- 5) เหล็กพืดหนา 1/2-1/4 นิ้ว กว้าง 1/4-4 นิ้ว ยาว 6 เมตร
- 6) เหล็กรูปตัว

### 2.7.2.2 โลหะแผ่น (SHEET METAL)

โลหะแผ่นใช้งานในช่างทั่วไป หมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน

3/16 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะแผ่นที่ใช้ในงานในอุตสาหกรรมมีหลายชนิด การทำงานแต่ละประเภทจำเป็นต้องศึกษาและเลือกใช้วัสดุหรือโลหะให้เหมาะสมกับคุณภาพของงาน

โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนมาก ได้แก่ เหล็กซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่นๆ มีขนาดความหนาหลายขนาดต่างๆ และยังมีเคลือบผิวด้วยโลหะต่างๆ เช่นเคลือบผิวด้วยตะกั่ว สังกะสี หรือดีบุก เป็นต้น

โลหะแผ่นโดยทั่วไป แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้คือ

- โลหะแผ่นเปลือย (BARE METAL OR UNCOATED METAL)
- โลหะแผ่นเคลือบผิว (COATED ME)

โลหะแผ่นเปลือย

#### 1) อลูมิเนียม (ALUMINIUM)

อลูมิเนียม เป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท NON FERROUS METAL โดยปกติจะเป็นแผ่นอลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่จะเป็นอลูมิเนียมผสมโลหะหรือธาตุอื่นๆ อีกเล็กน้อย เพื่อให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติบางประการดีขึ้น อลูมิเนียมบริสุทธิ์จะอ่อนมาก ในลักษณะที่เป็นแผ่น จะไม่ค่อยพบใช้งานบ่อยนัก

อลูมิเนียมผสมจะถูกกำหนดคุณสมบัติตาม NUMBER ต่างๆ กัน สำหรับในงานโลหะแผ่นจะใช้ NUMBER 3003 แต่ในทางการค้าจะนิยมเรียกเป็นตัวอักษร เช่น O, H เป็นต้น

“O” หมายถึงอลูมิเนียมอ่อน (SOFT) ใช้งานได้ดีเหมือนกับแผ่น สังกะสี

“H” หมายถึงอลูมิเนียมแข็ง (HARD) บางชนิดตัดโค้งได้ แต่บางชนิดไม่สามารถที่จะตัดโค้งได้

“T” หมายถึงอลูมิเนียมที่จะต้องใช้งานที่เกี่ยวกับความร้อน (HEAT TREATED) อยู่เสมอ

อลูมิเนียมจะสังเกตได้ง่ายเพราะมีสีขาว น้ำหนักเบา บางชนิดจะมีสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใกล้เกี่ยวกับสแตนเลส (STAINLESS STEEL) สามารถจะนำไปเชื่อมได้และจะต้องใช้น้ำประสาน (FLU) ชนิดพิเศษ สำหรับการบัดกรีก็สามารถจะทำได้เช่นกัน แต่ทั้งนี้จะต้องใช้น้ำประสาน ตะกั่วบัดกรีและความร้อนของหัวแร้งให้ถูกต้องมิฉะนั้นจะทำให้การบัดกรีไม่ได้ผล

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีผิวเป็นมัน และทนต่อการกัดกร่อนได้ดีใน บรรยากาศปกติ เหมาะสำหรับใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องการความสวยงาม

## 2) สแตนเลส (STAINLESS STEEL)

STAINLESS STEEL เป็นโลหะเปลือยประเภทที่ FERROUS METAL ซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วย โครเมียม นิกเกิล และธาตุอื่นๆ อีกเล็กน้อย STAINLESS STEEL มีหลายชนิดสามารถที่จะเลือกให้เหมาะกับความต้องการได้โดยปกติผิวของ STAINLESS STEEL จะมีสีคล้ายเงินและมีลักษณะเป็นมัน

STAINLESS STEEL นิยมใช้ทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภาชนะใส่อาหารหรืองานเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมอย่างละเอียด ที่ต้องการความสวยงามใช้ได้ทั้งภายนอกและ ภายในตัวอาคาร โดยไม่ต้องมีการทาสีหรือเคลือบผิว

คุณสมบัติทางกายภาพของ STAINLESS STEEL ก็เหมือนโลหะ ธาตุต่างๆ ที่ผสมใน STAINLESS STEEL ได้แก่

นิกเกิล (NICKEL)

แมงกานีส (MANGANESE)

วานาเดียม (VANADIUM)

โมลิบดีนัมและโคลัมเบียม (MOLYBDENUM AND COLUMBIUM)

ติตานิยม (TITANIUM)

STAINLESS STEEL แบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 3 ประเภทตาม ชนิดของโครงสร้าง ซึ่งได้แก่

1. AUSTENITIC STAINLESS STEEL จะประกอบด้วยส่วนผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของธาตุโครเมียม 18% นิกเกิล 8% และธาตุอื่นๆ ผสมอยู่อีกประมาณ 2-4% ประเภทนี้จะจัดอยู่ใน หมู่ 300 และมีชื่อเรียกว่า CROME-NICKEL

2. MARTENSITIC STAINLESS STEEL จะประกอบไปด้วยส่วน ผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 11.5-17% และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอน (C) อีกไม่เกิน 1.2% ประเภทนี้จะมี ความแข็งแรงมากแต่ก็มีความเปราะมากอีกเช่นเดียวกัน

3. FERRITIC STAINLESS STEEL ซึ่งจะประกอบไปด้วยส่วน ผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 11.5-17% และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 0.2% STAINLESS STEEL ประเภทนี้จะมีคุณสมบัติอ่อนและเหนียวมาก

4. STAINLESS STEEL เป็นโลหะที่มีราคาแพง แต่อายุการใช้งาน ยาวนานมาก ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีและเสียค่าบำรุงรักษาถูกอีกด้วย เมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่นๆ ดังนั้นในการทำงานควรเลือก ให้เหมาะสมกับการทำงานด้วย

3) เหล็กดำ (BLACK IRON) เหล็กในรูปของแผ่นเปลือยไม่ค่อยนิยม ใช้งานมากนัก เพราะเกิดสนิมได้ง่ายเกิดการกร่อนได้รวดเร็วและบดกริยาก เหล็กชนิดนี้จึงใช้งาน ที่ต้องพ่นสีเท่านั้น

การผลิตเหล็กแผ่น หลังจากได้อาสินแร่เหล็กไปถลุงเป็น Ingot และ เติมธาตุต่างๆ ได้ตามต้องการ ต่อจากนั้นจะนำ Ingot ไปอบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น เพื่อจะนำไปรีดให้ เป็นเหล็กชนิดต่างๆ และรูปร่างต่างๆ กัน โดยใช้ลูกกลิ้ง (Mills) แบบต่างๆ

เหล็กที่ร้อนจะปรากฏสีที่ขอบเป็นสีเทาหรือสีน้ำตาล ตลอดแผ่นจะมี สีดำ ซึ่งเนื่องจากผลของความร้อน เหล็กชนิดนี้จะใช้ทำงานก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่ เพราะเหล็กที่ ร้อนมีราคาถูกกว่าเหล็กที่เย็น การนำไปใช้งานก็จะต้องมีการป้องกันการกัดกร่อน โดยการ ทาสีเป็นต้น

เหล็กที่เย็นจะปรากฏเป็นสีน้ำตาลทาบหน้าผิวหน้าทั่วๆ ไป ใช้กับงานที่ ต้องการผิวหน้าที่เรียบร้อย

เนื่องจากเหล็กเป็น โลหะแผ่นที่มีราคาถูกจึงนิยมนำมาเคลือบกับโลหะ อื่น เพื่อให้เหล็กทนต่ออาการกัดกร่อนได้ดี มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ดังนั้นเหล็กแผ่นจึงเป็น โลหะหลักในการผลิตเหล็กเคลือบสังกะสี ดีบุกและตะกั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โลหะแผ่นเคลือบ

1) เหล็กอาบสังกะสี (GALVANIZED STEEL) ในสภาพบรรยากาศปกติสังกะสีเป็นโลหะที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีมาก ดังนั้นจึงนิยมนำไปเคลือบแผ่นเหล็ก เพื่อช่วยให้แผ่นเหล็กมีอายุใช้งานที่ยาวนาน ถ้าสังกะสีที่ใช้เคลือบผิวเหล็กลอกหรือหลุดไปก็จะทำให้เกิดสนิมขึ้นกับแผ่นเหล็กได้

### ลักษณะทางกายภาพ เหล็กแผ่นอาบสังกะสี

จุดหลอมตัว		1539 °C
ความหนาแน่น		7.87 กรัม/ซม <sup>3</sup>
ทนต่อแรงดึง		
ชนิดธรรมดา	St 10	28-50 กก/ซม <sup>3</sup>
ชนิดเหนียว	St 12	28-42 กก/ซม <sup>3</sup>
ชนิดเหนียวมาก	St 13	28-40 กก/ซม <sup>3</sup>
ชนิดเหนียวพิเศษ	St 14	28-38 กก/ซม <sup>3</sup>
หนา		ตั้งแต่ 0.1-0.3 มม.
กว้าง		ตั้งแต่ 530-1250 มม.
ยาว		ตั้งแต่ 760-2500 มม.
ทนต่อแรงกระทบ		ดีมาก

การผลิตเหล็กอาบสังกะสีสามารถกระทำได้ 2 วิธี ดังนี้คือ

โดยวิธีจุ่ม (Hot dipped)

โดยวิธีเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า

เหล็กอาบสังกะสีที่ได้จากการเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า ผิวที่เคลือบจะติดแน่นเรียบสม่ำเสมอมีลักษณะเป็นดอกสีเทา เหมาะอย่างยิ่งสำหรับงานที่ต้องการพ่นสี

ความคงทนต่อการกัดกร่อนของเหล็กอาบสังกะสี จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของสังกะสีที่เกาะเคลือบผิวอยู่ ถ้ามีคุณภาพดีจะสามารถดัดโค้งงอและพับให้เกิดความแข็งแรง โดยที่สังกะสีไม่กระเทาะหรือร่อนออกจากผิวเหล็กได้ง่ายและไม่เกิดการฉีกขาดเมื่อพับหลายครั้ง

การใช้งานในบรรยากาศปกติจะมีอายุการใช้งานโลหะแผ่น เป็นโลหะเก่าแต่ที่นิยมใช้กันมานานแล้ว ซึ่งทำเป็นโลหะมุงหลังคา หรือกันสาด เป็นต้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เหล็กเคลือบดีบุก (TIN) เป็นโลหะแผ่นเคลือบที่เกิดจากการนำเอาเหล็กรีดเข้ามาเคลือบผิวด้วยดีบุก ผิวหน้าของดีบุกจะขุ่นมัว ไม่สะท้อนแสงหรือเป็นเงามันเหมือนกับโลหะชนิดอื่น มีความคงทนต่อไอน้ำหรือความชื้นได้ดี

ขนาดความหนาของดีบุกจะกำหนดเป็นเลขตัวอักษร เช่น 1C (อ่านว่า One C) 1x (อ่าน One cross) หรือจะกำหนดเป็นขนาดน้ำหนักต่อกล่อง (BASE BOX) ถ้าได้เช่น 1 Base box จะหมายถึงแผ่นดีบุกขนาด 14x20 นิ้ว จำนวน 112 แผ่น เช่นเดียวกัน แต่มีขนาดเป็น 20x20 นิ้วน้ำหนักของ Base box นี้เรียกว่า Base weight ซึ่งมีน้ำหนักต่างๆ ขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นดีบุก

ยังมีชื่อเรียกในทางการค้าอีก 2 ชื่อ คือ Coke plate และ Charcoal plate คือ ทั้งสองชนิดนี้ขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของดีบุกที่เคลือบผิวอยู่ได้แก่

ชนิดที่เคลือบหนากว่า 1 ปอนด์ ต่อ Base box เรียกว่า Coke tin plate  
ชนิดที่เคลือบหนากว่า 1 ปอนด์ ขึ้นไปจนถึง 7 ปอนด์ ต่อ Base box เรียกว่า Charcoal tin plate

ชนิดที่เคลือบผิวหนากว่า 7 ปอนด์ ขึ้นไปจนถึง 14 ปอนด์ ต่อ Base box เรียกว่า Dirty plate นอกจากนี้ยังมีตะกั่วอีกชื่อหนึ่งที่ควรรู้จักคือ Terne plate เป็นแผ่นเหล็กดำเคลือบด้วยตะกั่วและดีบุกอยู่ระหว่าง 8.40 ปอนด์ต่อ Base box<sup>6</sup>

#### ขนาดมาตรฐานของโลหะ (STANDARD SIZE SHEET)

โลหะแผ่นมีขนาดต่างๆ กัน ขนาดมาตรฐานของอเมริกามีดังนี้คือ

30 x 96 นิ้ว	36 x 96 นิ้ว
30 x 120 นิ้ว	36 x 120 นิ้ว

<sup>6</sup>

ศาสตราจารย์ ดร. วิเศษ วัฒนวิเศษ, การออกแบบผลิตภัณฑ์, หน้า 120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 กรรมวิธีการต่อเชื่อมโลหะแผ่น การต่อโลหะแผ่นมีความสำคัญมากสำหรับงานโลหะแผ่นที่ต้องการความปราณีต ความสวยงาม แผ่นโลหะที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว หรือแผ่นโลหะบาง (Sheet metal) ที่ใช้ในงานช่างโลหะทั่วไปจะมีวิธีการต่ออยู่หลายวิธีด้วยกัน อย่างไรก็ตามผู้ออกแบบรอยต่อจะต้องเลือกให้ถูกต้องกับความต้องการโดยคำนึงถึง ชนิดของโลหะ ความหนาของโลหะ ความแข็งแรง ความสวยงาม ราคาต่อหน่วย รอยต่อ และเครื่องมือที่ใช้ในการทำตะเข็บด้วย

รอยต่อที่นิยมใช้ในงานโลหะแผ่นต่างๆ ไปได้แก่

2.7.3.1 การเชื่อม (Welding) การเชื่อมหมายถึงกรรมวิธีที่ทำให้โลหะอย่างน้อย 2 ชิ้นหลอมละลายติดกันแน่น และประสานติดเป็นเนื้อเดียวกันตรงบริเวณรอยเชื่อม

การต่อโลหะโดยการเชื่อมนี้ ยังแบ่งกรรมวิธีที่นิยมใช้มาก สำหรับโลหะแผ่นบางได้อีกเป็น 3 วิธี ซึ่งได้แก่

- การเชื่อมก๊าซ (Gas Welding) หมายถึงการเชื่อมประสานโลหะ 2 ชิ้นให้ติดกันโดยอาศัยความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ของก๊าซ 2 ชนิดผสมกัน ก๊าซที่ได้โดยทั่วไปคือ ออกซิเจน (Oxygen, O<sub>2</sub>) กับอะเซทิลีน (Acetylene, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) ความร้อนที่ได้จะมีประมาณ 5,800-6,300 °F ซึ่งมากเพียงพอจะหลอมละลายโลหะทั้ง 2 ชิ้นให้ติดกันได้

- การเชื่อมไฟฟ้า (Arc Welding) หมายถึงการเชื่อมประสานโลหะ 2 ชิ้นให้ติดกันโดยอาศัยความร้อนจากการอาร์ค (Arc) ของขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว ความร้อนที่ได้จะมีประมาณ 10,000 °F

- การเชื่อมแบบความต้านทาน (Resistance Welding) หมายถึงการเชื่อมโดยอาศัยความต้านทานกระแสไฟฟ้าของแผ่นโลหะเป็นตัวทำให้เกิดความร้อนขึ้น ในขณะที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ณ บริเวณจุดนั้น

2.7.3.2 การย้ำหมุด (Riveting) ตะเข็บย้ำหมุดจะใช้กับแผ่นงานที่ต้องการความแข็งแรงมาก และไม่ต้องการให้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในของแผ่นโลหะที่นำมาต่อนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การย้ำหมุดสามารถจะกระทำได้ 2 วิธี คือการใช้มือและการใช้เครื่องจักร การใช้มือจะใช้กับแผ่นงานที่มีขนาดบางหรือเล็ก โดยใช้ค้อนย้ำหมุด (Riveting hammer) กับชุดย้ำหมุด (Rivet set) หรือใช้ย้ำด้วยปืนย้ำหมุด (Pneumatic riveting gun) และ Die (set) สำหรับแผ่นงานที่มีความหนาจะต้องใช้เครื่องจักรเข้าช่วยในการย้ำโดยการกดอัด (squeezes) ลงบนหัวของหมุดย้ำ

ชนิดของหมุดย้ำ สำหรับหมุดย้ำที่ใช้ในงานโลหะแผ่นมีอยู่หลายชนิด แต่สำหรับที่นิยมใช้จะมีอยู่ 4 ชนิด ได้แก่ แบบหัวบาง (Tinner's) แบบหัวแบน (Flat head) แบบหัวกลม (Round head) และแบบฝังหัว (countersunk head)

Pop or Blind Rivet เป็นหมุดย้ำที่ใช้กับแผ่นโลหะบาง ถ้าตัวหมุดย้ำจะทำมาจากวัสดุอ่อน เช่น ทองแดง ทองเหลือง อลูมิเนียม เป็นต้น ถ้าตัวจะมีรูกลวงตรงกลางและมีแกนโลหะสอดอยู่ใช้สำหรับค้ำยันในขณะใช้งาน หมุดย้ำชนิดนี้สามารถใช้งานได้อย่างรวดเร็ว และแข็งแรง โดยการใช้คีมย้ำหมุด (Rivet Pliers) คึงแกนโลหะ (Mandrel) ของตัวหมุดจนขาด ปลายของลำตัวหมุดก็จะบานออกยึดแผ่นงานที่ย้ำได้อย่างแน่นหนาและไม่ต้องแต่งหัวหมุดอีกด้วย

การใช้งานจะใช้กับงานแผ่นโลหะที่ไม่สามารถจะย้ำด้วยหมุดแบบธรรมดาได้หรือได้แต่เสียเวลามาก หรืองานที่ย้ำอยู่ในที่คับแคบ หรืองานที่ต้องการแสดงผิวหน้าเพียงด้านเดียว

ขนาดของหมุดย้ำจะมีขนาดของความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวหมุดดังนี้  
3/32, 7/64, 1/8, 5/32, 3/16, และ 1/4

### รูปที่ 10

แสดงหัวของ Pop rivet



แบบหัวของ Pop rivet มีอยู่ 2 แบบ คือ Domed head หรือ Bottom head และ Countersunk head เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.7.3.8 การพับขอบและการต่อตะเข็บ (Edging & Seaming)

- การพับขอบ (Edging) ขอบของโลหะแผ่นบาง ควรจะต้องมีการเพิ่มความแข็งแรงให้กับขอบของโลหะแผ่นด้วยการขึ้นขอบ และเป็นการป้องกันอันตรายอันเกิดจากความคมของขอบแผ่นโลหะอีกด้วย

ขอบตะเข็บที่นิยมใช้กับโลหะแผ่นบางมีอยู่ 2 ชนิด คือ

ก. การพับขอบของแผ่นโลหะโดยตรงเพื่อเพิ่มความแข็งแรงซึ่งเรียกว่า Hem

ข. การพับขอบของแผ่นโลหะประกอบบกับโลหะอื่นสอดเข้าในรอยพับเพื่อเพิ่มความแข็งแรงซึ่งเรียกว่า Edge

สำหรับโลหะแผ่นบาง นิยมใช้การพับเข้าขอบอยู่ 3 แบบ ได้แก่ การพับขอบชั้นเดียว (Single hem) การพับขอบสองชั้น (Double hem) และการเข้าขอบลวด (Wire edge)

- การต่อตะเข็บ (Seaming) การต่อตะเข็บในงานโลหะแผ่น จะมีจุดมุ่งหมายต่างๆ หลายประการ เช่น เป็นการต่อเพื่อเพิ่มความแข็งแรง, เพิ่มระยะความกว้างหรือยาวของแผ่นโลหะ, ป้องกันการรั่ว, บรรจบให้เป็นรูปร่างของงานตามความต้องการความสวยงาม เป็นต้น

แบบพื้นฐานของรอยต่อตะเข็บจะมีอยู่เพียง 2 แบบคือ รอยต่อในแนวราบ เช่น Butt, Lap, Groove, Standing Seam เป็นต้น และรอยต่อมุม เช่น Double seam, Corner Lap seam, Pittsburgh seam เป็นต้น

สำหรับรอยต่อตะเข็บ ในการเชื่อมตะเข็บ จะมีรอยต่อเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่นิยมใช้ได้แก่ :-

1) ตะเข็บรอยต่อชน (Butt seam) เป็นการนำเอาแผ่นโลหะมาวางเรียงต่อกันตามขอบของแผ่นโลหะ โดยใช้การบัดกรียึดต่อตะเข็บอีกทีหนึ่ง

2) ตะเข็บรอยต่อเกย (Lap seam) จะทำได้โดยการนำเอาขอบของแผ่นโลหะแผ่นหนึ่งวางซ้อนเหนือแผ่นโลหะอีกแผ่นหนึ่ง เป็นการเตรียมงานเพื่อการบัดกรี หรือการย้ำหมุด แบบรอยต่อตะเข็บที่นิยมใช้มากที่สุด ได้แก่ Plan lap, Countersunk or offset lap และ Outside หรือ Inside corner lap

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ตะเข็บรอยต่อร่องเกี้ยว (Groove Seam) จะประกอบด้วยขอบพับเช่นเดียวกับ การพับขอบชั้นเดียว (Single hem) ทั้งสองข้างที่เกี่ยวข้องกันเป็นตะขอ ความสูงของร่องรอยต่อจะสูง 3 เท่า บนความหนาของแผ่นโลหะเดิมที่นำมาพับตะเข็บ

ตะเข็บที่นิยมใช้มากที่สุด มีอยู่ 2 แบบ ได้แก่ Inside groove seam และ Outside groove seam ตะเข็บร่องเกี้ยวนี้จะเป็นตะเข็บที่มีความแข็งแรงมาก

4) ตะเข็บรอยต่อตั้งหรือยืน (Standing seam) ใช้สำหรับการต่อตะเข็บที่ต้องการ ความแข็งแรงของรอยต่อเพิ่มมากขึ้น

5) ตะเข็บซ้อน (Double seam) ใช้สำหรับการทำตะเข็บมุมขอบของท่อหรือ ภาชนะเหลี่ยมกันของภาชนะกลมหรือเหลี่ยม การม้วนตะเข็บนี้ ถ้าใช้กับภาชนะกันเหลี่ยมจะทำได้ ง่ายกว่าตะเข็บกันกลมรอยต่อแบบนี้จะมีความแข็งแรงมากแบบหนึ่งของแบบรอยต่อมุม

6) ตะเข็บ Pittsburgh จะใช้สำหรับการประกอบชิ้นงาน 2 ชั้น ที่เป็นมุมฉาก เช่น ตะเข็บมุมของภาชนะทรงกลม หรือมุมของตะเข็บของท่อส่งลม เป็นต้น

2.7.3.4 การบัดกรี (Soldering) การบัดกรีเป็นกระบวนการต่อโลหะแบบถาวร อีกวิธีหนึ่งและเป็นกรรมวิธีของการต่อโลหะตั้งแต่เดิม อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่ากระบวนการ บัดกรีใหม่ๆจะได้วิวัฒนาการขึ้นมาเหนือกว่าวิธีเดิมมาก กรรมวิธีการบัดกรียังคงคล้ายๆ กันอยู่ อีก

ชนิดของการบัดกรีสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ซึ่งได้แก่

- การบัดกรีแข็ง (Hard soldering) เป็นการต่อยึดแผ่นโลหะ 2 ชั้นให้ติดกัน โดยใช้ตัวประสาน (ตัวบัดกรี) จำพวกโลหะนอกกลุ่มเหล็ก (Non-ferrous metal) โดยที่โลหะงาน (Base metal) จะไม่มีการหลอมละลายและมีอุณหภูมิสูงกว่า  $800^{\circ}\text{F}$

- การบัดกรีอ่อน (Soft Soldering) หรือที่เรียกกันสั้นๆ ว่า การบัดกรี หมายถึง กรรมวิธีการต่อยึดแผ่นโลหะ 2 ชั้นขึ้นไปให้ติดกันด้วยตัวประสานโลหะนอกกลุ่มเหล็ก ซึ่งใช้ อุณหภูมิต่ำกว่า  $800^{\circ}\text{F}$  และชิ้นงานจะไม่หลอมละลายในขณะบัดกรี ตัวประสานสำหรับการบัดกรี นี้โดยมากจะมีส่วนผสมของตะกั่ว และดีบุกเป็นหลักใหญ่

### สรุปองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับงานบัดกรี

รอยบัดกรีที่มีคุณภาพดีจะต้องเกิดจากองค์ประกอบของการบัดกรีดังนี้

1. ความสะอาด กล่าวคือ ชิ้นงานก่อนที่จะนำมาทำการบัดกรีจะต้องมีการทำความสะอาดหัวแร้งจะต้องสะอาดด้วย และตะกั่วที่ใช้จะต้องมีความสะอาดอีกด้วย
2. ฟลักซ์ (Flux) หรือที่เรียกกันว่าน้ำประสานจะเป็นตัวช่วยละลายออกไซด์บนผิวหน้าของโลหะงานให้ลอยตัวขึ้น การใช้ฟลักซ์จะต้องเลือกใช้ตามความเหมาะสมกับโลหะงานแต่ละชนิด เช่นงานประเภทโคควรจะใช้ฟลักซ์ชนิดกัตกร่อน และงานประเภทโคควรจะใช้ฟลักซ์ชนิดไม่กัตกร่อน
3. ความร้อน ความร้อนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากอันหนึ่ง กล่าวคือ จะต้องใช้ให้พอเหมาะกับขนาดของชิ้นงานที่นำมาบัดกรี ไม่ว่าชิ้นงานใหญ่หรือเล็กก็ตามควรให้ความร้อนมากเพียงพอที่จะหลอมละลายตะกั่วบัดกรีเท่านั้น
4. ตะกั่วบัดกรี ส่วนผสมของตะกั่วบัดกรีจะมีความสำคัญมากในการกำหนดจุดหลอมละลายของตะกั่วบัดกรี รวมทั้งความแข็งแรงของแนวบัดกรี
5. เทคนิคการบัดกรี แนวบัดกรีจะมีความแข็งแรงมากน้อยหรือไม่เพียงใดจะขึ้นอยู่กับเทคนิคและความชำนาญของผู้บัดกรี รวมทั้งกรรมวิธีการให้ความร้อนด้วยก็จะทำให้รอยบัดกรีสวยงามและมีความแข็งแรงดีขึ้นด้วย

2.7.3.5 **ตัวยึดโลหะ (Fastener)** เป็นการยึดแผ่นโลหะแบบกึ่งถาวร ที่สามารถจะถอดประกอบเข้าด้วยกันได้ตามความจำเป็นอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการยึดแผ่นโลหะดังกล่าว สำหรับงานโลหะแผ่นจะใช้ตัวยึด Fastener 2 แบบ คือ Sheet metal screw และ Thread metal screw

- **Sheet Metal Screw** ซึ่งในบางครั้งจะเรียกว่าเกลียวปล่อย เป็นสกรูที่มีความแข็งแรงมาก สามารถจะตัดเกลียวบนแผ่นโลหะได้ด้วยเกลียวของตัวเอง โดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือตัดเกลียวใน (Tap) เข้าช่วยแต่อย่างใด

รูปร่างหัวของ Sheet metal screw จะมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน เช่น Round, Flat, Pan, หรือ Truss เป็นต้น สำหรับเกลียวที่อยู่บนลำตัว และส่วนปลายของเกลียวจะแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ คือ

- 1) ชนิด A จะมีปลายของเกลียวแหลมคม (Sharp point) เหมาะสำหรับแผ่น

โลหะบางที่มีความหนาไม่เกินเบอร์ 18

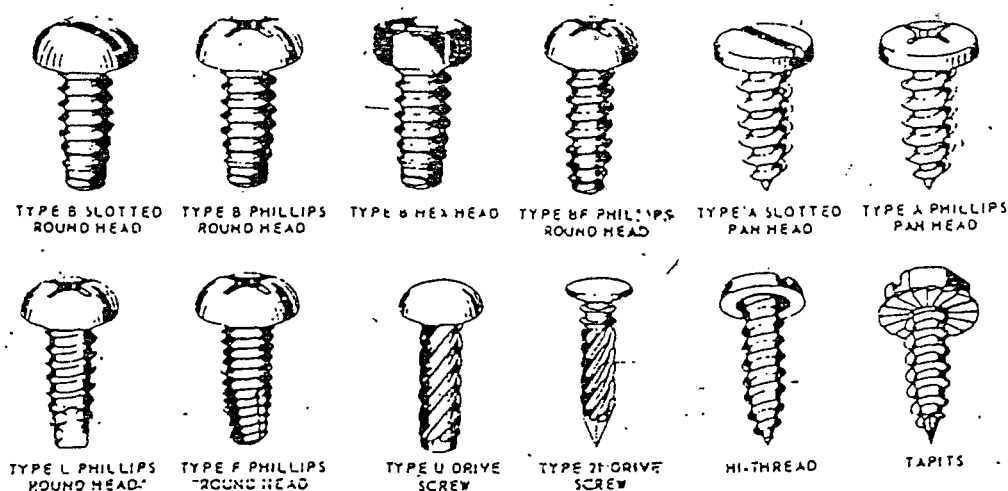
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ชนิด B ส่วนประกอบของเกลียวจะถูกตัดตรง (Blunt Flat Point) เหมาะสำหรับใช้ยึดแผ่นโลหะที่มีความหนามากกว่าชนิด A

3) ชนิดพิเศษ (Special type) เหมาะสำหรับโลหะที่มีความหนามากกว่าชนิด A การใช้งานของสกรูชนิดพิเศษนี้ จะใช้กับวัสดุอ่อน เช่น เหล็กหล่อ อลูมิเนียม พลาสติก เป็นต้น

### ภาพที่ 11

#### ชนิดของ Sheet Metal Screw



สำหรับความยาวของ Sheet metal screw จะมีขนาดความยาวตั้งแต่ 1/4 - 2 นิ้ว

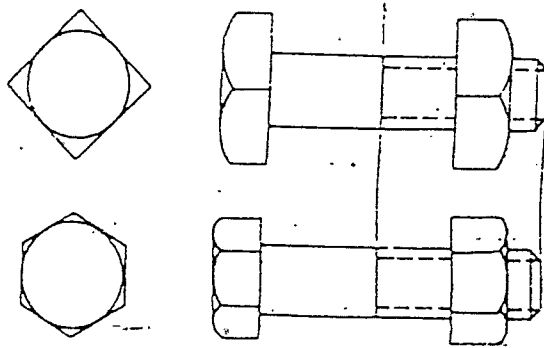
ส่วนขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางจะบอกเป็น Number จาก No.2-14

- Thread Metal Screw ใช้ยึดส่วนประกอบต่างๆ ของงานโลหะให้ติดกับชิ้นส่วนต่างๆ จะยึดติดกันได้โดยชนิดของตัวยึดที่ต่างกันออกไป เช่น Bolts, Nut, Screw ถึงแม้จะมีตัวยึดอยู่หลายแบบ หลายขนาด และหลายชนิดก็ตาม ส่วนมากจะแบ่งลักษณะเป็นเกลียวต่างๆ ได้ดังนี้

1) Machine bolt จะมีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 1/4 - 4 นิ้ว และความยาวตั้งแต่ 1/2 - 30 นิ้ว ลักษณะหัวของ Machine bolts นี้ จะเป็นรูปสี่เหลี่ยมหรือหกเหลี่ยมได้ เกลียวรอบตัวจะมีทั้งเกลียวหยาบและเกลียวละเอียด (National coarse and National fine) แต่ความยาวของเกลียวจะมีประมาณ  $2D+1/4$  นิ้ว Nut ที่ใช้ประกอบกับ Bolt นี้ จะมีทั้งชนิดหัวสี่เหลี่ยมและหกเหลี่ยม เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 12  
Machine bolt



2) Machine screw ทำมาจากเหล็กหรือทองเหลือง ส่วนหัวจะมีอยู่หลายแบบ เช่น กลม, เรียบ, Oval, Fillister, Binding, Truss หรือหกเหลี่ยม แต่ละชนิดของหัวจะมีร่องตรง แฉก หรือสี่เหลี่ยม เพื่อใช้ขันเกลียวได้สะดวก ชนิดของเกลียวจะมีทั้งหยาบและละเอียด ขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางจะต่ำกว่า 1/4 นิ้ว ขนาดความโตนี้จะบอกเป็น Gage จาก 6-12 โดยใช้ American Screw Wire Gage วัด เช่น 6-32 จะบอกเป็น Diameter gage No.6 และมี 32 เกลียว/นิ้ว สำหรับความยาวจะมีตั้งแต่ 1/8-3 นิ้ว

3. Cap screw จะมีรูปร่างคล้ายกับ Machine screw มาก แต่เกลียวจะมีความละเอียดสูงกว่า ความโตเส้นผ่าศูนย์กลางจะมีตั้งแต่ 1/4-1.5 นิ้ว และมีความยาวตั้งแต่ 1/2-6 นิ้ว ความยาวของเกลียวสกรูประมาณ  $2D+1/4$  นิ้ว คล้ายกับ Machine bolts

ลักษณะหัวของ Cap screw จะทำเป็นรูปหัวเหลี่ยม กลม ร่อง

4. Set screw จะมีรูปร่างลักษณะทั้งที่มีหัวและไม่มีหัว หัวของ Set screw ถ้าเป็นชนิดที่มีหัวก็จะเป็นหัวสี่เหลี่ยม แต่ถ้าเป็นแบบที่ไม่มีหัว ด้านที่เป็นหัวก็จะมีร่องหกเหลี่ยมหรือร่องตรงไว้สำหรับใช้ประแจแอลหรือไขควงขัน ส่วนปลายจะเป็นรูปร่างลักษณะต่างกัน เช่น ปลายแหลม ปลายมน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

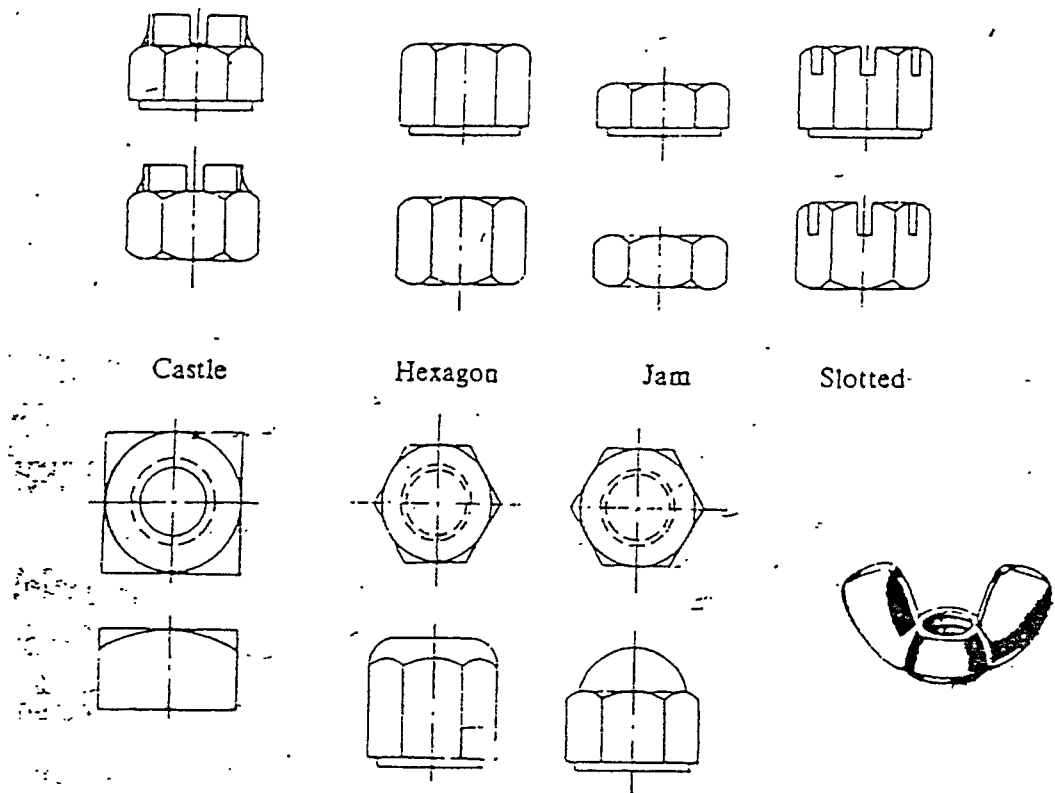
5. Stud ลักษณะความยาวของ Stud จะสั้นมีเกลียวทั้งที่หัวและที่ปลาย (ส่วนตรงกลางจะไม่มีเกลียว) ตามปกติจะใช้ยึดกับแผ่นงานแผ่นหนึ่งซึ่ง Tap ไว้แล้ว และอีกด้านหนึ่งจะใช้ช่วยขันยึด

6. Thumb screw เป็นสกรูที่ใช้งานบ่อยอีกชนิดหนึ่ง การใช้งานจะเหมือนกับ Set screw เหมาะสำหรับงานที่ต้องการขันเข้าและคลายออกบ่อยๆ ปลายของเกลียวจะคล้ายกับ Set screw ส่วนหัว

7. Nut มี Nut หลายชนิดที่ใช้กับ Machine screw, Bolt และ Stud ลักษณะโดยทั่วไปของ Nut จะมีหัวสี่เหลี่ยม หกเหลี่ยม นอกจากนี้ก็ยังมี Nut อีกหลายชนิด ซึ่งเหมาะสมกับงานในลักษณะต่างๆ กัน เช่น Nut หัวหกเหลี่ยม สี่เหลี่ยม จะใช้กับงานทั่วไป Wing nut จะใช้สำหรับงานที่ต้องการขันให้แน่น หรือคลายออกอยู่เสมอ Jam nut จะใช้เหมือนกับ Nut แบบธรรมดา

### รูปที่ 13

#### Not ตัดต่างๆ



#### 2.7.3.6 การใช้กาวหรือยาง Adhesive Epoxy Resins กาวหรือยาง Epoxy นี้

เกิดจากการคิดค้นเทคโนโลยีสมัยใหม่ของการประดิษฐ์และผสมสารพลาสติก โดยใช้ยี่ดวัสดุให้ตัด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัน เช่น ไม้โลหะ ยาง แก้ว พลาสติกและอื่นๆนอกจากนั้นก็ยังมีใช้ยึดเครื่องมือต่างๆงานหล่ออัดตาม

แบบอัดเป็นแผ่น ตลอดจนการเคลือบผิววัสดุด้วย

Epoxy เป็นวัสดุ Thermosetting ที่เปลี่ยนสถานะของเหลวหนืดไปเป็นผลึกของ

แข็งและเหนียว โดยใช้ตัวเร่งหรือตัวทำให้แข็ง ซึ่งโมเลกุลของกาว Epoxy ประกอบไปด้วย

1. อะตอมของออกซิเจน และ 2.อะตอมของคาร์บอน กาว Epoxy ธรรมดาส่วนใหญ่จะประกอบและเป็นปฏิกิริยาของ Epichlorohydrin กับ Polyhydroxy Compound เช่น Bisphenol A และ

ตัวเป็นผลึกแข็งและเหนียวในช่วงเวลาที่ไม่นานนักทั้งนี้จะต้องขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและส่วนผสมด้วย คุณสมบัติของกาว Epoxy ที่สำคัญมีดังนี้

1. เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นโดยสมบูรณ์ไม่มีการระเหยกลายเป็นไอระหว่างการใช้
2. ใช้บริการงานด้านวิศวกรรมหลายชนิด ขึ้นอยู่กับชนิดและส่วนผสม
3. สามารถใช้ได้กับทุกรอยต่อ
4. มีการไหลตัวดี โดยใช้แรงกดเพียงเล็กน้อย ยกเว้นการยึดโลหะกับโลหะต้องใช้

ใช้แรงมากขึ้น

5. มีความแข็งแรงมากกว่า Phenolic ประมาณ 7 เท่า

Epoxy นี้ เป็นกาวที่ใช้ยึดวัสดุทุกชนิด รวมทั้งงานทางด้านโลหะแผ่น งานศิลปะ

ตลอดจนบางส่วนของชิ้นส่วนเครื่องบินก็นิยมใช้กาว Epoxy แทนการย้ำหมุดแล้ว<sup>7</sup>

## 2.7.4 ข้อมูลวัสดุอุปกรณ์เสริม

### 2.7.4.1 ยาง (Rubber)

ปัจจุบันจัดว่ายางเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในงานอุตสาหกรรมทุกประเภท ไม่โดยตรงก็ทางอ้อม โดยตรงได้แก่ อุตสาหกรรมประเภทยางรถยนต์ ยางในเครื่องบิน ยางในรองเท้า ท่อน้ำ สายพาน ลูกยางต่างๆ เป็นต้นโดยทางอ้อมก็เป็นชิ้นส่วนประกอบของเครื่องจักรเครื่องมือ

ต่างๆ และมันเป็นส่วนที่สำคัญยิ่งในอุตสาหกรรมประเภทนี้ด้วย

### ประเภทของยาง

ด้วยเหตุผลดังกล่าวมาข้างต้น ยางจึงแบ่งออกเป็นหลายประเภท หลายชนิด ซึ่งพอจะแบ่งออกได้ดังนี้ คือ

- ยางธรรมชาติ (Natural Rubber) เป็นยางที่ได้มาจากยางพารา วัตถุดิบชนิดนี้มีมากในประเทศไทย มีคุณสมบัติที่พอสรุปได้ดังนี้ คือ

---

เกษมชัย บุญเพ็ญ , พื้นฐานโลหะแผ่น , หน้า 116

- ค่าความทนต่อแรงดึงดีมาก
- ความสามารถในการยืดหดดี
- การทนต่อการขีดข่วนดี
- เปอร์เซนต์ในการรับน้ำหรือดูดซึบมีค่าน้อย

ค่าต่างๆ ที่กล่าวมาจะดีมากเมื่ออยู่ในช่วงอุณหภูมิไม่เกิน  $70^{\circ}\text{C}$  ถ้าเกินกว่านี้ คุณสมบัติจะลดลงอย่างรวดเร็วคือ ไม่สามารถทนต่อความร้อนสูงได้ และข้อเสียอีกอย่างของยางประเภทนี้คือ ไม่สามารถทนน้ำมันได้ เพราะฉะนั้นจึงไม่นิยมนำเอาของชนิดนี้ไปเป็นวัตถุดิบ

ในการผลิตอะไหล่ที่ต้องรับความร้อนหรือต้องเกี่ยวข้องกับน้ำมัน

- ยางสังเคราะห์ (Synthetic Rubber) เนื่องจากความไม่สามารถทนต่อความร้อนและน้ำมัน จึงทำให้มีผู้คิดประดิษฐ์ยางเทียมหรือยางสังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อชดเชยข้อเสียของยางธรรมชาติ โดยมีคุณสมบัติทนต่อความร้อนได้สูงขึ้น ทนน้ำมัน ทนกรด ด่าง เป็นต้น ดังนั้นราคายางจึงแพงกว่ายางธรรมชาติมาก

ยางสังเคราะห์มีอยู่มากมายหลายประเภท แต่ประเภทใหญ่ๆ ที่นิยมใช้ในบ้านเรานั้นมีดังนี้คือ

- 1) SBR (Styrene Butadiene Rubber) ใช้ทำ Mechanical Parts ทั่วไป เพราะทนความร้อน ทนการเสียดสี ดีกว่ายางธรรมชาติ แต่ทนน้ำมันไม่ได้
- 2) NBR (Nitrile Butadiene Rubber) เป็นยางสังเคราะห์ที่นิยมใช้กันมากเพราะกันน้ำมันได้ดี ทนความร้อนได้ประมาณ 125 องศาเซลเซียส
- 3) CR (Chloroprene-Rubber) ทนความร้อนได้ดีพอๆ กับ NBR แต่กัน

น้ำมันได้ไม่ดีนัก มีความทนต่อแรงดึง ความสามารถในการยืดหดตัวมีค่าสูงกว่าแบบ NBR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) SR (Silicone Rubber) เป็นยางที่มีคุณสมบัติทนความร้อนสูง ประมาณ 250 องศาเซลเซียส

ยางสังเคราะห์ (Synthetic Rubber) ยางสังเคราะห์ได้ถูกผลิตขึ้นมาใช้ใน สมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 เพราะเกิดการขาดแคลนยางธรรมชาติ โดยได้ผลิตมาจากอุตสาหกรรม เคมี โดยใช้สารเคมี 2 ชนิดผสมกันคือ สไตรีนกับบิวตะไดอิน และในบางอย่างจะต้องมียางธรรมชาติผสมอยู่ด้วย เพราะยางสังเคราะห์นั้นจะมีคุณสมบัติบางอย่างด้อยกว่ายางธรรมชาติ เช่น การ ยึดหยุ่นตัว และยางสังเคราะห์ก็มีข้อเด่นกว่ายางธรรมชาติ คือ ทนต่อสารเคมี และพวกน้ำมันแร่ได้

ยางสังเคราะห์ได้ถูกผลิตขึ้นมาจากหลายๆ ประเทศ ซึ่งมีมากมาย และก็มี ชื่อเรียกต่างกันไป แต่ที่มีใช้ในชีวิตประจำวันทั่วไปก็มี

1) GR-S (Government Rubber-Styrene) ซึ่งประเทศสหรัฐเป็นผู้ผลิต โดยผลิตมาจากผลิตภัณฑ์น้ำมันปิโตรเลียม ยางประเภทนี้คล้ายคลึงกับยางธรรมชาติมากที่สุดและ ต้องมีการผ่านกรรมวิธี Vulcanization เช่นเดียวกับยางธรรมชาติซึ่งทนต่อการสึกกร่อนได้ดี

ประโยชน์ ใช้ผสมกับยางธรรมชาติผลิตเป็นยางรถยนต์ สายน้ำมัน เบนซินหรือสายน้ำมันแร่ พื้นรองเท้า ฯลฯ

2) ยางบูน่า (Buna Rubber) นั้นผลิตในประเทศเยอรมนี โดยจะแบ่งเป็น 2 เกรด คือ

ก. ยางบูน่า เกรด S (Buna-S) ซึ่งมีคุณสมบัติทนต่อการสึกหรอ เหนียว อายุการใช้งานนาน

ประโยชน์ ในประเทศเยอรมนีนิยมใช้ทำเป็นดอกยางรถยนต์

ข. ยางบูน่า เกรด N (Buna-N) จะมีคุณสมบัติทนต่อน้ำมันแร่ และ สารเคมีต่างๆ แต่ไม่ทนต่อการฉีกขาด

ประโยชน์ ใช้ทำถังน้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องบินชนิดจรวดที่ถูกยิง ได้เอง

3) ยางบิวทาย (Butyl Rubber) มีเนื้อยางที่มีคุณสมบัติพิเศษกว่ายางชนิด อื่นคือ มีเนื้อแน่นทำให้แก๊สหรือของเหลวซึมผ่านได้ยาก ทนต่อสารเคมี และความชื้น มีสารพวก อีนินทรีย์ผสมอยู่ เช่น ปูนขาว แป้ง และซิลิกา เพื่อให้ยึดหยุ่นได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ยางซิลิโคน (Silicone Rubber) เป็นยางสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้ดี แม้อุณหภูมิจะต่ำหรือสูง (สูงไม่เกิน  $200^{\circ}\text{C}$ .) เพราะเนื้อยางประกอบด้วยโมเลกุลของ Si และ  $\text{O}_2$  จึงจัดเป็นพลาสติกอ่อนชนิดหนึ่ง

ประโยชน์ ใช้ทำฉนวนหุ้มสายไฟ สายเคเบิล ท่อยาง ปะเก็นกันซึม

5) ยางไทโอโค (Thioko Rubber) เป็นยางสังเคราะห์ที่ได้มาจากสารอินทรีย์โพลิซัลไฟด์ มีคุณสมบัติพิเศษทนต่อสารเคมีพวกน้ำมันแร่ได้ดี

ประโยชน์ ใช้ทำท่อขนส่งน้ำมันสำหรับรถ-เรือบรรทุกน้ำมัน<sup>8</sup>

<sup>8</sup> ศาสตราจารย์ ดร. คันทโชติ, วัสดุผลิตภัณฑ์, หน้า 57

6) ยางโพลียูรีเทน (Polyuretane Rubber) เป็นยางฟองน้ำ ซึ่งได้มาจากสารเอทิลีน ผสมกับโพลีฟีนอล ไกลคอล และอดีพิกแอซิด เมื่อสารทั้ง 3 ทำปฏิกิริยากันจะทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

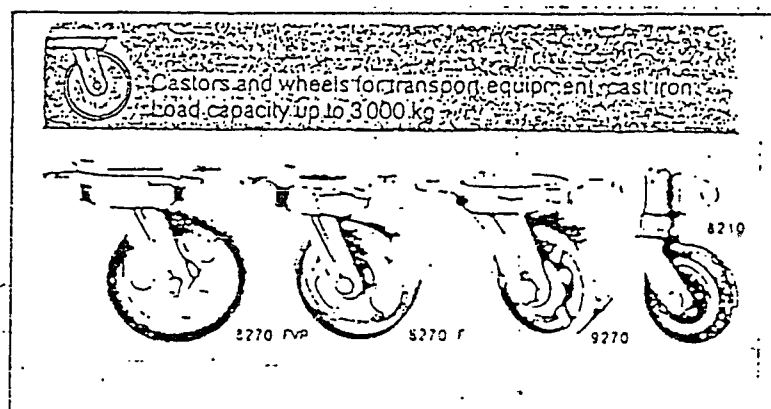
ประโยชน์ ใช้ทำหมอน ที่นอน เบาะเก้าอี้ เป็นต้น

2.7.4.2 **ระบบล้อ** ล้อเป็นส่วนสำคัญของตัวรถ ที่นำรถไปที่ต่างๆ ล้อที่สามารถนำมาประกอบติดตั้งตัวแวงกันจุดตรวจเพื่อใช้งาน สามารถแบ่งได้เป็นประเภทใหญ่ๆ 2 ประเภทคือ

- **ล้อยางสุบลม** ลักษณะของล้อยางสุบลมมีขนาดใหญ่ ก่อนใช้งานต้องสุบลมเข้าล้อให้พองเต็ม ล้อยางสุบลมส่วนมากจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางของวงล้อใหญ่ ส่วนมากจะนำมาใช้งานกับรถเข็นที่รับน้ำหนักมากๆ และใช้งานบนพื้นที่ที่ไม่ราบเรียบมีหลุมมีบ่อ หรือพื้นที่ต่างระดับเช่น บนท้องถนน ตรอก ซอนหรือฟุตบอลทางเดิน ล้อแบบนี้กันกระเทือนได้ดี ตัวอย่างของรถที่ใช้ล้อยางแบบนี้คือ รถเข็นขนน้ำ ขายอาหารทั่วไป

- **ล้อยางตัน** เป็นล้อที่เหมาะสมกับรถเข็นที่มีขนาดเล็กใช้งานภายในตัวอาคารหรือพื้นที่ที่ไม่ขรุขระมากนัก ล้อแบบนี้มีขายอยู่ตามท้องตลาดทั่วไป

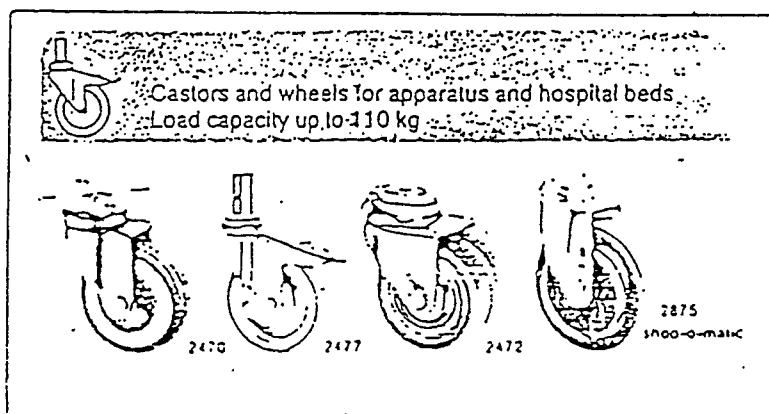
ภาพที่ 14  
ล้อสำเร็จรูป



ล้อที่เหมาะสมสำหรับงานที่มีน้ำหนักมาก

ล้อชนิดนี้ใช้กับงานที่ต้องรับน้ำหนักมากๆ แต่ก็ยังสะดวกต่อการเข็นและการเคลื่อนย้ายมีทั้งแบบล้อธรรมดา และแบบมีดลบลูกปืน วัสดุที่ใช้ทำล้อมีแบบยางธรรมดา เหล็ก ไนลอน โพลียูรีเทนและพีไลนิก สามารถรับน้ำหนักได้ถึง 300 กก.

ภาพที่ 15  
ล้อสำเร็จรูป



ล้อที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรม

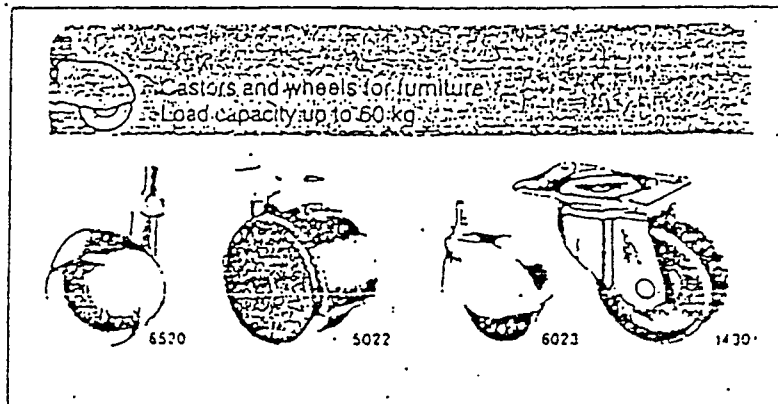
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล้อชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากในการติดเข้ากับรถเข็นแบบต่างๆ ที่ต้องรับน้ำหนักปานกลาง ถึงน้ำหนักมาก แกนล้อมีแบบตลับลูกปืนและไม่มีตลับลูกปืน ล้อมีทั้งแบบล้อตายและแบบหมุนได้อิสระ

วัสดุที่ใช้ทำล้อมีแบบ ยางธรรมชาติ เหล็ก ไนลอน ยางอ่อน ยางแข็ง โพลียูรีเทน การนำไปใช้งาน สามารถรับน้ำหนักได้ 90-145 กก.

### ภาพที่ 16

#### ล้องานเฟอร์นิเจอร์



#### ล้อที่ใช้สำหรับงานเฟอร์นิเจอร์

เหมาะสำหรับใช้งานที่รับน้ำหนักไม่มากนัก เช่น ลูกล้อ โซฟา ล้อบาร์เคลื่อนที่เป็นต้น ส่วนมากมักจะเป็นล้ออิสระซึ่งมีความคล่องตัวสูง สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย

วัสดุที่ใช้ทำล้อส่วนมากมักเป็นลูกล้อยางธรรมชาติกับล้อยางแข็ง

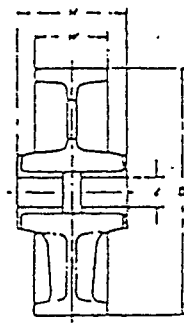
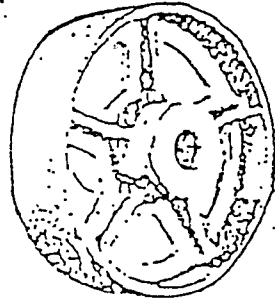
#### ลักษณะต่างๆของล้อ

**ล้อเหล็ก** เป็นแบบแกนล้อไม่มีตลับลูกปืนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ตั้งแต่ 100-150 มม. หน้าล้อกว้างตั้งแต่ 30-35 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 17

ล้อยเหล็ก

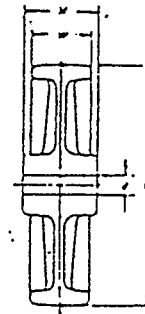
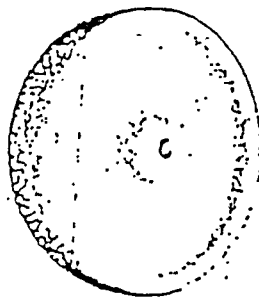


ล้อยเหล็ก

ล้อยเหล็ก เป็นล้อที่ขึ้นรูปโดยการฉีดในล้อนเข้าข้างแม่แบบแกนกลางมีดลึงลูกปืนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 65- 125 มม. หน้าล้อยกว้างเท่ากับ 20-24 มม.

ภาพที่ 18

ล้อยไนลอน

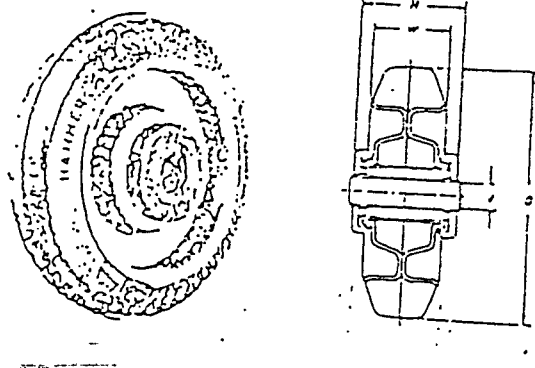


ล้อยางอ่อน เป็นล้อยางอ่อนสวมอยู่รอบแกนเหล็กที่แกนล้อยมีดลึงลูกปืน มีขนาดตั้งแต่เส้นผ่าศูนย์กลาง 100-200 มม. หน้ายางกว้าง 32-46 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 19

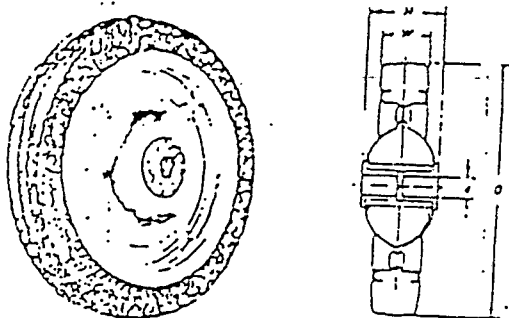
ล้อยางอ่อน



ล้อยาง เป็นล้อยางอีกแบบหนึ่ง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100-200 มม. หน้ายางกว้าง 22-35 มม.

ภาพที่ 20

ล้อยาง

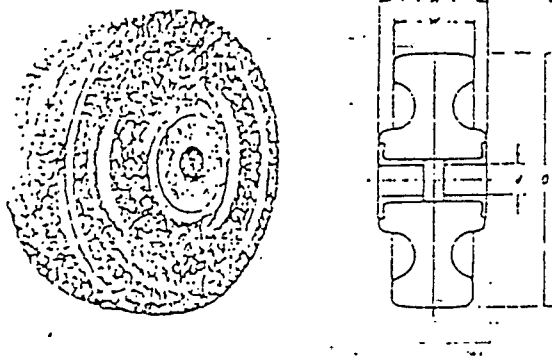


ล้อพีโลนิค ขนาดของล้อมีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 75-150 มม. หน้าล้อกว้าง 27-43 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 21

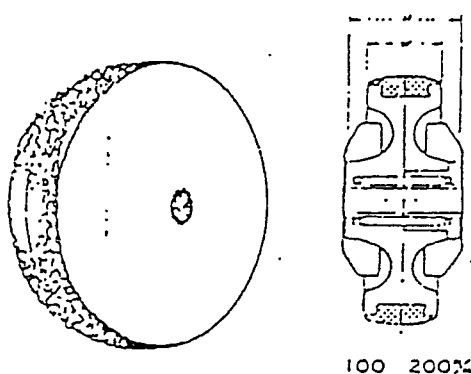
## ล้อยูนิค



ล้อยูนิค เป็นล้อยูนิคหุ้มรอบในล่อน แกนกลางมีดลบลูกปืนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 11-200 มม. หน้าล้อกว้าง 29-44 มม.

ภาพที่ 22

## ล้อยูนิค



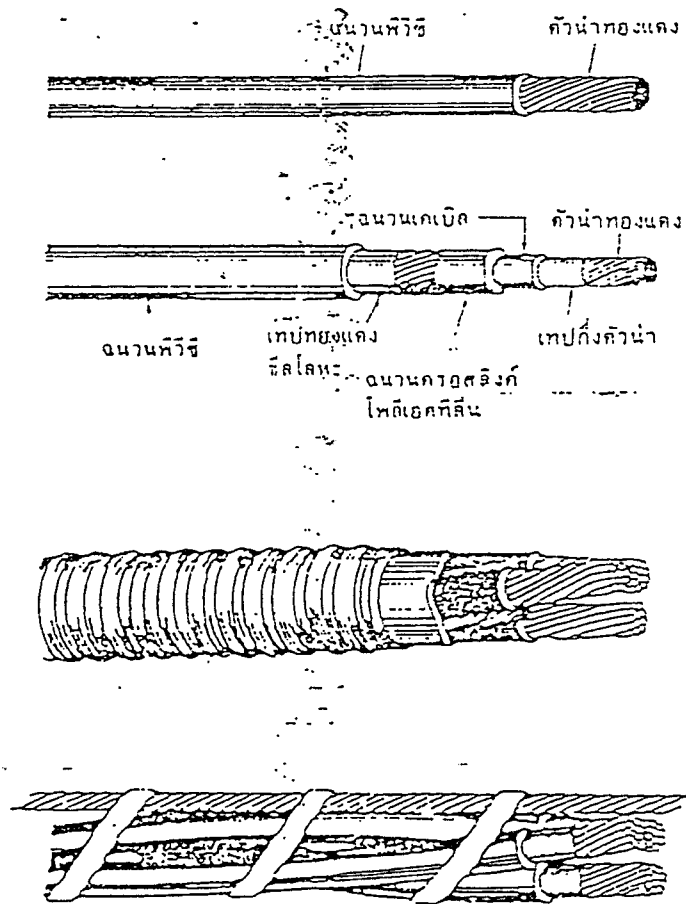
100 200%

กล่าวได้ว่า แบตเตอรี่แบบ นิกเกิล-แคดเมียม กำลังมีบทบาทสำคัญและยึดตลาดทางด้านนี้ไว้โดยเป็นคู่แข่งสำคัญทางเศรษฐกิจของแบบสังกะสี-ถ่าน แต่ก็ยังมีข้อเสียคือมีราคาแพงมาก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4.3 สายไฟฟ้า ตัวนำไฟฟ้าที่นิยมใช้ได้แก่ ทองแดง และ อลูมิเนียม แต่เพื่อคุณสมบัติทางไฟฟ้าและกล จะเลือกตัวนำทองแดง ในทำนองเดียวกันจะเลือกใช้ตัวนำอลูมิเนียมกรณีน้ำหนักเบา ราคาถูก และต่อต้านการเป็นสนิมได้

ภาพที่ 23

แสดงประเภทของสายไฟ



การออกแบบเลือกใช้ชนิดของสายไฟฟ้า ต้องมีการพิจารณาถึงข้อจำเป็นต่อไปนี้

- ก. ทางไฟฟ้า ต้องคำนึงถึงขนาดของสาย ชนิด ความหนาของฉนวน ความแข็งแรงของฉนวนต่อแรงดันไฟฟ้า และการนำไปใช้งาน
- ข. ความร้อน ความร้อนจากบริเวณรอบๆ เพิ่มขึ้นทำให้ความต้านทานของสายไฟเพิ่มขึ้น ข่อมเป็นผลทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นด้วย
- ค. ทางกล ต้องเหนียวและยืดหยุ่นได้
- ง. ทางเคมี ต้องเลือกวัสดุที่ต้องสามารถทนต่อน้ำมัน เปลวไฟ แสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โอโซน กระจกต่างๆ หรืออย่างหนึ่งอย่างใดโดยเฉพาะ

สายไฟฟ้าคือ ตัวนำทางไฟฟ้า ซึ่งเป็นทางเดินให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้สะดวก ประเภทของสายไฟมีอยู่ 3 ชนิด คือ

- สายไฟทั่วไป WIRE แบบที่ใช้เส้นลวดทำเป็นสาย
- สายขนาดเล็ก CORD แบบนี้ใช้ฉนวนอ่อนบิดหรืองอได้หุ้ม
- สายเคเบิล CABLE แบบนี้ซึ่งเป็นสายขนาดใหญ่ภายในมีหลายเส้นมี

ฉนวนหุ้ม ใช้ได้กับไฟ 250 , 440 , 600 โวลท์

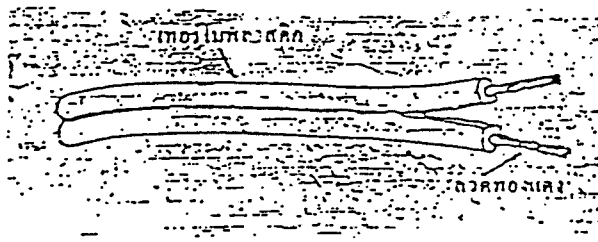
ประเภทแบ่งตามลักษณะการใช้งาน สามารถแบ่งกลุ่มการใช้งานได้ดังนี้คือ

- สายที่ใช้กับแสงสว่าง ได้แก่สายที่ใช้ต่อเข้ากับดวงไฟ วิทยุ โทรทัศน์

และอื่นๆ ตลอดจนเต้าเสียบสายสำหรับไฟส่องสว่างมักทำด้วยลวดตัวนำเส้นเล็กๆ ตีเกลียวเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความอ่อนตัว แล้วจึงหุ้มด้วยฉนวนเทอร์โมพลาสติกอีกทีหนึ่ง และมีสายบางอย่างที่หุ้มฉนวนโดยพันด้วยฝ้าย หรือแพรเทียม RAYON

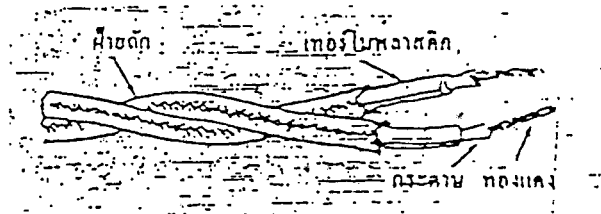
#### ภาพที่ 24

สายที่ใช้กับไฟแสงสว่างที่อ่อนตัวและหุ้มด้วยยาง



ภาพที่ 25

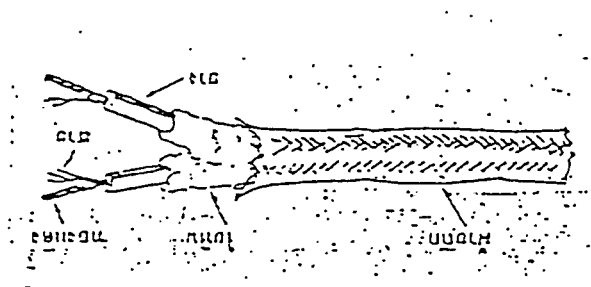
สายที่ใช้กับไฟส่องสว่างแบบติเกลิยวแล้วหุ้มด้วยฝ้ายล็ก



- สายไฟที่ใช้กับเครื่องใช้หรือตัวทำความร้อน สายประเภทนี้ใช้กับพวกเครื่องใช้ทำความร้อนด้วยไฟฟ้าต่างๆ เช่น เตารีด เตาบึ่งขนมปัง เตอบขนม เป็นต้น ซึ่งบางที่เรียกว่า "HEATER CORD" ประกอบด้วยชั้นของใยหิน ASBESTOS พันรอบเส้นลวดตัวนำที่หุ้มด้วยยางแต่ละเส้น แล้วจึงพันรอบหุ้มวัสดุอีกชั้นด้วยฝ้ายหรือแพรเทียมกักอีกชั้น

ภาพที่ 26

แสดงลักษณะของสายที่ใช้กับเครื่องใช้หรือตัวทำความร้อน

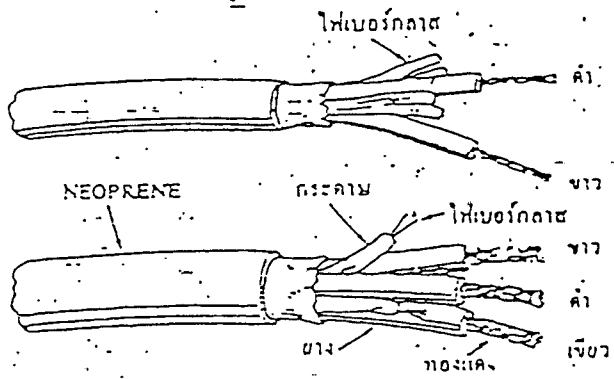


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สายที่ใช้กับเครื่องกำลัง สายที่ใช้กับพวกมอเตอร์ขนาดใหญ่ เครื่องมือที่กินกำลังมาก และต้องการกำลังหนัก จะต้องใช้สายไฟที่สามารถทนโหลดได้สูงๆ โดยไม่เกิดความร้อนมากเกินไป

ภาพที่ 27

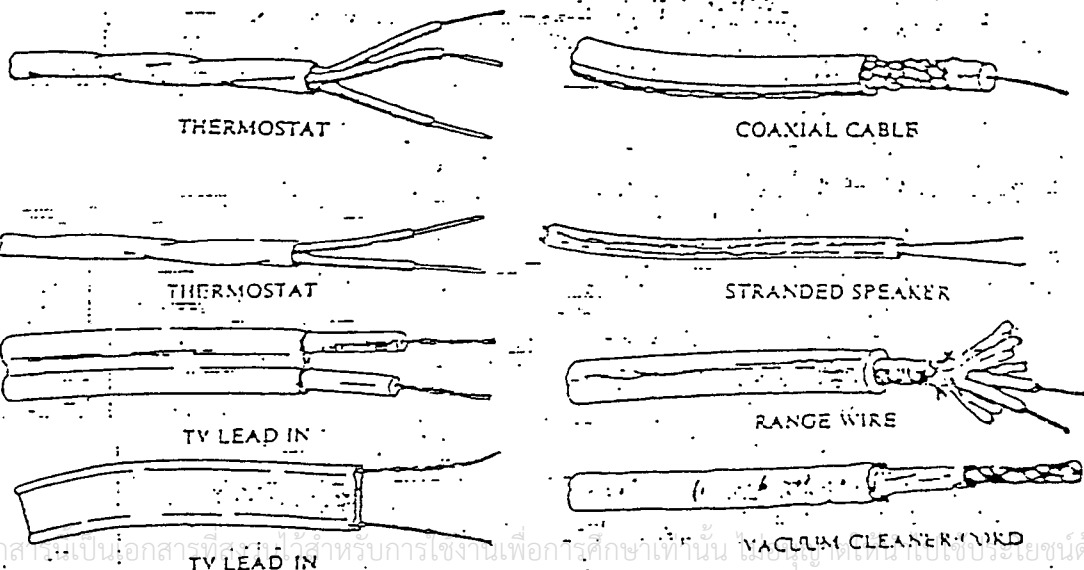
แสดงลักษณะของสายที่ใช้กับเครื่องกำลังต่างๆ



- สายชนิดอื่นๆ การใช้งานสายไฟฟ้านั้นนอกเหนือจากเกี่ยวข้องกับสายไฟทั่วๆ ไปแล้ว บางครั้งอาจต้องทำงานเกี่ยวกับสายใช้งานเฉพาะอย่างควบคู่กันไปด้วย

ภาพที่ 28

แสดงลักษณะของสายชนิดอื่นๆ



## วัสดุอุปกรณ์มาตรฐาน

การนำสายไฟมาใช้งานควรเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ได้มาตรฐาน โดยอาจใช้แบบที่ผลิตในประเทศก็ได้ไม่จำเป็นต้องใช้ของต่างประเทศเพราะนอกจากราคาแพงแล้วบางครั้งก็เกิดการเสียหายก็อาจหาอะไหล่เปลี่ยนใหม่ไม่ได้อีกด้วย

ปัจจุบันวัสดุอุปกรณ์ทางไฟฟ้าเป็นจำนวนมากน้อยที่สามารถผลิตได้เอง มีคุณภาพมาตรฐาน โดยการรับรองของสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (สม.อ.) หรือกระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งจะมีเครื่องหมายประทับบอกให้ทราบที่ผลิตภัณฑ์ เช่น สายไฟฟ้าสวิตช์ สดาร์เตอร์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ บัลลาสต์ และอื่นๆ

### ตารางที่ 5

#### ชนิดของสายไฟ และการทำงาน

โครงสร้างของสายไฟ	ประเภทที่ใช้
เส้นลวดทองแดงอบแล้ว, หุ้มฉนวน พีวีซี	เดินสายสำหรับการติดตั้งไฟฟ้าทั่วไป ที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวลต์
เส้นลวดทองแดงอบแล้ว, ฉนวนหุ้มพีวีซี มีเปลือกหุ้มข้างนอกอีกชั้น มีสายที่เป็นสายดินอยู่ภายในเป็นเกราะอีกชั้นหนึ่ง	เดินสายสำหรับงานติดตั้งไฟฟ้าทั่วไป ที่มีแรงดันไม่เกิน 60 โวลต์ และที่มีสายดิน
เส้นลวดทองแดงอบแล้ว, ฉนวนหุ้มพีวีซี มีเปลือกพีวีซีหุ้มข้างนอกอีกชั้น บางกรณี จะมีแผ่นเหล็กหุ้มอยู่ภายในเป็นเกราะอีกชั้นหนึ่ง	ใช้ฝังดินได้โดยไม่ต้องร้อยท่อ สำหรับการใช้งานที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวลต์
เส้นลวดทองแดงอบแล้ว, ฉนวนพีวีซี มีเปลือกพีวีซี หุ้มข้างนอกอีกชั้นหนึ่ง มีสายดินอยู่ขอบนอกได้เปลือก	ใช้ฝังดินได้โดยไม่ต้องร้อยท่อ สำหรับการใช้งานที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวลต์
เส้นลวดทองแดงรีดแข็งแกนกลางเป็นเหล็กชุบสังกะสี	สำหรับเดินสายแรงสูงที่มีช่วงยาว เนื่องจากเหล็กแกนกลางช่วยจับแรงดึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



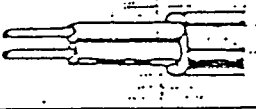
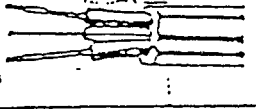
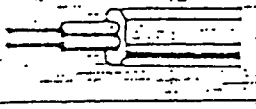
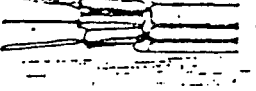
ตารางที่ 6  
ชนิดสายไฟและการทำงาน

โครงสร้างของสายไฟ	ประเภทงานที่ใช้
เส้นลวดอลูมิเนียม, ฉนวนหุ้มพีวีซี มีเปลือกพีวีซีหุ้มข้างนอกอีกหนึ่งชั้น เส้นลวดทองแดงอลแล้ว, ฉนวน หุ้มพีวีซี, มีเปลือกพีวีซีหุ้มข้างนอก อีก 1 ชั้น ระหว่างสายแต่ละเส้น จะมีเชือกกระสอบใส่อยู่ด้วย	ใช้กับงานที่แรงดันไม่เกิน 600 โวลต์ และสามารถฝังดินได้โดยไม่ต้องร้อยท่อ สำหรับสายคอนโทรล, ซึ่งมีแรงดันไม่ เกิน 600 โวลต์
เส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว, ฉนวนหุ้มพีวีซี	สายอ่อนสำหรับเครื่องไฟฟ้าทั่วไปที่มี แรงดันไม่เกิน 600 โวลต์
เส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว, ฉนวนหุ้มพีวีซี	สำหรับเดินสายแรงต่ำในรถยนต์
เส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว, ฉนวนหุ้มพีวีซี มีเปลือกพีวีซีหุ้มข้าง นอกอีก 1 ชั้น	ใช้สำหรับเดินสายแรงสูงในรถยนต์
เส้นลวดทองแดงอบแล้ว, ฉนวน หุ้มโพลีเอทิลีน	ใช้สำหรับสายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์
เส้นลวดดีเกลือวเปลือย, เส้น ลวดดีเกลือวเปลือย	ใช้สำหรับเดินสายแรงสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

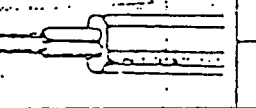
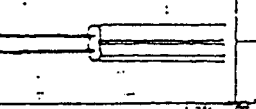
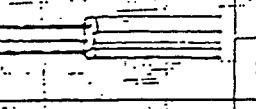
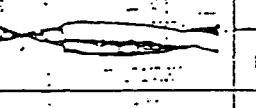
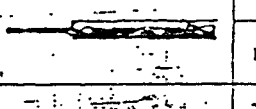
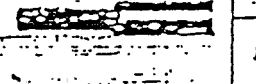
ตารางที่ 7

แสดงชนิดและคุณสมบัติการใช้งานของสายไฟตามมาตรฐานอุตสาหกรรม

	IV	250V	60°C	สายไฟเหมาะกับการใช้งานทั่วไปในอาคารและโรงงาน
	HIIV		75°C	
	TW	750V	60°C	ในขณะติดตั้งให้อากาศถ่ายเทสะดวก
	THW		75°C	
	VAF	250V	60°C	
	HVAF		75°C	
	VAF-G	250V	60°C	สายไฟเหมาะกับการเดินผ่านพื้นที่สาธารณะโดยทั่วไป
	HVAF-G		75°C	
	VVF	750V	60°C	ใช้ติดตั้งในอาคารและโรงงานในบริเวณที่แห้ง
	Type B		75°C	
	NM	750V	60°C	
	Type B-G		75°C	

ตารางที่ 8

แสดงชนิดและคุณสมบัติการใช้งานของสายไฟตามมาตรฐานอุตสาหกรรม

	VAF-F	250V	60°C	
	HVAF-F		75°C	
	VFF	250V	60°C	เหมาะสำหรับใช้ติดตั้งในตู้ควบคุม
	HVFF		75°C	
	VFF-G	250V	60°C	ติดตั้งในที่สาธารณะ
	HVFF-G		75°C	
	VTF	250V	60°C	
	HVTF		75°C	
	YSF	250V	60°C	ใช้ติดตั้งในตู้ควบคุม
	HVSF		75°C	
	IIS-AV	LOW	60°C	ใช้สำหรับนำไฟฟ้าแรงดันต่ำ เช่น ไฟฟ้าบ้าน
	IIS-AV	LOW	60°C	

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ขนาดของสายไฟ

ขนาดของสายไฟฟ้าที่ใช้กันตามบ้านที่มีอยู่ด้วยกันหลายชนิดประเภท ซึ่งมีตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่สำหรับโหลดสูงๆ โลหะที่ใช้เป็นสื่อนำไฟฟ้าของสายไฟ โดยทั่วไปมี 2 ชนิดคือ

- ก. ทองแดง ซึ่งมีเนื้อทองแดงบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98 ส่วนใน 100
- ข. อลูมิเนียม ซึ่งมีเนื้ออลูมิเนียมบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.3 ส่วนใน 100

### ตารางที่ 9

#### แสดงพิกัดกระแสสูงสำหรับสายไฟขนาดต่างๆ

ขนาดพื้นที่หน้าตัด (ตารางมิลลิเมตร)		กระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้ม (แอมแปร์)
สายทองแดง	สายอลูมิเนียม	เดินในอาคาร หรือ ในท่อ
0.5	-	3
1.0	-	6
1.5	-	8
2.5	-	12
4.0	-	16
6.0	-	22
10.0	16.0	30
25.0	25.0	50
16.0	35.0	64
35.0	50.0	79
50.0	70.0	102
70.0	95.0	121
95.0	120.0	150
120.0	150.0	170

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4.4 การเลือกใช้สวิทช์ควบคุม สวิทช์จะเป็นตัวกำหนดการปิด, เปิดวงจร สวิทช์อาจประกอบด้วยขั้วเดียวหรือหลายขั้วก็ได้ เช่น อาจจะมีขั้วเพียงขั้วเดียว สองขั้ว หรือมากกว่านั้น โดยทั่วไปสวิทช์มักจะใช้เป็นตัวเปิด, ปิด ให้วงจรทำงานหรือไม่ให้วงจรทำงาน การสัมผัสของตัวนำไฟฟ้าให้ครบวงจรการทำงานของสวิทช์ควบคุมโดยระบบแมคคานิค

ลักษณะของสวิทช์ มีมากมายหลายชนิด แล้วแต่หน้าที่การทำงาน หรือลักษณะการเปิดปิดวงจร แบ่งออกเป็น

- แบบกด (Push Button Switch) ทำงานโดยการใช้มือกด แบ่งเป็น

- 1) สวิทช์กดติดปล่อยดับ (Momentary Switch) เมื่อกดจะทำให้วงจรเปิด เมื่อปล่อยจะทำให้วงจรปิด เช่น สวิทช์กดออก เป็นต้น สวิทช์แบบนี้เหมาะแก่งานจำพวกปิดวงจรชั่วคราว
- 2) สวิทช์กดติดกดดับ (Lock Switch) เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด การให้วงจรเปิด ก็กดอีกครั้ง วงจรก็จะเปิด บางสวิทช์มีไฟอยู่ในตัว เมื่อกดปิดให้รู้ว่า เครื่องกำลังทำงาน และกดอีกครั้งวงจรจะเปิด ไฟจะดับเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป

ภาพที่ 29

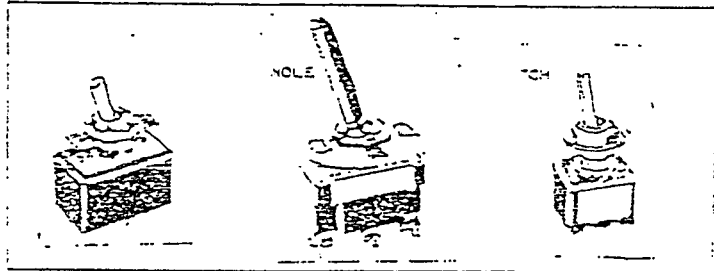
สวิทช์แบบกด



- สวิทช์โยก (Toggle Switch) ลักษณะการใช้งานเป็นการโยกก้านสวิทช์ให้ทำงาน จำนวนของขาสวิทช์แล้วแต่การใช้งาน โดยมากจะมีตั้งแต่ 2 ขาขึ้นไป

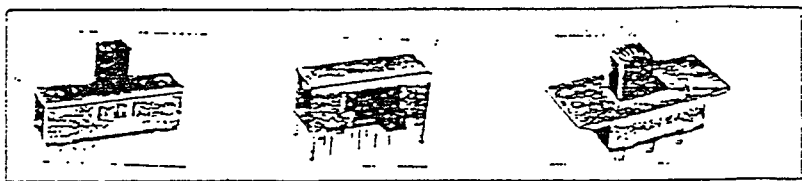
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 30  
สวิตช์แบบโยก



- สวิตช์เลื่อน (Slide Switch) คล้ายกับสวิตช์โยกแต่ใช้งาน โดยการเปลี่ยนปุ่ม สวิตช์ซึ่งอาจจะมีจังหวะการเลื่อน หลายๆ ช่วง

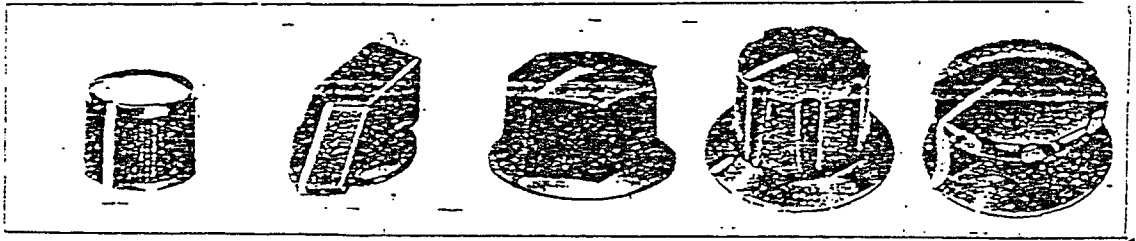
ภาพที่ 31  
สวิตช์แบบเลื่อน



- สวิตช์หมุน (Rotary or Selector Switch) ส่วนมากจะเป็นการใช้ในหน้าที่เลือก ทางเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง เช่นการเลือกแบนด์ในวิทยุ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 32  
สวิทช์แบบหมุน



- สวิทช์จิ๋ว (Micro Switch) เป็นสวิทช์ที่มีความเชื่อถือได้สูง สามารถทนแรงเคลื่อนและกระแสได้หลายๆ แอมแปร์ ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำเคลือบด้วยทอง ทำให้เป็นทางเดินไฟฟ้าที่ดี ลักษณะสวิทช์จะทำงานโดยการกดเบาๆ ที่คานหรือปุ่มเล็กๆ โดยปกติแล้ว จะต้องมียกลไกเข้ามาประกอบ เพื่อทำหน้าที่กดสวิทช์ เพราะปุ่มกดเล็กเกินไปกว่าที่จะใช้นิ้วกดได้โดยสะดวก ไมโครสวิทช์นี้มีหลายชนิด จำนวนขาที่ใช้งานจะมี 2 หรือ 3 ขาขึ้นไป สวิทช์ชนิดนี้ได้รับการออกแบบมาให้ใช้กับงานเฉพาะอย่างต่างๆ รูปร่างของไมโครสวิทช์มีแตกต่างกันไปตามสถานะการที่ใช้ การติดตั้งจะต้องระมัดระวัง เพราะส่วนของแรงกดอาจทำให้สวิทช์แตกได้

- สวิทช์แม่เหล็ก (Reed Switch) หน้าสัมผัสของสวิทช์จะบรรจุอยู่ในหลอดแก้วเล็กๆ ที่ข้างในเป็นสุญญากาศ โดยจะวางอยู่ใกล้ชิดกันมาก เมื่อได้รับอำนาจแม่เหล็กจากภายนอกหน้าสัมผัสจะแตะเข้าหากัน เป็นการต่อวงจร การที่หน้าสัมผัสอยู่ในหลอดแก้วที่ปิดสนิท จึงช่วยลดการสปาร์กของหน้าสัมผัสลงไปอีกมาก

สวิทช์แม่เหล็กอีกชนิดคือ Magnetic Switch สวิทช์นี้เป็นสวิทช์ที่ติดตั้งง่ายมีความแน่นอนสูง แต่จะต้องใช้เป็นคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.8 ข้อมูลระบบส่งกำลัง

2.8.1 ชนิดและหลักการการทำงานของมอเตอร์ เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านมีอยู่จำนวนมาก น้อยที่ต้องใช้มอเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักหรืออุปกรณ์ประกอบร่วมในการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้เป็นอย่างมาก เช่น ช่วยหมุน ช่วยดูดเป่าอากาศ ใช้ประกอบกับเครื่องจักรอย่างอื่น

มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้ามี 3 ชนิดคือ

2.8.1.1 ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal motor)

2.8.1.2 มอเตอร์แบบบังขั้วหรือเซดเดดโพลมอเตอร์ (Shaded-pole motor)

2.8.1.3 มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Induction motor)

2.8.1.1 ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์บางที่เรียกว่า “ซีรึสมอเตอร์” หรือมอเตอร์ชนิดต่ออนุกรม ส่วนมากนิยมใช้ในเครื่องขนาดเล็ก ทั้งนี้เพราะว่ามอเตอร์แบบนี้ให้พลังสูงในเมื่อตัวมันเองมีขนาดเล็ก ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าเราส่งกระแสไฟฟ้าเข้าไปทั้งมันขดสนามซึ่งอยู่โดยรอบและชดอามเจอร์ซึ่งพันอยู่บนแกนหมุน ซึ่งเราจะต้องมีแปรงถ่านอย่างน้อย 2 ตัวเพื่อส่งกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดนี้เพื่อให้เกิดสนามแม่เหล็กสำหรับผลักดันกับสนามของขดลวดสนามซึ่งอยู่โดยรอบ

ลักษณะพิเศษของมอเตอร์ชนิดนี้คือ เมื่อปล่อยกระแสไฟเข้าไปในขดลวดดังกล่าวก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก 2 ชุดมาผลักดันกันกลายเป็นแรงหมุน ถ้าเราไม่เอาแรงหมุนมาใช้งานใดๆ หรือเรียกว่าไม่มีโหลด นั้นความเร็วที่มอเตอร์นี้หมุนจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นเมื่อใดที่เขาต้องการความเร็วในการหมุนสูงๆ เขาจึงเลือกใช้มอเตอร์แบบนี้ ดังนั้นจึงเป็นอันว่าเมื่อเวลาที่มอเตอร์แบบนี้ทำงานจึงหมุนด้วยความเร็วไม่คงที่ เมื่อเริ่มหมุนไปจนถึงความเร็วขนาดหนึ่งแล้วมอเตอร์ก็จะรักษาความเร็วนั้นค่อนข้างจะคงที่เหมือนมอเตอร์แบบอื่นๆ ได้เหมือนกันแต่มอเตอร์ชนิดนี้การทำงานอาจมีเสียงดังมากกว่าแบบอื่นๆ ทั้งนี้ก็ด้วยเหตุที่ว่าแปรงถ่านสำหรับส่งกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดหมุนที่เรียกว่า “อาร์เมเจอร์” นั้นเองมอเตอร์ชนิดนี้ใช้ได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ

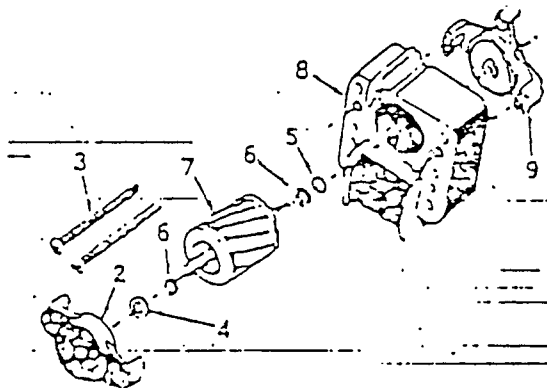
ถูกไฟฟ้าดูดทั้งนี้เพราะว่าตัวโครงภายนอก การที่มีสายดินต่อไว้นี้เป็นการปลอดภัยแต่เรายังไม่สนใจที่จะ

ทำการแก้ไข กระแสไฟที่รั่วก็จะให้เครื่องนั้นไหม้เสียหายไปได้อีกเหมือนกัน

2.8.1.2 เซดเดดโพล มอเตอร์ มอเตอร์เซดเดดโพลมอเตอร์ที่มีงานใช้แพร่หลายมาก ปกติเป็นมอเตอร์ขนาดเล็กไม่โตกว่า 200 วัตต์ หรือ 1/4 แรงม้า ใช้เป็นมอเตอร์เอนกประสงค์ที่มีความเร็วรอบคงที่ สร้างได้ง่าย ราคาถูก ทั้งทนทานใช้งานได้ดี อายุการใช้งานนาน ไม่ต้องมีคอมพิวเตอรส์วิตช์ แหวนเก็บไฟ แปรง กะวานา หรือ ขั้วสัมผัสใดๆ เลย ประมาณทอดสตาร์ห์มีเท่าๆ กับ Permanent-Capacitor motor คือ มีไม่มากนัก ประสิทธิภาพต่ำมาก โดยที่เป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก ค่าประสิทธิภาพที่ดี และค่าเพาเวอร์ แฟกเตอร์ ไม่เป็นเรื่องสำคัญเลย

ภาพที่ 34

แสดงลักษณะของมอเตอร์เซดเดดโพล



2.8.1.3 มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำหรืออินดักชั่นมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่เราพบเห็นมากในเครื่องที่มีขนาดใหญ่ เช่น เครื่องสูบน้ำ ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ และเครื่องซักผ้าเป็นต้น

อินดักชั่นมอเตอร์นี้เวลาเริ่มทำงานต้องมีขลวดอีกขดหนึ่งมาช่วยกันเสียดก่อน

ครั้ง เมื่ออาร์มาเจอร์หมุนเร็วพอควรแล้วจึงจะสามารถตัดกระแสไฟฟ้าออก ไปจากขลวดนี้ได้แล้วมันจะหมุนไปด้วยขดธรรมดา การที่เราจะต่อหรือตัดกระแสไฟฟ้าจากขดที่เริ่มทำงานนี้สามารถสร้างสวิตช์พิเศษขึ้นอย่างหนึ่งที่จะสามารถทำได้อย่างอัตโนมัติ กล่าวคือใช้แรงเหวี่ยงของอาร์มาเจอร์ที่หมุนไปนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์ไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำนี้จะต่างกันก็เพียงแต่ว่าพวกที่มีขนาดใหญ่มักจะเป็นแบบที่ใช้ในอุตสาหกรรมแบบ 3 เฟส และใช้แรงดัน 380 โวลต์ แทนที่จะเป็นเฟสเดียว 220 โวลต์ ซึ่งใช้ตามบ้านเรือนทั่วไป

ข้อควรระวังในการใช้มอเตอร์แบบต่างๆ จะต้องเลือกใช้มอเตอร์ที่มีขนาดเหมาะสมกับงานที่จะทำ ไม่ควรเลือกจนเกินไปจนเป็นการเป็นการเกินกำลังของมอเตอร์นั้นสักหรือได้เร็วและอายุการใช้งานนั้นสั้น ทั้งไม่ควรที่จะให้มอเตอร์มีขนาดใหญ่เกินกว่างานเพราะทำให้ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ตั้งแต่การเลือกซื้อมอเตอร์นั้นมาในราคาที่แพงกว่า และยังคงต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องประจำวันอีกด้วย

มอเตอร์ไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำขนาดเล็กที่ใช้ในงานต่างๆ นั้นอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

- แบบที่สตาร์ทโดยใช้สวิตช์แรงเหวี่ยง ในมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำประกอบขึ้นด้วยโรเตอร์ คือตัวหมุนซึ่งไม่ได้มีการพันขดลวดใดๆ คงมีแต่แท่งโลหะย้าไว้เป็นซี่ๆ ในแกนเหล็กกลมเพื่อให้กระแสที่เกิดจากการเหนี่ยวนำไหลผ่านและเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นใหม่เท่านั้น

ส่วนทางด้านสเตเตอร์หรือส่วนที่อยู่นิ่งนั้น ประกอบขึ้นด้วยขดลวดสนามที่พันอยู่บนแกนเหล็กกลมขดลวดสนามนี้อาจเปรียบได้กับขดปฐมภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าในขณะที่ตัวโรเตอร์เทียบได้กับ ขอดทุติยภูมินั่นเอง

- แบบที่สตาร์ทโดยใช้ตัวเก็บประจุ แบบที่ใช้ตัวเก็บประจุต่ออันดับกับขดลวดสตาร์ทเราไม่ต้องใช้ตัดสวิตช์แรงเหวี่ยง แต่เราใช้ตัวเก็บประจุแทน จึงเกิดสนามแม่เหล็กที่ทำการผลักดันให้โรเตอร์หมุนเคลื่อนไปได้พอดี และเมื่อมันเริ่มหมุนไปแล้วก็จะหมุนต่อไปได้เองวิธีที่ตัวเก็บประจุกับขดสตาร์ทหนีเราไม่จำเป็นต้องทำการตัดกระแสไฟฟ้าเมื่อโรเตอร์หมุนไปแล้วคงปล่อยให้ต่ออยู่ภายในวงจรนั้นได้ตลอดเวลา

มอเตอร์ที่มีอยู่ในเครื่องใช้ประจำบ้านนั้นๆอาจมีรูปร่างที่ต่างออกไปเป็นการประยุกต์ให้เหมาะสมกับงานก็ได้

ผู้ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านี้ต่างก็ลงความเห็นเหมือนกันหมดว่าไม่มีมอเตอร์แบบไหนเหมาะกับงานนี้ดีเท่ากับแบบยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ทั้งนี้เพราะว่ามอเตอร์แบบนี้ให้พลังงานสูงในขณะที่มีขนาดเล็กและรอบที่หมุนก็สูงอีกด้วย มอเตอร์แบบนี้ (ซีรีส) หรือยูนิเวอร์แซลมีข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยัดใหนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียคือเวลาทำงานมีเสียงดังมากกว่ามอเตอร์ชนิดอื่นจนกระทั่งจนขนาดที่เรียกว่านำหน่วยเลขที่เดียว แต่ก็เป็นการใช้งานชั่วคราวซึ่งก็ยังไม่พวกัน ได้จึงยังใช้มอเตอร์ชนิดนี้เป็นประจำ

### ชนิดของการป้องกันในสภาพสิ่งแวดล้อมที่มีความชื้นสูง

โดยมีค่าของความต้านทานของฉนวนเมื่อมีความชื้นสูงขึ้น โดยทั่วไปอาจกล่าวได้ว่าสำหรับมอเตอร์มีพิกัดศักดาไฟฟ้าค่า ความต้านทานฉนวนประมาณ 1. จะเป็นการเพียงพอ แต่ถ้ามีค่าต่ำเกินไปอาจเกิดอันตรายจากการรั่วของไฟฟ้าได้

ตามปกติมอเตอร์ชั้นฉนวนจะสามารถใช้ได้กับความชื้นตั้งแต่ 90% ลงมา ดังนั้นถ้าความชื้นของบรรยากาศแวดล้อมเกิน 90% ขึ้นไปจึงจะใช้มอเตอร์ชนิดกันความชื้น

### ชนิดของการป้องกันในสภาพที่อาจมีน้ำหยดและมีวัสดุแปลกปลอมอาจหลุดเข้ามาในมอเตอร์

ถ้ามีน้ำหยดเข้าไปภายในมอเตอร์ได้ค่าความต้านทานของชั้นฉนวนของตัวนำจะลดลงและจะทำให้เกิดสนิมขึ้นทำให้บั่นทอนอายุการใช้งานของมอเตอร์ให้สั้นลงอันจะทำให้เกิดสภาพความเสียหายถ้ามีวัสดุแปลกปลอมเข้าไปในตัวมอเตอร์ จะทำให้ค่าความต้านทานของฉนวนลดลงหรืออาจจุดทำอันตรายต่อชิ้นส่วนต่างๆ อันจะมีผลให้มอเตอร์เกิดความเสียหายได้

### ชนิดของมอเตอร์ที่ใช้สำหรับที่มีฝุ่นละอองมาก

เมื่อฝุ่นละอองเข้าไปในมอเตอร์ จะทำให้ค่าความต้านทานของฉนวนของขดลวดลดลงทำให้เกิดการเสียหายแก่มอเตอร์ได้ ฝุ่นที่อยู่ภายในมีผลต่อการหมุนและมีผลต่อการทำงานของมอเตอร์ส่วนอื่นๆ ด้วย ดังนั้นการติดตั้งสำหรับการใช้งานในที่ที่มีฝุ่นละอองมาก จึงควรเลือกใช้มอเตอร์ที่เหมาะสมคือ “มอเตอร์ที่ห่อหุ้มหมด-ระบายความร้อนด้วยอากาศ หรือชนิดห่อหุ้มหมด-กันฝุ่น”

ตารางที่ 10  
 มติการติดตั้งมอเตอร์วางแนวตั้ง (ชั้นฉนวน 1)

พิกัดกำลัง (kw)			ชนิดกันน้ำหยด (มม.)	ชนิดท่อหุ้มระบาย ความร้อนด้วยอากาศ (มม.)
2 ขั้ว	4 ขั้ว	6 ขั้ว		
0.1	0.1	-	-	130
0.2	0.2	-	-	130
0.4	0.4	-	-	165
0.75	0.75	0.4	-	165
1.5	1.5	0.75	165	215
2.2	2.2	1.5	215	215
3.7	3.7	2.2	215	255
5.5	5.5	3.7	255	265
7.5	7.5	5.5	265	300
11	11	7.5	300	300
15	15	11	300	300

### เมื่อต้องการมอเตอร์ที่มีเสียงค่อย

เสียงดังของมอเตอร์มีสาเหตุเนื่องมาจาก

1. สาเหตุจากเสียงจากแม่เหล็กไฟฟ้า โดยระบบศักคาไฟฟ้าป้อนเข้าไปไม่สมบูรณ์ ความถี่สูงฮาร์โมนิกของฟลักแม่เหล็ก ฯลฯ
2. เสียงระบายอากาศโดยพัดลมระบายความร้อนหรือท่อเป่าอากาศ
3. เสียงทางกลศาสตร์โดยการขยับเสียดสีของรองลื่นและแปรงถ่าน, ตัวโรเตอร์ไม่สมดุล, การติดตั้งไม่ถูกต้อง, ความสั่นสะเทือนของโครงที่ความถี่วิกฤต ฯลฯ

2.8.2 เพลลา เพลลาเป็นส่วนสำคัญที่สุดส่วนหนึ่งของเครื่องจักรกลทุกชนิด เครื่องจักรกลเกือบทุกประเภทมีส่วนหนึ่ง ที่ใช้ถ่ายทอดการหมุน หรือ ทั้งการหมุนและกำลังโดยอาศัยชิ้นส่วนที่สำคัญคือ เพลลาชนิดของเพลลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพลาดำยทอดกำลังอาจจะแบ่งตามชนิดของ โหลด Load ได้ดังนี้

#### 2.8.2.1 เพลาดำยทอดกำลัง Transmission Shafts

ชนิดนี้ใช้รับเฉพาะการบิดอย่างเฉียว หรืออาจจะรับทั้งการบิดและการดัดผสมกัน กำลังจะถ่ายทอดผ่านเพลาโดยอาศัยแผ่นประกบต่อเพลา Coupling เฟือง มู่เล่และสายพานหรือจาน โซ่ และ โซ่ ฯลฯ

#### 2.8.2.2 เพลาสัน Spindle

ในการใช้งานทั่วไปใช้รับเฉพาะการบิดเพียงอย่างเดียว มักจะมีขนาดค่อนข้างสั้น เช่นที่เพลาประธาน Main Shaft ของเครื่องจักรกลต่างๆ เพลาพวกนี้ต้องการรูปร่างและขนาดที่ถูกต้องจริงๆ แม้ในขณะที่ใช้งาน

#### 2.8.2.3 เพลาคาน Axles

เพลานชนิดนี้ใช้ต่ออยู่ระหว่างล้อของรถยนต์รถบรรทุก รถพ่วง ฯลฯ (บางครั้งเรียกว่าคาน) โดยปกติแล้วเพลาแบบนี้ไม่ได้ออกแบบไว้ให้หมุน แต่จะให้การดัดเพียงอย่างเดียว นอกจากในกรณีที่ถูกออกแบบให้ใช้เป็นเพลาชับเท่านั้น

นอกจากจะแบ่งเพลาตามชนิดของโลกแล้วอาจจะแบ่งออกตามชนิดของรูปร่างได้ อีกคือ เพลาตรง เพลาข้อเหวี่ยง ใช้เป็นเพลาประธานของเครื่องยนต์ลูกสูบ เพลาอ่อน Flexible Shafts ที่ใช้ถ่ายทอดกำลังน้อยๆ และในทิศทางใดๆ เป็นต้น

#### จุดสำคัญในการออกแบบเพลา

1) ความแข็งแรงของเพลา เพลาที่ถ่ายทอดกำลังจะต้องรับการบิดและการดัดหรือทั้งสองอย่าง แต่มีเพลาบางแบบที่อาจจะรับการดึงหรือการอัดด้วย

นอกจากนี้ยังจะต้องพิจารณาเรื่องการล้า การกระแทก หรืออิทธิพลของการรวมจุดความเค้น Stress Concentration เนื่องมาจากการเปลี่ยนขนาดเพื่อทำป่า หรือเมื่อมีการเขาระง่องลิม

2) ความแข็งแรงของเพลา นอกจากจะต้องแข็งแรงพอแล้วในขณะที่ใช้งาน เพลาอาจจะโก่งหรือบิดเบี้ยวมากอันอาจจะทำให้ผลผลิตที่ผลิตโดยเครื่องจักรนั้นๆ ผิดพลาดไปด้วยเหตุนี้ ในการออกแบบเพลาจึงต้องนำเอาความแข็งแรงเข้ามาพิจารณาร่วมกับความแข็งแรงด้วย

3) ความเร็ววิกฤติ ถ้าความเร็วของเฟลาถูกเพิ่มขึ้นมากๆ จะพบว่าที่ความเร็วหนึ่ง เฟลามีความสั่นสะเทือนมากขึ้นอย่างผิดปกติในทันทีทันใด ความเร็วที่เกิดการสั่นสะเทือนมากนี้ เรียกว่า “ความเร็ววิกฤติ” อาการเช่นนี้มักจะเกิดกับกังหันที่หมุนด้วยความเร็วสูง หากเราทิ้งไว้ที่ ความเร็วนี้เป็นเวลานานพอเฟลาอาจเสียหาย

4) การกักคร่อน จะต้องเลือกทำด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติต่อต้านกับการกักคร่อนได้ดี (รวมทั้งพลาสติกด้วย) การเลือกวัสดุที่ถูกต้องและเหมาะสมจะช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร และลดเวลาที่ต้องหยุดซ่อมแซมก่อนถึงเวลาอันสมควร

2.8.3 **แบร์ริง** แบร์ริงเป็นส่วนเครื่องกลรองรับการหมุนรอบ Rotating การแกว่งไปมา Oscillating ของชิ้นส่วนอีกชิ้นหนึ่ง ซึ่งทำให้การเสียดทานระหว่างชิ้นส่วนทั้งสองชิ้นนี้ลดลงเป็นอย่างมากเนื่องจากว่าได้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางเกี่ยวกับการส่งถ่ายกำลังและพบว่าประมาณ 30% ของกำลังทั้งหมดได้สูญเสียไปเนื่องจากการเสียดทานดังนั้นความรู้เรื่องการเสียดทานและการลดการเสียดทานของแบร์ริงย่อมจำเป็นสำหรับผู้จะคำนวณออกแบบเครื่องกลทั้งหลาย

แบร์ริงมีหน้าที่จับเพลารोटอร์ให้หมุนได้เที่ยง คล่อง และกินกำลังให้น้อยที่สุด แบร์ริงที่ใช้มี 2 ประเภท คือแบร์ริงธรรมดาที่ไม่ฝืดและบอลแบร์ริง แต่ละประเภทมีข้อดีข้อเสียในลักษณะต่างๆ กัน

2.8.3.1 **การเลือกใช้แบร์ริง** การเลือกใช้แบร์ริงให้เหมาะสมกับงาน จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆดังต่อไปนี้

- 1) ขนาด และทิศทางของแรงที่กระทำต่อแบร์ริง
- 2) ความเร็วหมุนของแหวนวงใน และแหวนวงนอก
- 3) อายุการใช้งานของแบร์ริง ที่ต้องการ
- 4) ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่าง แหวนวงใน - แหวนวงนอก กับ อุณหภูมิภายนอก
- 5) ความเที่ยงของแกนของแบร์ริง ที่ต้องการ
- 6) ขนาดของแรงบิดที่เกิดจากการเสียดทาน และความดังของเสียงที่เกิดขึ้น
- 7) ชนิดของน้ำมันหล่อลื่นที่ต้องการจะใช้
- 8) จำนวนแบร์ริงที่ใช้รับแรง
- 9) โลหะที่ใช้ทำเพลลา และเปลือกตุ๊กตา จะต้องเรียบ และได้แนวเส้นตรง
- 10) เนื้อที่สำหรับแบร์ริง จำกัดหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาของแบริ่งที่เกิดขึ้นซ้ำๆ ส่วนใหญ่จะสามารถแก้ไขได้โดยเปลี่ยนชนิดของแบริ่ง ถึงแม้ว่าบางครั้งเราอาจไม่ทราบปัญหาที่แท้จริงของความเสียหายนั้นก็ตาม แบริ่งต่างๆ มีความสามารถ สมรรถนะ การใช้งาน และมีจุดอ่อนจุดแข็งต่างๆ ที่ควรพิจารณาเพื่อเลือกชนิดของแบริ่งที่เหมาะสมดังต่อไปนี้

- ความสามารถในการรับแรง
- ชีตจำกัดความเร็ว
- ความสามารถในการรับแรงลุน (THREST)
- ชีตจำกัดความไม่ตรงแนว (MISALIGNMENT)
- เคลียแรนซ์ (CLEARANCE) ภายในของแบริ่ง

2.8.3.2 ชีตจำกัดความเร็ว ปัญหาด้านชีตจำกัดความเร็วนี้เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องอุณหภูมิขณะทำงานของแบริ่งโดยตรง แบริ่งลูกกลิ้งกึ่งทรงกลมซึ่งเป็นแบริ่งที่มีค่าความสามารถรับแรงสูงกว่าแบบอื่นซึ่งมีขนาดเท่ากันแต่กลับมีค่าจำกัดความเร็วต่ำกว่าแบบอื่น ทั้งนี้เพราะการเคลื่อนที่ของเม็ดลูกปืนของแบบลูกกลิ้งกึ่งทรงกลมนี้มีทั้งการกลิ้ง (rolling) และการลื่นไถล (skidding) ทำให้เกิดความร้อนมากกว่าลูกปืนแบบเม็ดกลม หรือลูกกลิ้งซึ่งมีการเคลื่อนตัวแบบกลิ้งเพียงอย่างเดียว ลักษณะการหล่อลื่นเป็นตัวประกอบหนึ่งที่ยกจำกัดความเร็วในการใช้งานของแบริ่ง น้ำมันหล่อลื่นทำให้เกิดความร้อนน้อยกว่า และถ่ายเทความร้อนได้เร็วกว่าจารบี ดังนั้นชีตความเร็วจำกัดของลูกปืนที่ใช้จารบีจะต่ำกว่าแบบที่ใช้ น้ำมันหล่อลื่น โดยเฉลี่ยแล้วจะมีค่าประมาณ 1/3 - 1/2 เท่า ในบางครั้งแบริ่งที่ใช้ต้องรับแรงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่ก็เกิดความเสียหายเนื่องมาจากความร้อนที่เกิดขึ้น ในกรณีนี้การเปลี่ยนแบริ่งมาใช้เป็นแบบแบริ่งเม็ดกลมจะสามารถแก้ปัญหาได้ การเปลี่ยนชนิดของน้ำมันหล่อลื่นให้ใสขึ้น การเลือกแบริ่งเม็ดกลมจะสามารถแก้ปัญหาได้ การเปลี่ยนชนิดของน้ำมันหล่อลื่นให้ใสขึ้น การเลือกแบริ่งซึ่งมีเคลียแรนซ์มากขึ้นก็สามารถที่จะเพิ่มชีตจำกัดความเร็วของแบริ่งได้

2.8.3.3 ความสามารถรับแรงลุน ความสามารถในการรับแรงลุนขึ้นโดยตรงกับลักษณะและขนาดของมุมสัมผัสระหว่างเม็ดลูกปืนกับตัวดัลบ ลูกปืนแบบเม็ดกลมชนิดที่ออกแบบให้รับแรงลุน สามารถรับแรงลุนได้เกือบ 3 เท่าของลูกปืนเม็ดกลมแบบธรรมดา เนื่องจากมีการขยายป้อออกไปให้มีมุมสัมผัสกว้างขึ้น ในทำนองเดียวกันลูกปืนแบบลูกกลิ้งกึ่งทรงกลมสามารถรับแรงลุนได้ดีพอสมควรในขณะที่ลูกปืนแบบลูกกลิ้งธรรมดา รับแรงลุนไม่ได้ มอเตอร์ที่ใช้งานในลักษณะแกนอยู่ในแนวตั้ง ย่อมจะมีแรงลุนเกิดขึ้น การใช้แบริ่งแบบรับแรงแนวเอียง จะสามารถยืดอายุใช้งานของแบริ่งไปได้กว่า 30 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3.4 ขีดจำกัดความไม่ตรงแนว ความสามารถในการรับความไม่ตรงแนวระหว่างแนวศูนย์กลางของตัวเสื้อที่ลูกปืนสวมอยู่กับแนวศูนย์กลางของเพลลาขึ้นโดยตรงกับลักษณะของเม็ดลูกปืนและตัวคัลป์ เช่นเดียวกับความสามารถรับแรงลุน ตารางแสดงคุณสมบัติเปรียบเทียบของแบร้งต่างๆ 6 ชนิด

ชนิดแบร้ง	คุณสมบัติเปรียบเทียบโดยเฉลี่ย			
	การรับแรงแนวรัศมี	แรงลุน	ขีดจำกัดความเร็ว	ความไม่ตรงแนว
ชนิดธรรมดา	1.00	0.75	1.00	0 15
แบบเม็ดกลม				
ชนิดรับแรงแนวเอียง	1.00	1.00	1.00	0 2
ชนิดแฉกเบี่ยงเบนแกนได้	0.70	0.20	1.00	4
แบบลูกกลิ้ง	3.00	0	1.00	0 5
แบบลูกกลิ้งกึ่งทรงกลม	6.00	1.70	0.50	1
แบบซี่ม	2.00	0	0.51	0 2

2.8.3.5 เคลือบแรนซ์ภายในแบร้ง เคลือบแรนซ์ในที่นี้หมายถึงช่วงห่างในแนวรัศมีระหว่างเม็ดลูกปืนกับตัวคัลป์ช่องว่างอันนี้มีขนาดเล็กมาก โดยทั่วจะมีขนาดเพียง 0.0003 ถึง 0.0008 นิ้วหรือเฉลี่ยเท่ากับ 0.55 มิล สำหรับแบร้งขนาด 2 นิ้ว เคลือบแรนซ์ที่กล่าวมานี้เป็นขนาดเมื่อคัลป์แบร้งยังไม่สวมกับเพลลา หลังจากที่สวมเข้ากับเพลลาแล้ว เนื่องจากตัวลูกปืนจะต้องรัดแน่นกับเพลลาทำให้การสวมต้องมีอินเตอร์เฟอร์เรนซ์ฟิต การแบร้งทุกอันจะต้องเผื่อช่องว่างหรือเคลือบแรนซ์ไว้ก็เพื่อให้มีการถ่ายความเค้นไปทั่วๆ ในระยะที่แบร้งทำงาน เม็ดลูกปืนด้านที่รับแรงจะถูกกดทำให้เคลือบแรนซ์ในด้านตรงข้ามกับทิศทางของแรงมีขนาดกว้างขึ้นเล็กน้อย เม็ดลูกปืนในบริเวณที่ไม่ต้องรับโหลดนี้จะหมุนได้อย่างอิสระ ซึ่งจะทำความเค้นที่เม็ดลูกปืนได้ถ่ายไปทั่วๆ

2.8.3.6 มาตรฐานการกำหนดขนาดของเคลือบแรนซ์ ตามมาตรฐานของ แบ่งเป็น 4 ระดับคือ แบบคัลป์ ธรรมดา หลวม และหลวมมาก แบริ้งที่มีขนาดเคลือบแรนซ์คัลป์หรือหลวมกว่าแบบธรรมดา มักจะแสดงคัลป์แบร้งด้วยอักษร ซี และตามด้วยเลข 2,3,4... แล้วแต่แบบของแบร้ง สำหรับแบร้งเม็ดกลมนั้น ซี 2 จะหมายถึง แบริ้งแบบคัลป์ ซี 3 และ ซี 4 หมายถึงแบร้งแบบหลวมจะหลวมมากตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.4 สายพาน การส่งกำลังจากเพลานึงไปสู่อีกเพลานึง โดยใช้สายพานนั้น เป็นวิธีส่งกำลังซึ่งถูกและลงทุนน้อยกว่าอย่างอื่น เนื่องจากการติดตั้งต่างๆ ไม่ยุ่งยากและค่าบำรุงรักษาต่ำ ประสิทธิภาพการใช้งานก็ดีพอสมควร นอกจากนั้นยังมีข้อดีด้านการใช้งาน คือ ช่วยผ่อนคลายแรงกระแทก (shock load) ทำให้งานของเครื่องเรียบขึ้น แต่การใช้สายพานมีข้อเสียที่อายุใช้งานมักสั้นกว่าและไม่แข็งแรงเท่าการส่งกำลังโดยใช้โซ่ และเกียร์ อย่างไรก็ตามพัฒนาการด้านการออกแบบสายพาน โดยปรับปรุงวัสดุที่ใช้เสริมกำลังให้แข็งแรงขึ้น สามารถทำให้นำไปใช้งานหนักๆ แทนที่โซ่หรือเกียร์ได้

#### ชนิดของสายพาน

การแบ่งจำนวนของสายพานนั้นใช้ลักษณะหน้าตัดของมันเป็นบรรทัดฐานในการแบ่งได้ 2 พวกใหญ่ ๆ คือ

2.8.4.1 สายพานรูปตัววี เป็นสายพานส่งกำลังที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดใช้งานที่ต้องการแรงจุดสูง และความเร็วสูงพอสมควร อายุการใช้งานยาวกว่าสายพานแผ่นแบน

สายพานรูปตัววีใช้งานได้ดีในช่วงความเร็ว 1,500-6000 ฟุตต่อนาทีแต่สายพานโพลียูรีเทน (poly urethane เป็นยางสังเคราะห์ชนิดหนึ่ง) ชนิดที่มีหน้าแคบและทำมุม 60° สามารถใช้ได้ถึงความเร็ว 10,000 ฟุตต่อนาที การที่เราไม่สามารถใช้สายพานในการส่งกำลังที่ความเร็วสูงๆ มาก เพราะแรงหนีศูนย์กลาง ซึ่งเพิ่มขึ้นตามค่ากำลังสองของความเร็วจะมีขนาดใหญ่ และเหยี่ยงให้สายพานขยายออกจนไม่เกาะกับมู่เล่นั่นเอง อย่างไรก็ตามในบางครั้งเราก็อาจจะคุ้มที่จะใช้สายพานที่ความเร็วต่ำขนาด 300 ฟุตต่อนาทีก็ได้ เนื่องจากทนทานของสายพานที่ความเร็วต่ำนั่นเอง

#### มาตรฐานของสายพานแบบวี

มาตรฐานควบคุม ขนาดสัดส่วนของสายพานเพื่อให้บริษัทผู้ผลิตใช้เป็นมาตรฐานอันเดียวกันมีมาตรฐานของ ANSI (American National Standards Institute), RMA (Rubber Manufacturer Association) และ MPTA (Mechanical Power Transmission Association) ของอเมริกา เราแบ่งมาตรฐานของสายพานเป็นกลุ่มๆ ตามลักษณะหน้าตัดของมันดังนี้

สายพานสำหรับงานอุตสาหกรรม แบ่งเป็น

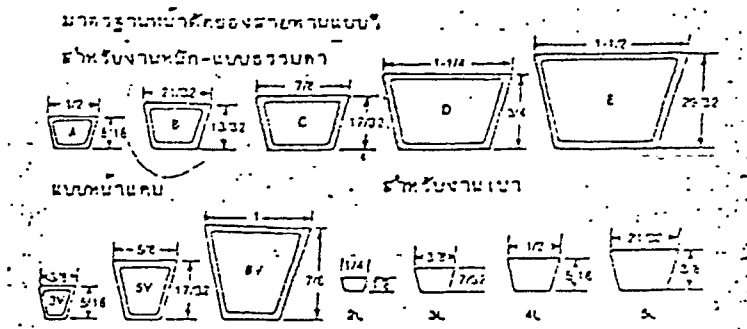
- สายพานสำหรับงานหนัก มีด้วยกัน 2 แบบ
  - ก. แบบธรรมดา (Conventional) มีหน้าตัดเป็นแบบ A,B,C,D,E
  - ข. แบบหน้าแคบ (narrow)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สายพานสำหรับงานเบา ใช้ส่งกำลังต่ำกว่า 1 แรงม้า มาตรฐานหน้าตัดคือ 2L, 3L, 4L, 5L
- สำหรับสายพานแบบดิ่งเบิ้ลวี ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับเอาสายพานแบบวี 2 เส้นมาซ้อนกัน หลังชนหลัง มีผลัดเฉพาะหน้าตัดของสายพานแบบธรรมดาเป็น AA, BB, CC, DD

### ภาพที่ 35

#### มาตรฐานสัดส่วนของสายพานรูปตัววี



- สายพานสำหรับงานเกษตรกรรม โดยทั่วไปสายพานสำหรับเกษตรกรรมจะมีสัดส่วนหน้าตัดเหมือนกับสายพานสำหรับงานอุตสาหกรรมแบบธรรมดา แต่เพื่อแยกชนิดไม่ให้เหมือนกัน จึงกำหนดสัญลักษณ์ให้ต่างกันโดยเติมตัวไปข้างหน้า
- สายพานรถยนต์ ขนาดและลักษณะของสายพานแบบนี้ควบคุมโดยมาตรฐานมีอยู่ 6 ขนาด ตามขนาดความกว้างด้านบนของสายพานดังนี้ คือ 0.380, 0.500 11/16 3/4, 7/8 และ 1 นิ้ว ขนาด 0.380 และ 0.500 เป็นขนาดที่ใช้กันมากที่สุด

#### วิธีบอกขนาดและความหมายของโค้ดต่างๆ

วิธีบอกขนาดเป็นโค้ดสำหรับสายพานอุตสาหกรรมจะต้องเขียนเรียงกันดังนี้

1. บอกชนิดเป็น A, B, SV หรือ 2L เป็นต้น
2. บอกความยาว
  - ก. สำหรับสายพานแบบธรรมดา ตัวเลขแสดงความยาว หมายถึงความยาวเป็นนิ้ว
  - ข. สายพานแบบหน้าแคบ ตัวเลขแสดงความยาว หมายถึง 10 เท่าของความยาวจริงที่เป็นนิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B90	หมายถึง	หน้าตัดแบบ	B	ความยาวสายพาน	90	นิ้ว
5V 1400	"	"	5V	"	"	= 140 "
2L 80	"	"	2L	"	"	= 80 "

### โครงสร้างของสายพานแบบตัววี

โครงสร้างของสายพานแบบตัววี แบ่งเป็น 5 ส่วน ดังนี้ คือ

- 1) ส่วนผิวนอก เป็นส่วนที่สัมผัสกับมู่เล่ จะต้องใช้วัสดุที่ทนต่อการขัดสี และสึกกร่อนได้ดีเป็นพิเศษ
- 2) ส่วนรับแรง มีทั้งแบบเส้นใยชั้นเดียว หรือหลายชั้นซ้อนกัน เส้นใยเป็นเส้นใยสังเคราะห์พวก เรยอน ไนลอน หรือบางชนิดเป็นเส้นลวด
- 3) ส่วนที่เป็นเบาะทำหน้าที่ยึดเส้น ใยรับแรงให้อยู่ในตำแหน่งเดิมของมัน และให้เกาะติดอยู่กับส่วนที่เป็นยางด้านบนและด้านล่าง
- 4) ส่วนที่เป็นยางด้านบน ช่วยรักษาแนวตรงของสายพาน นอกจากนี้ยังช่วย ทำให้เส้น ใยรับแรงเฉลี่ยไปเท่าๆ กัน
- 5) ส่วนรับแรงกด ทำหน้าที่พยุงส่วนรับแรง และเป็นตัวถ่ายแรงจากเส้น ใย จากเส้น ใยรับแรง ไปสู่มู่เล่

### แบบต่างๆ ตามลักษณะโครงสร้างของสายพานรูปตัววี

แบบสแตนดาร์ด มีทั้งแบบเส้นใยรับแรงชั้นเดียวและหลายชั้น แบบเส้น ใยชั้นเดียวส่วนมากใช้ได้ดีกับงานที่ความเร็วสูงมีระยะระหว่างมู่เล่สั้นและมู่เล่มีขนาดเล็ก

แบบซูเปอร์ โครงสร้างทั่วไปคล้ายกับแบบสแตนดาร์ด แต่ทำด้วยวัสดุที่แข็งแกร่งกว่า ใช้กำลังได้สูงกว่าสแตนดาร์ดประมาณ 30%

แบบเสริมด้วยเส้นลวด เป็นแบบที่แข็งแรงที่สุดสามารถใช้อย่างมีประสิทธิภาพที่ความเร็วถึง 10,000 ฟุตต่อนาที แต่มีข้อจำกัดการใช้มากกว่า การตั้งแนวตรงของมู่เล่มีความจำเป็นต่อการใช้สายพานแบบนี้

แบบหน้าในเป็นเฟือง การทำหน้าที่ด้านล่างเป็นที่ๆ แบบเฟืองก็เพื่อให้หัวสายพานยึดหยุ่นงอตัวได้มาก เพื่อสามารถใช้กับมู่เล่ขนาดเล็กกว่าปกติสายพานแบบนี้ไม่เหมาะสำหรับงานที่มีความเร็วสูง เพราะจะเกิดเสียงดังมาก

สายพานต่อปลาย เป็นเส้นสายพานตัดความยาวตามต้องการแล้วต่อปลาย ใช้สำหรับการส่งกำลังไม่สูงนัก และความเร็วต่ำกว่า 4,000 ฟุต/นาที ลักษณะการจัดตัวของเส้นใยรับแรงของสายพานแบบนี้ ได้รับการออกแบบให้ยึดกับอุปกรณ์ที่ใช้ต่อได้ดีซึ่งต่างจากโครงสร้างของแบบอื่นๆ

แบบเป็นข้อๆ มีข้อดีเช่นเดียวกับแบบต่อปลาย สามารถต่อตามความยาวที่ต้องการได้ ในช่วงแรกๆ สายพานแบบนี้มักจะยึดเล็กน้อยจนกว่าจะพ้นช่วง รัน - อิน จึงจะใช้งานได้ดี

แบบดับเบิลวี ใช้สำหรับการส่งกำลังที่มีการหักโค้งงอของสายพานสองด้าน หรือต้องการใช้หน้าที่เป็นลิ้มทั้งสองหน้านั้นเอง

แบบหน้าแคบ โครงสร้างทั่วไปเหมือนแบบสแตนดาร์ด แต่หน้าแคบกว่าใช้ส่งกำลังได้สูงกว่าแบบสแตนดาร์ดที่ความเร็วและขนาดของมู่เล่เท่ากัน เนื่องจากมีผิวสัมผัสด้านข้างมากกว่า

แบบมุกกว้าง ลดการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานให้น้อยที่สุด ใช้อย่างกว้างขวางในงานตั้งแต่อุปกรณ์สำนักงานจนถึงรถยนต์และอุตสาหกรรมเบา สามารถใช้กับมู่เล่ได้เล็กถึง 0.67 นิ้ว ที่ 10,000 ฟุตต่อนาที

แบบเปลี่ยนแปลงความเร็ว การเปลี่ยนแปลงความเร็วในที่นี้มีได้หมายถึงกรณีที่ยุคเครื่องแล้วเปลี่ยนอัตราครอบโดยเปลี่ยนมู่เล่ แต่การเปลี่ยนแปลงความเร็วในที่นี้เกิดจากการปรับความกว้างของร่องมู่เล่ เพื่อให้สายพานอยู่ในตำแหน่งตื้น หรือลึกแล้วแต่ความกว้างของร่องมู่เล่สายพานที่ใช้งานแบบนี้มีหน้าแบนและกว้างกว่ามีความแข็งแรงด้านขวางมากกว่าแบบอื่น

2.8.4.2 สายพานแบน สายพานแบนใช้ในการส่งกำลัง เช่นเดียวกับสายพานรูปตัววี แต่หลักของการส่งกำลังของสายพานทั้งสองแบบต่างกัน สายพานแบนอาศัยความเสียดทานระหว่างผิวอย่างเดียวนั้น แต่สายพานรูปตัววีอาศัยหลักการลิ้มประกอบด้วย

สายพานแบนเหมาะสำหรับงานส่งกำลังต่ำแต่ความเร็วสูง ในกรณีขนาดการส่งกำลังเท่ากัน สายพานรูปตัววีจะมีขนาดกระทัดรัดกว่า แต่สายพานแบนเนื่องจากความหนาน้อยกว่าทำให้อุณหภูมิจะทำงานไม่สูงขึ้นมาก โดยเฉพาะในกรณีมู่เล่เล็กๆ จึงทำให้อายุใช้งานยาวกว่า

ข้อเสียที่สำคัญข้อหนึ่ง ซึ่งทำให้สายพานแบนไม่สามารถใช้ส่งกำลังได้สูงเท่าสายพานรูปตัววี ก็คือปัญหาเรื่องการลื่น (slip) กับผิวของมู่เล่การป้องกันมิให้เกิดการลื่นจะต้องเพิ่มแรงดึงของสายพานเพื่อให้มีแรงเสียดทานขึ้นแต่จะมีผลเสียตามมาก็คือ แบริ่งของเพลาจจะสึกหรือเร็ว

สายพานแบบที่ใช้กันมี 2 แบบคือ แบบที่มีเส้นใยเสริมกำลัง (reinforced) เพื่อให้มีความแข็งแรงสูง และแบบที่ไม่มีเส้นใยเสริมกำลัง (nonreinforced) ทั้งสองแบบมีทั้งแบบซึ่งเป็นการความยาวมาตรฐาน และแบบเป็นเส้นมาตัดต่อเอาความยาวที่ต้องการ แบบที่มีรอยต่อจะใช้งานสู้แบบเป็นวงมาเลยไม่ได้ เพราะมันมีจุดอ่อนตรงรอยต่อ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดเสียงดัง

ยังมีสายพานอีกสองชนิดที่จัดอยู่ในพวกของสายพานแบน แต่มีผิวสัมผัสกับมู่เล่แตกต่างออกไป ได้แก่

1. สายพานแบบโพลีวี (poly - V) สายพานโพลีวี มีลักษณะเป็นสายพานแผ่นแบนแต่หน้าในเป็นร่องแบบลูกฟูกแบบฟันปลาในแนวยาวตามแนวของสายพาน การทำเป็นร่องฟันปลาก็เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสกับมู่เล่ (ซึ่งทำเป็นช่องขนาดเดียวกัน) ทำให้ความเสียดทานระหว่างผิวมีมากขึ้น ช่วยลดแรงดึงที่ต้องการของสายพานลง แต่ก็ยังต้องการแรงดึงสูงกว่าสายพานรูปตัววี

2. สายพานแบบซิงโครนัส (synchronous) สายพานแบบซิงโครนัส ความจริงสายพานแบบนี้ก็คือโซ่ที่ทำด้วยยางนั่นเอง ผิวหน้าในทำเป็นซี่ๆ แบบฟันเฟือง มู่เล่มีลักษณะคล้ายเกียร์ โดย pitch หรือขนาดของเฟืองเท่ากัน การส่งกำลังโดยสายพานแบบนี้จะไม่มีอาการลื่น (slip) เกิดขึ้นเลย เช่นเดียวกับการใช้โซ่ ในบางครั้งเราเรียกว่า timing belt ขนาดในสุดของสายพานชนิดนี้ส่งกำลังได้ถึง 250 แรงม้า และบางแบบใช้กับความเร็วได้สูงกว่า 16,000 ฟุตต่อนาที สายพานแบบซิงโครนัส มีข้อดีกว่าโซ่และเกียร์ตรงที่ทำงานเงียบกว่ามาก และไม่ต้องการการหล่อลื่นเช่นเดียวกับโซ่หรือเกียร์ เราจึงมักใช้แทนโซ่หรือเกียร์เสมอๆ

2.9 ข้อมูลพื้นฐานของน้ำ นักวิทยาศาสตร์ได้แบ่งประเภทของน้ำตามแหล่งที่มา (CLASSIFICATION OF WATER SOURCES) ได้เป็น 2 ประเภท

2.9.1 แบ่งตามแหล่งน้ำ (SOURCE) เป็นน้ำที่พบตามแหล่งน้ำธรรมชาติต่างๆ ไป แบ่งตามของน้ำได้เป็นประเภทย่อย 3 ประเภท

2.9.1.1 น้ำฝน เป็นน้ำธรรมชาติที่สะอาดที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.1.2 น้ำผิวดิน น้ำตามแหล่งน้ำบนพื้นผิวโลก เช่น คลอง, บึง, คูน้ำ, น้ำประเพณีนี้มีปริมาณ BACTERIA สูงมาก บางครั้งน้ำชนิดนี้ถูกเจือปนด้วยสิ่งปฏิกูลต่างๆ ฉะนั้นการนำน้ำชนิดนี้มาบริโภคจำเป็นต้องผ่านขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพของน้ำก่อน

2.9.1.3 น้ำใต้ดินมีปริมาณของ BACTERIA น้อยมากในบางแห่งจะไม่มีเลย ส่วนใหญ่จะมีสารเจือปนประเภทเกลือ, แร่ธาตุต่างๆ อยู่มาก

2.9.2 แบ่งตามวิธีทางสุขาภิบาล (SANITARY LABORATORY) เป็นน้ำที่ถูกแปลงสภาพถูกเจือปนด้วยสิ่งเจือปนที่มนุษย์หรือสิ่งแวดล้อมเป็นตัวกลางที่ทำให้เกิดขึ้น น้ำประเพณีถูกแยกเป็นชนิดย่อยๆ อีก 3 ชนิด

2.9.2.1 CLEAN WATER น้ำสะอาดที่ปราศจากสิ่งเจือปนต่างๆ

2.9.2.2 POLLUTED WATER น้ำสกปรกที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือถูกตัวกลางทำให้เกิดขึ้น

2.9.2.3 CONTAMINATED WATER น้ำที่มีพวก HUMAN WASTE, ANIMAL WASTE อารวมถึงสารมีพิษต่างๆ ยังผลถึงผู้บริโภคเกิดสิ่งผิดปกติภายในร่างกายสิ่งเจือปนในน้ำ (IMPURITIES)

### ข้อมูลด้านการใช้น้ำของชุมชน

การใช้น้ำของชุมชน (WATER DEMAND)

การใช้น้ำในชุมชนต่างๆ จะแตกต่างกันไปตามลักษณะความต้องการขนาดของชุมชนและวัตถุประสงค์ของชุมชนนั้นๆ โดยเฉลี่ยแล้วจะพบว่า การใช้น้ำของชุมชนโดยทั่วไปแบ่งการใช้ได้ดังนี้

- (1) ใช้น้ำดื่มและหุงต้ม
- (2) ใช้อาบและการซักล้าง
- (3) ใช้ในการหล่อเย็น (COOLING) และการปรับอากาศ
- (4) ใช้น้ำรดต้นไม้สนามหญ้า
- (5) ใช้น้ำล้างถนนและทำความสะอาดสถานที่สาธารณะ
- (6) ใช้น้ำในสถานพักผ่อน
- (7) ใช้น้ำขับเคลื่อนสิ่งโสโครก
- (8) การพลังน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (9) ใช้ในกิจการอุตสาหกรรม
- (10) ใช้ในการกสิกรรม
- (11) ใช้ในการดับเพลิง

### องค์ประกอบที่เป็นผลกระทบกระเทือนต่อการใช้น้ำ

ปริมาณการใช้น้ำในแต่ละชุมชนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังต่อไปนี้

- (1) ขนาดของชุมชน (SIZE OF COMMUNIT OR CITY)
- (2) จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่มีอยู่ในชุมชน ( THE PRESENT OF INDUSTRY ). หากในชุมชนใดมีโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้น้ำในระบบการผลิตมาก ปริมาณน้ำที่ต้องการก็จะมากตามไปด้วย
- (3) คุณภาพของน้ำ (QUALITY OF WATER) หากน้ำมีคุณภาพดีประชาชนก็ย่อมนิยมใช้น้ำมาก โรงงานอุตสาหกรรมก็เช่นเดียวกัน หากน้ำมีคุณภาพทางเคมีไม่ได้มาตรฐาน หม้อน้ำหรือท่อน้ำก็อาจจะชำรุดได้ง่ายเมื่อเป็นเช่นนี้ปริมาณการใช้น้ำก็จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อคุณภาพของน้ำนั้นดี
- (4) ค่าหรือราคาของน้ำ (COST OF WATER) เมื่อน้ำมีราคาถูกประชาชนผู้ใช้น้ำก็ย่อมจะมีแนวโน้มที่จะใช้น้ำมาก
- (5) สภาพอากาศ (THE CLIMATE) สภาพอากาศนับว่ามีอิทธิพลต่อการใช้น้ำมากในเขตหนาวประชาชนจะใช้น้ำน้อยตรงข้ามกับในเขตร้อนจะมีปริมาณการใช้น้ำสูง อัตราการใช้น้ำจะแตกต่างกันออกไป
- (6) มาตรฐานการครองชีพ (STANDRAD OF LIVING) อัตราการใช้น้ำของประชาชนย่อมเปลี่ยนแปลง และแตกต่างกันออกไปตามลักษณะการดำรงชีพ
- (7) การมีประปาเอกชน (AVAILABLE OF PRIVATE WATER SUPPLY) เอกชนทำการผลิตน้ำประปาบริการด้วยก็จะมีผลต่อการผลิตน้ำประปาของรัฐ
- (8) ความดันน้ำในระบบการจ่ายน้ำ (PRUSSURE IN THE DISTRIBUTION SYSTEM) น้ำที่ความดันสูงย่อมให้บริการแก่ประชาชนได้ดีกว่า ซึ่งก็จะทำให้ประชาชนนิยมใช้น้ำมากขึ้น
- (9) ระบบการบริหารงานของกิจการประปา (MANAGEMENT OF THE SYSTEM) ในกิจการประปาถ้าหากมีการควบคุมดูแลใกล้ชิดก็จะทำให้ลดปริมาณน้ำที่สูญเสียโดยเปล่าประโยชน์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ความจำเป็นของน้ำต่อการใช้งาน

- 1) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญและจำเป็นในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต คนและสัตว์มีน้ำประมาณ 2 ใน 3 ของน้ำหนักร่างกาย พืชมีน้ำประมาณร้อยละ 50-90 น้ำมีอยู่ในเซลล์ทุกเซลล์ของร่างกาย
- 2) เป็นตัวทำละลายที่ดี สามารถละลายสารต่างๆ ไว้ในเซลล์และร่างกายได้มาก ทำให้ร่างกายใช้ประโยชน์จากสารเหล่านี้ได้เต็มที่
- 3) จำเป็นสำหรับการทำงานของเซลล์และปฏิกิริยาเคมีในร่างกาย เซลล์ในร่างกายจะไม่สามารถทำงานได้เมื่อน้ำขาด แต่ถ้ายิ่งน้ำเกินร้อยละ 10 จะป่วยหนัก และจะถึงตายได้ถ้าเสียน้ำร้อยละ 20 โดยเฉพาะเด็กการเสียน้ำจากร่างกายจะเกิดอันตรายรุนแรงและรวดเร็วมากกว่าผู้ใหญ่
- 4) ทำหน้าที่ขนส่งสารต่างๆ ในร่างกาย ในร่างกายสำหรับหน้าที่เกี่ยวกับการขนส่งนี้ร่างกายต้องใช้น้ำวันละร้อยละ 10 ปอนด์ทุกวัน
- 5) เป็นสารจำเป็นในการสะสมอาหารไว้ในร่างกายสัตว์หรือคนที่ขาดน้ำจะหยุดการเจริญเติบโต จากการศึกษาค้นคว้าพบว่าร่างกายต้องการใช้น้ำ 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในการเก็บไกลโคเจนหรือโปรตีน 1 กรัมและต้องใช้น้ำ 1-2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในการเก็บไขมัน 9 กรัม
- 6) ช่วยควบคุมอุณหภูมิร่างกายไม่ให้เปลี่ยนแปลงตามสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้เพราะคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำที่สามารถเก็บความร้อนไว้ได้มาก โดยไม่ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น การที่น้ำเก็บความร้อนไว้ได้สูงหรือมีความร้อนแฝงสูงดังกล่าวแล้ว (1 กรัม เก็บความร้อนได้ 540 กิโลแคลอรี) จึงทำให้ร่างกายเย็นลงหรือสูญเสียความร้อน ได้มากเมื่อมีการระเหยของเหงื่อ
- 7) ช่วยรักษาความเป็นกรดด่างของเลือดและสมดุลของเกลือในร่างกาย

## 2.10 ระบบระบายน้ำเบื้องต้น

2.10.1 ประเภทของน้ำทิ้ง น้ำทิ้งมีหลายประเภท ซึ่งแบ่งโดยทั่วๆ ไปได้เป็น 4 ประเภทดังนี้

2.10.1.1 น้ำโสโครก (soil) คือน้ำที่ระบายมากจากเครื่องสุขภัณฑ์เช่น โถส้วม, ที่ปัสสาวะอ่างล้างสิ่งสกปรก, ที่ล้างเบดพาน (bed pan) และบิเดท์ (bidets)

2.10.1.2 น้ำทิ้ง (waste water) คือน้ำที่ระบายมาจากเครื่องสุขภัณฑ์อื่นๆ นอกเหนือจากข้อ (7.1.1) นั่นก็คือ เครื่องสุขภัณฑ์ทั่วๆ ไปในห้องน้ำ อ่างล้างหน้า และครัว น้ำที่ระบายเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากเครื่องจักรอุปกรณ์ หรือเครื่องมือเครื่องใช้อื่นๆ เช่น หม้อกำเนิดไอน้ำ หรือเครื่องสูบน้ำที่จัดอยู่ในประเภทนี้

2.10.1.3 น้ำฝน (storm drains). หมายถึงน้ำฝนที่ระบายจากหลังคา สนาม บริเวณขึ้นลงของ และถนน ตลอดจนบริเวณอื่นๆ

2.10.1.4 น้ำทิ้งที่มีลักษณะพิเศษ (special waste) น้ำทิ้งประเภทนี้มีสิ่งสกปรกอันพึงรังเกียจ เป็นพิษหรือเป็นอันตรายอยู่ด้วย

2.10.2 ระบบระบายน้ำ (แยกตามลักษณะของน้ำ) ระบบระบายน้ำอาจแบ่งออกได้โดยทั่วไปเป็นหลายประเภทขึ้นอยู่กับชนิดของท่อ วิธีการระบายน้ำและลักษณะอื่นๆ ของสถานที่ที่ติดตั้งท่อระบายน้ำ

2.10.2.1 การแบ่งประเภทตามชนิดของน้ำทิ้ง

(ก) ระบบระบายน้ำโสโครก ระบบนี้เป็นระบบระบายน้ำโสโครกจากโถส้วม, ที่ปัสสาวะ ฯลฯ ภายในอาคารมารวมกันแล้วระบายออกไปภายนอก

(ข) ระบบระบายน้ำทิ้ง ระบบนี้เป็นระบบที่ระบายน้ำทิ้งออกจากอาคาร

(ค) ระบบระบายน้ำฝน เป็นระบบที่ระบายน้ำฝนออกจากหลังคาอาคารและสถานที่อื่นๆ โดยไม่คำนึงถึงประเภทของระบบ

(ง) ระบบระบายน้ำทิ้งพิเศษ เป็นระบบที่ระบายน้ำทิ้งที่มีลักษณะพิเศษ ดังนั้นจึงควรบำบัดเสียก่อนด้วยกรรมวิธีที่เหมาะสมที่ต้นตอ แล้วจึงจะระบายลงสู่ระบบระบายน้ำทิ้งที่ใช้อยู่ทั่วไปในการระบายน้ำทิ้งที่เกิดจากการดำรงชีวิตอยู่ประจำวัน

(จ) ระบบระบายน้ำจากครัว เป็นระบบสำหรับระบายน้ำออกจากครัว อย่างไรก็ตามวิธีการระบายน้ำออกจากครัวแบบธรรมดาซึ่งตั้งอยู่บนพื้นสูงกว่าชั้นใต้ดิน ไม่จำเป็นต้องมีระบบพิเศษ

2.10.2.2 การแบ่งประเภทตามระบบระบายน้ำ

(ก) ระบบรวม ระบบรวมเป็นระบบที่ระบายน้ำจากส่วนต่างๆ ของอาคารลงสู่ท่อเดียวกัน โดยไม่แยกประเภทว่าเป็นน้ำโสโครก หรือระบบน้ำทิ้ง แล้วระบายออกจากอาคาร

(ข) ระบบระบายน้ำแบบแยก เป็นระบบที่แยกระบายน้ำทิ้ง และน้ำโสโครกออกจากกัน

(ค) ระบบระบายน้ำแบบไม่ระบายโดยตรง (indirect) เป็นระบบที่รวมระบายน้ำทิ้งจากเครื่องสุขภัณฑ์ของชั้นต่างๆ เข้าเป็นท่อเดียวกัน โดยไม่แยกแต่ละเครื่อง มีช่องว่าง อยู่ตรงปลายท่อแบบนี้

### 2.10.2.3 การแบ่งประเภทตามระดับของการเดินท่อ

(ก) ระบบระบายโดย gravity ระบบที่ไม่ใช้ความดันระบบนี้เป็นระบบระบายน้ำตามปกติจากระดับที่สูงกว่าระบบท่อระบายน้ำโสโครกสาธารณะ

(ข) ระบบระบายน้ำจากที่ต่ำ ระบบนี้ระบายโดย gravity ไม่ได้เพราะน้ำที่จะระบายอยู่ระดับต่ำเกินไปในอาคาร ในกรณีนี้ น้ำจะรวมกันที่บ่อพักก่อนซึ่งอยู่ใต้พื้น แล้วจึงสูบขึ้นโดยใช้เครื่องสูบน้ำ

### 2.10.2.4 การแบ่งประเภทตามตำแหน่งที่ติดตั้งระบบระบายน้ำ

(ก) ระบบระบายน้ำภายใน โดยทั่วไปหมายถึง ระบบภายในอาคาร หรือภายในระยะทาง 1.0 เมตร จากกำแพงภายนอกของอาคาร

(ข) ระบบระบายน้ำภายนอก หมายถึงระบบที่ติดตั้งทางด้านท้ายน้ำของระบบภายใน ใช้ท่อแยกระหว่างระบบภายในและระบบภายนอกไม่แต่เพียงท่อระบายน้ำเท่านั้นแต่รวมถึงท่อน้ำเย็นและท่อน้ำร้อนด้วย ระยะทาง 1 เมตร นี้มิได้กำหนดขึ้นโดยกฎเกณฑ์ของทางราชการ หากแต่กระทำกันตามที่เคยปฏิบัติกันมา

## 2.10.3 ระบบระบายน้ำ (แยกตามลักษณะการเดินท่อ)

2.10.3.1 ประเภทของระบบระบายน้ำ ระบบระบายน้ำมีอยู่ 2 ระบบคือ ระบบรวม และระบบแยก ระบบแรกหมายถึงการรวมเอาน้ำโสโครกและน้ำทิ้งไว้ในท่อเดียวกัน แล้วระบายลงสู่ท่อน้ำเดียวกัน สำหรับระบบหลัง น้ำโสโครกและน้ำทิ้งจะระบายโดยแยกท่อของใครของมัน

(ก) ระบบรวม ระบบรวมเป็นระบบที่มีท่อระบายน้ำโสโครกและน้ำทิ้งร่วมกัน

(ข) ระบบแยก สำหรับระบบนี้ ท่อระบายน้ำภายในอาคารจะแบ่งออกเป็นท่อด้านซ้ายและท่อน้ำทิ้ง ซึ่งต่างก็ระบายโดยระบบท่อของตนเอง

2.10.3.2 ท่อระบายน้ำฝน ในหลักการน้ำฝนที่ตกลงบนหลังคาของอาคารจะระบายออกไปภายนอกโดยมีท่อแยกต่างหากจากท่อระบายน้ำทิ้งและน้ำโสโครก แล้วระบายลงสู่ท่อระบายน้ำฝนสาธารณะ

### 2.10.3.3 ระบบระบายน้ำแบบ gravity และระบบที่ใช้เครื่องสูบน้ำ

(ก) ระบบ gravity ระบบนี้เป็นระบบซึ่งน้ำไหลตามทางลาดภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก โดยทั่วไปการระบายน้ำจากที่อยู่สูงกว่าท่อชูเออร์ จะระบายโดยใช้วิธีนี้ ซึ่งประโยชน์ด้านการคำนวณว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.4 การกำจัดน้ำเสีย ทฤษฎีของการกำจัดน้ำเสีย น้ำเสียจะถูกกำจัดได้โดยทางกายภาพ (PHYSICAL) ทางเคมี (CHEMICAL) และทางชีววิทยา (BIOLOGICAL) หรือ อาจแยกออกได้เป็น PHYSICAL UNIT OPERATIONS, CHEMICAL UNIT PROCESSES และ BIOLOGICAL UNIT PROCESSES ถึงแม้ว่าวิธีการของ UNIT OPERATIONS และ UNIT PROCESSES ได้ถูกใช้ร่วมกันในระบบกำจัดน้ำเสียต่างๆ ไป แต่โดยทางพื้นฐานของการกำจัดน้ำเสียแล้ว วิธีการของทั้งสองหน่วย (UNITS) นี้ จำเป็นต้องแยกออกจากกัน

หลักวิธีการที่ใช้กันในระบบการกำจัดน้ำทิ้งมีอยู่ 3 หลักใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

7.4.1 PHYSICAL UNIT OPERATIONS คือวิธีการกำจัดน้ำเสียที่ใช้วิธีทางกายภาพวิธีนี้เป็นขบวนการแรกที่ใช้ในการกำจัดน้ำเสีย ได้แก่ การดักด้วยตะแกรง (SCREENING) การกวน (MIXING) การรวมตัวของตะกอน (FLOCCULATION) การตกตะกอน (SEDIMENTATION) การทำใช้ลอย (FLOTATION) การกรอง (FILTRATION) ฯลฯ วิธีการต่างๆ ที่กล่าวข้างต้นนี้ จะได้อธิบายได้ละเอียดในบทต่อไป

2.10.4.2 CHEMICAL UNIT PROCESSES คือ วิธีการกำจัดน้ำเสีย โดยการกำจัด หรือการเปลี่ยนแปลงของที่ไม่ต้องการในน้ำเสีย โดยการเติมสารเคมีลงไป หรือโดยปฏิกิริยาทางเคมีอื่นๆ ได้แก่ การตกตะกอน (PRECIPITATION) การเติมอากาศหรือก๊าซ (GAS TRANSFER) การดึงดูด (ADSORPTION) และการฆ่าเชื้อโรค (DISINFECTION) วิธีการต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้นนี้ จะได้อธิบายต่อไป

2.10.4.3 BIOLOGICAL UNIT PROCESSES คือ วิธีการกำจัดน้ำเสียโดยวิธีทางชีววิทยาวิธีกำจัดน้ำเสียโดยทางชีววิทยาในพื้นฐานแล้ว จะกำจัดพวกสารอินทรีย์ ซึ่งสามารถย่อยสลายได้โดยพวกจุลินทรีย์ พวกสารอินทรีย์จะอยู่ในรูปของ COLLOIDAL หรือ DISSOLVED ในน้ำเสียต่างๆ ไป โดยทางพื้นฐานแล้วสารต่างๆ เหล่านี้จะถูกเปลี่ยนไปเป็นก๊าซซึ่งสามารถถูกขับออกไปในอากาศ และพวกเนื้อเยื่อของเซลล์ทางชีววิทยา ซึ่งสามารถใช้ในการกำจัด ในโตรเจนและฟอสฟอรัส ในน้ำเสียได้อีกด้วย ซึ่งในโตรเจนและฟอสฟอรัส เป็นตัวการสำคัญในการทำให้สภาพแวดล้อม ตามแม่น้ำลำคลองเกิดความเสียหาย

ขั้นตอนการกำจัดน้ำเสียโดยทั่วไปแล้ว จะแยกออกเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้ และจะแสดงถึงวิธีการกำจัดน้ำเสียหลายๆ แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) ระบบกำจัดก่อนขั้นต้น (PRELIMINARY TRACATMENT)
- 2) ระบบกำจัดขั้นต้น (PRIMARY TREATMENT)
- 3) ระบบกำจัดขั้นที่สอง (SECONDARY TREATMENT)
- 4) ระบบกำจัดขั้นสุดท้าย (ขั้นสูง) (TERTIARY TREATMENT OR ADVANCED TREATMENT)

บางที่ระบบกำจัดก่อนขั้นต้นอาจรวมกันกับระบบกำจัดขั้นต้นและเรียกรวมกันว่าระบบกำจัดขั้นต้น แต่ถ้าจะแยกกันจริงๆ แล้ว ระบบกำจัดก่อนขั้นต้น ควรจะประกอบไปด้วยการตกด้วยตะแกรง (SCREENING) การทำให้ลอย (FLOTATION) การแยกพวกน้ำมันต่างๆ (OIL SEPARATION) การแยกพวกกรวดทรายต่างๆ

## 2.11 ข้อมูลเกี่ยวกับสถิติศาสตร์

### ตารางที่ 11

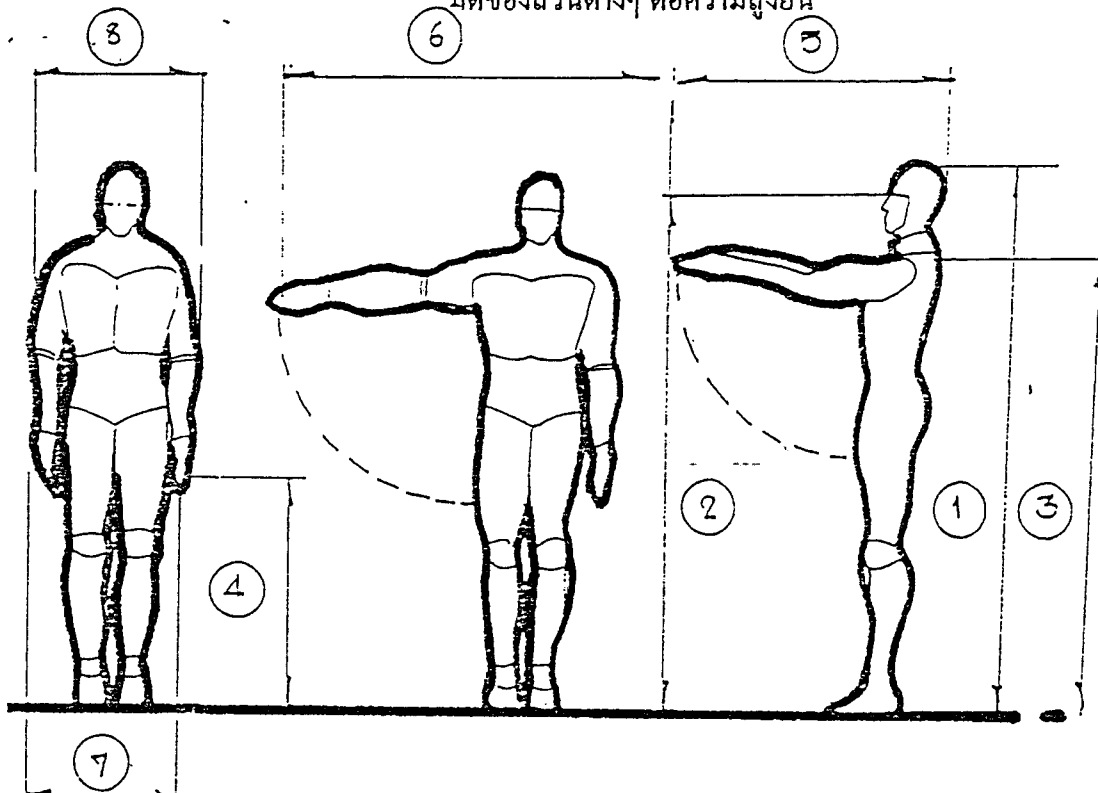
ตัวเลขของมิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายต่อความสูงยืน

หมายเลข	มิติส่วนต่างๆของร่างกาย	ความสูงยืนต่ำสุด	ความสูงยืนเฉลี่ย	ความสูงยืนสูงสุด
1	ความสูงยืน	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับสายตา	138.36	149.63	161.66
3	ความสูงระดับไหล่	122.64	130.81	143.29
4	ความสูงระดับมือ	64.80	70.18	75.71
5	ระยะเอี้อมแขนไปข้างหน้า	72.81	78.85	85.07
6	ความกว้างกางแขน	151.56	164.13	177.08
7	ความกว้างระหว่างศอก	38.85	42.07	45.37
8	ความกว้างของไหล่	37.51	40.63	43.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 36

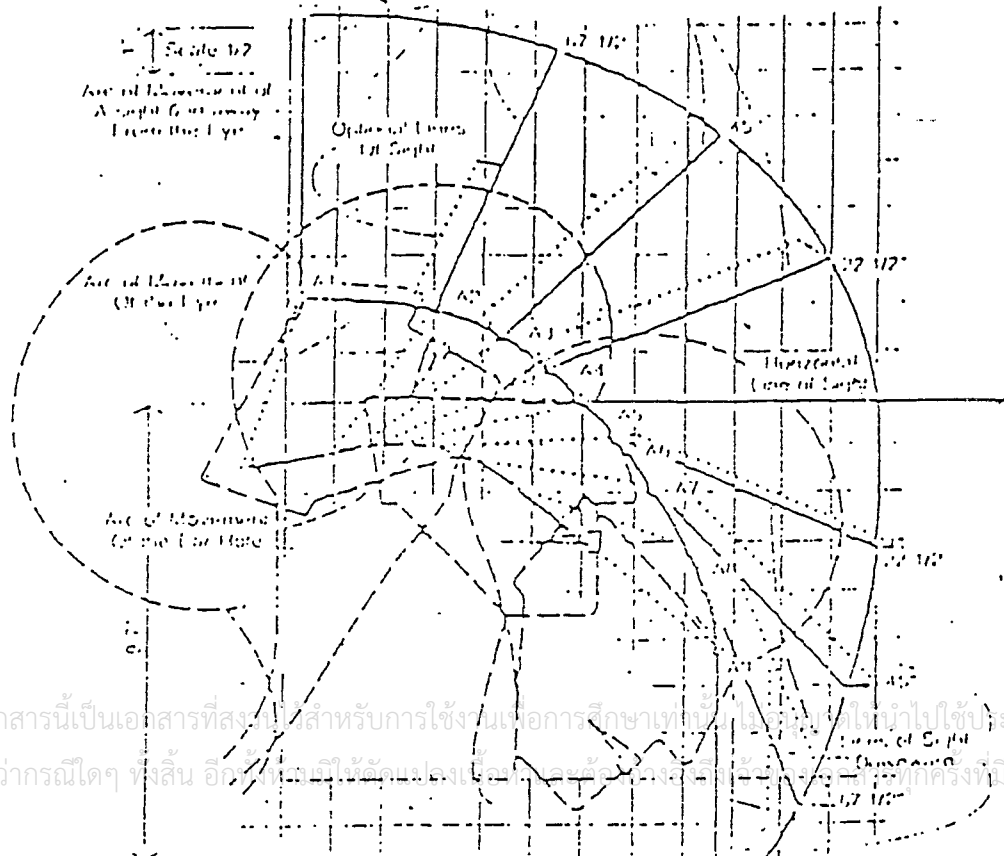
มิติของส่วนต่างๆ ต่อความสูงยืน



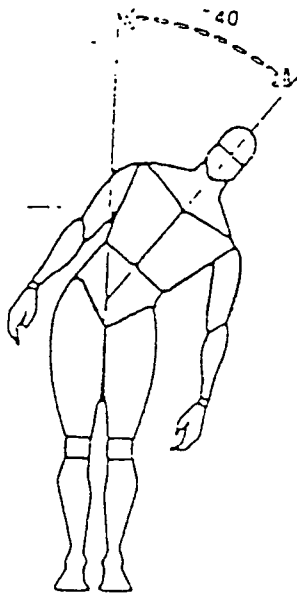
"ข้อมูลสัดส่วนคนไทย", ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย

ภาพที่ 37

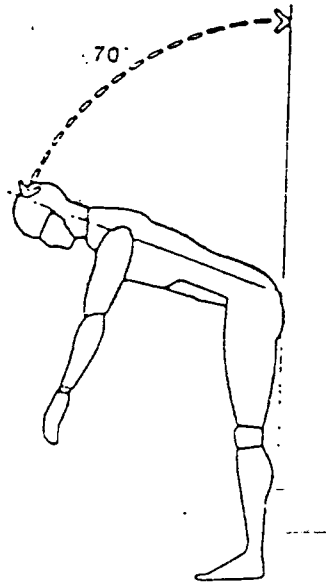
แสดงมุมก้มเงย และจังหวะการมองของตา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกแจกจ่ายและดำเนินการอื่นใดที่มิชอบด้วยกฎหมายที่มิควรนำไปใช้



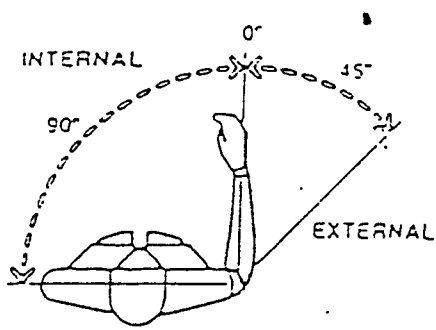
LATERAL  
BENDING



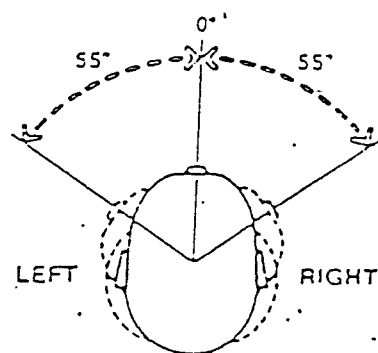
FLEXION

แสดงความสามารถในการทำงานของอวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกาย

แสดงความสามารถในการงอข้อศอกด้านข้าง แสดงความสามารถในการหันศีรษะ



ROTATION IN  
NEUTRAL POSITION.



ROTATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 12

แสดงตัวเลขของความสูงของการยืนสูงสุด ความสูงยืนต่ำสุด ความสูงเฉลี่ย  
และน้ำหนักเฉลี่ยของชายไทย อายุระหว่าง 3 ถึง 60 ปี

MALE AGE (YRS)	AVG HT (CM)	MAX HT (CM)	MIN HT (CM)	GTANDARD DIV	AVG WT (KG)	NOS.
3	97.99	109.00	77.00	6.10	14.45	46
4	100.09	116.00	84.00	4.76	14.92	951
5	104.60	121.00	87.00	5.17	16.16	1032
6	110.29	126.50	84.00	5.46	17.86	958
7	115.65	135.00	94.00	5.50	19.62	1185
8	120.12	143.00	100.50	6.08	21.48	1183
9	125.10	183.00	107.00	6.37	23.42	1059
10	129.54	182.00	107.00	6.70	26.08	1122
11	133.06	168.00	109.00	6.92	28.47	1503
12	138.74	172.00	100.00	7.99	31.30	1914
13	145.50	199.00	118.00	8.65	25.74	2854
14	162.05	195.00	122.00	8.77	40.61	4242
15	150.17	184.00	120.00	7.88	45.40	5015
16	162.07	186.00	107.00	5.49	48.98	4748
17	164.48	185.00	135.00	5.75	61.15	4075
18	165.58	186.00	132.00	5.62	52.65	3151
19	166.65	189.00	143.00	5.37	53.65	1030
20	166.95	185.00	146.00	5.35	54.22	1422
21	168.58	182.50	147.00	5.34	54.27	1072
22	166.36	186.00	148.00	5.50	54.29	960
23	166.41	182.00	140.00	5.73	54.95	610
24	166.88	184.00	152.00	5.74	55.64	487
25	168.51	185.00	140.00	5.88	65.64	316
26	166.33	188.00	150.00	5.84	57.12	561
27	166.20	183.00	140.00	5.74	56.26	236
28	166.48	183.00	154.00	5.36	58.26	254
29	166.14	180.00	135.00	5.55	57.79	260
30	165.67	181.00	150.00	5.54	58.02	265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MALE AGE (YRS)	AVG HT (CM)	MAX HT (CM)	MIN HT (CM)	GTANDARD DIV	AVG WT (KG)	NOS.
31	165.99	180.00	145.00	5.81	58.65	209
32	165.76	180.00	151.00	5.59	68.53	324
33	165.65	180.00	144.00	5.61	58.67	290
34	165.63	184.00	146.00	5.67	58.47	301
35	166.20	182.00	149.00	5.86	59.00	201
36	165.40	186.00	149.00	5.60	69.55	250
37	165.35	184.00	150.00	5.78	60.10	187
38	165.74	180.00	150.00	5.55	60.95	149
39	164.95	178.00	141.00	6.50	60.80	150
40	164.73	187.00	146.00	6.64	60.31	138
41	164.49	180.00	148.00	6.04	59.66	83
42	164.13	182.00	150.00	6.48	50.65	84
43	164.34	178.50	152.00	6.22	81.24	76
44	163.28	176.00	150.00	6.39	58.13	71
45	164.00	182.00	150.00	6.36	62.11	49
46	163.63	175.00	145.00	6.76	60.81	61
47	163.81	182.00	147.00	6.74	60.03	43
48	164.65	180.00	150.00	7.17	61.24	40
49	163.76	175.00	153.00	6.24	57.60	40
50	164.78	175.00	152.00	6.47	80.67	44
51	164.28	180.00	155.00	6.48	50.60	38
52	164.41	182.00	151.00	6.00	60.98	43
53	164.46	188.00	150.00	8.20	69.41	27
54	163.81	188.00	152.00	6.50	69.90	44
55	164.58	178.00	154.50	6.51	60.87	46
56	164.73	170.00	151.00	5.97	68.37	26
57	164.64	180.00	146.00	7.40	62.58	25
58	163.46	180.00	152.00	6.03	59.60	20
59	167.86	176.00	157.00	4.87	61.77	20
60	159.56	176.00	150.00	8.25	56.89	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

#### การรวบรวมข้อมูลและการศึกษาข้อมูล

##### 3.1 วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล

การสำรวจ และรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิจัยแก้ปัญหา ของเครื่องถอนขนไก่ที่ใช้ระบบการปั่น จำเป็นต้องมีการศึกษาถึงพฤติกรรมการใช้งานของผลิตภัณฑ์เดิม เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบ โดยใช้วิธีการศึกษา และค้นคว้าข้อมูลเป็นขั้นตอน ตามระบบการวิจัย โดยแบ่งประเภทดังนี้

3.1.1. ข้อมูลทฤษฎี ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องถอนขนไก่ รวมทั้งกรรมวิธีการผลิตในกระบวนการต่างๆ ที่สามารถนำมาประกอบกับการออกแบบได้

##### 3.1.2. ข้อมูลปฐมภูมิ การศึกษาข้อมูลภาคสนาม

3.1.2.1 การสัมภาษณ์กลุ่มผู้ผลิตและจำหน่าย หมายถึง กลุ่มที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต และทำการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ซึ่งข้อมูลที่ได้ จะอยู่ในรูปของกระบวนการผลิต วัสดุการผลิตต้นทุนการผลิต และจำหน่าย

3.1.2.2 การสัมภาษณ์กลุ่มผู้ใช้ หมายถึง กลุ่มที่ได้ใช้งานผลิตภัณฑ์เครื่องถอนขนไก่จริง ตามโรงชำแหละเนื้อไก่ ในแหล่งชุมชนต่าง ๆ โดยข้อมูลที่ได้นั้น เป็นในรูปของ การใช้งานจริง และผลกระทบต่อการใช้งานโดยตรง

### 3.2 แหล่งที่มาของข้อมูล

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ สามารถที่จำแนกแหล่งที่มาของข้อมูลออกได้เป็น 3 หัวข้อคือ

#### 3.2.1 ข้อมูลจากบุคคล

- เจ้าหน้าที่ที่ทำการผลิต
- ตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์
- กลุ่มผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์

#### 3.2.2 ข้อมูลจากสถานที่

- ห้องสมุดครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
- ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรม สจล.
- ห้องสมุดวิทยาลัยอาชีวศึกษา ชนบุรี
- ร้านค้าเครื่องจักรกล (เวียงนคร)
- โรงชำแหละเนื้อไก่ หนองเตย

#### 3.2.3 ข้อมูลจากหนังสืออ้างอิง

- ตำราที่เกี่ยวข้องกับงานออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ
- ตำราการจัดการเกี่ยวกับไก่
- วิทยานิพนธ์

### 3.3 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการแยกข้อมูล จัดลำดับความสำคัญ เพื่อนำมาประเมินค่า และวิเคราะห์ในขั้นต่อไป ดังนั้นจึงควรมีการวิเคราะห์หลาย ๆ ระบบ และเลือกค่าตามความเป็นไปได้ โดยแบ่งออกได้ดังนี้

- ปัญหาหน้าที่การใช้สอน
- ลักษณะรูปแบบการใช้งาน
- ส่วนสัมพันธ์กับการใช้งาน
- วัสดุ และกรรมวิธีการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 การศึกษาข้อมูล

เป็นการศึกษา และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งที่มาหลาย ๆ แห่ง เข้ามาเก็บไว้รวมกัน เพื่อใช้เป็นแนวทาง และนำไปสู่การวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะมีผลต่อการออกแบบต่อไป

3.4.1 การศึกษาชนิดของสายพันธุ์ของไก่ ที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน โดยทั่วไป มีการจำแนก เป็น 3 ชนิด คือ

3.4.1.1 พันธุ์ไก่ไข่ ได้แก่

- ไก่เล็กฮอร์นขาวหงอนจ๊ก
- ไก่โรดไอแลนด์แดง
- ไก่ลูกผสมพันธุ์ไข่ต่าง ๆ

3.4.1.2 พันธุ์ไก่เนื้อ ได้แก่

- ไก่ลูกผสม
- ไก่พันธุ์แท้ เช่น ไสท์ซัลเซก

3.4.1.3 พันธุ์ไก่เนื้อพื้นเมือง ได้แก่

- ไก่แจ้
- ไก่อุ
- ไก่ดำ
- ฯลฯ

### 3.4.2 การศึกษาช่วงอายุของไก่เนื้อ

3.4.2.1 พ่อแม่พันธุ์ หมายถึง พันธุ์ไก่ที่ถูกคัดเลือกมาใช้เป็น พ่อ - แม่ พันธุ์ ผลิตไข่ไก่พันธุ์ เนื้อ มีอายุอยู่ในช่วง 26 สัปดาห์ จึงเริ่มมีการออกไข่

3.4.2.2 ไข่ไก่ หมายถึง ไข่ที่เกิดจากพ่อแม่พันธุ์ แล้วนำไปฟักยังโรงฟัก ใช้เวลาฟัก ประมาณ 3 สัปดาห์

3.4.2.3 ลูกไก่พันธุ์ หมายถึง ไก่ที่ถูกฟักเป็นตัว แล้วถูกเลี้ยงในโรงเลี้ยง เมื่ออายุได้ 7 - 8 สัปดาห์ จึงจะถูกจำหน่าย ไปยังโรงฆ่า ในช่วงนี้เรียกว่าไก่กระทง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.3 การศึกษองคป์ระกอบที่จำเป็นของโรงชำแหละเนื้อไก่

โดยทั่วไป การจัดตั้งโรงชำแหละเนื้อสัตว์ มักจะมีการจัดวางตำแหน่งของเครื่องมือ เครื่องมือ ในการใช้งาน ให้เป็นระเบียบ ตามขั้นตอนของกระบวนการปฏิบัติงาน เพื่อเป็นการสะดวก ต่อการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการ

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงโดยตลอดในการจัดรูปโรงชำแหละ นอกจากขนาดของสถานที่ที่เหมาะสมแล้ว ควรต้องคำนึงถึงความสะอาด และปัจจัยอื่น ๆ ที่จะส่งผลต่อการทำงานของปฏิบัติงานด้วย

สำหรับโรงชำแหละเนื้อไก่ ส่วนที่จำเป็นภายในโรงชำแหละ ควรประกอบด้วยสิ่งสำคัญดังต่อไปนี้

3.4.3.1 พื้นที่ในการปฏิบัติงานที่มีพื้นพอสมควร กับผู้ปฏิบัติงานในอริยาบทต่าง ๆ

3.4.3.2 กรงไก่ สำหรับใช้ขังไก่เป็น ในขณะที่รอการชำแหละ

3.4.3.3 เตา ใช้สำหรับ ต้มน้ำ ในการลวกขนก่อนทำการถอน

3.4.3.4 ตู้แช่ หรือ ตู้เย็น สำหรับแช่แข็งเนื้อไก่ หลังจากทำการชำแหละเสร็จแล้ว เพื่อรอการจำหน่าย

3.4.3.5 ภาชนะบรรจุเศษขน ใช้เก็บเศษขนหลังจากทำการถอนขนออก จากตัวไก่ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ต่อไป

3.4.3.6 ระบบส่งน้ำใช้ภายในโรงชำแหละ จำเป็นมาก เพราะเกือบทุกขั้นตอนการปฏิบัติงาน ต้องใช้น้ำช่วยในการปฏิบัติงานเสมอ และควรมีการระบายน้ำทิ้งที่ดีด้วย

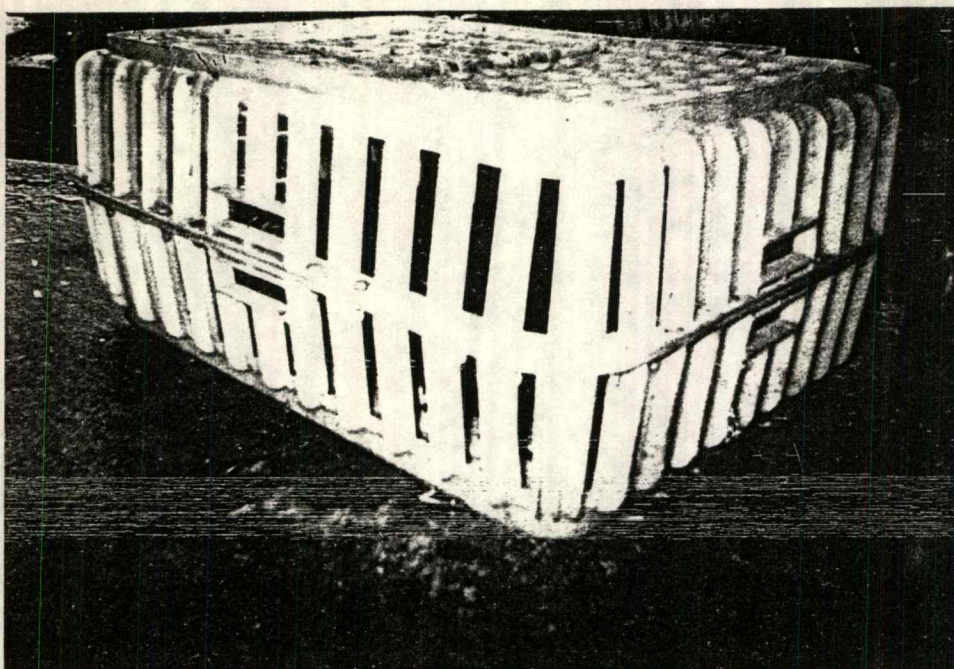
### 3.4.4. การศึกษาเครื่องมือปฏิบัติงานในโรงชำแหละเนื้อไก่

สำหรับการศึกษาข้อมูลเครื่องมือปฏิบัติงาน ผู้ทำวิจัยได้ทำการศึกษาจากโรงชำแหละเนื้อไก่ที่มีอยู่ของกลุ่มผู้ค้าเนื้อไก่สด ที่ทำการชำแหละ เพื่อ จำหน่ายเอง ประกอบด้วยเครื่องมือในการปฏิบัติงานดังต่อไปนี้

3.4.4.1 กรงบรรจุไก่ ใช้ในขั้นตอนของการลำเลียงไก่ออกจากกรงใหญ่ เพื่อมาสู่การชำแหละ และในขั้นตอนของการบรรจุซากไก่หลังการเชือด

ภาพที่ 38

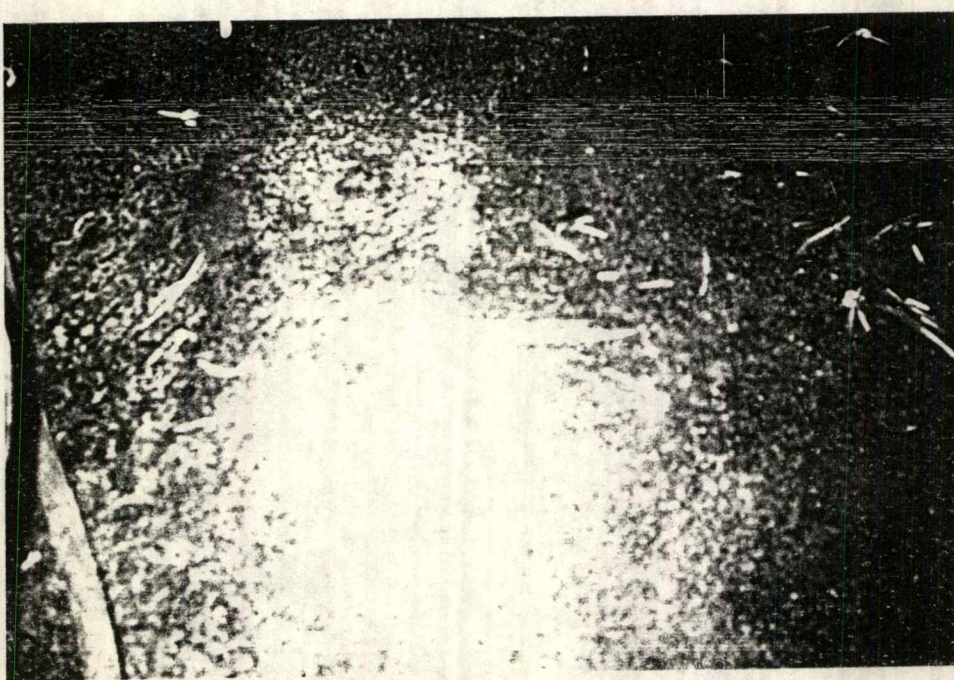
แสดงลักษณะของกรงบรรจุ



3.4.4.2 มิดสำหรับเชือดไก่ มีความคมเป็นพิเศษ มีหลายชนิดแตกต่างกันตามกรรมวิธีการเชือด

ภาพที่ 39

แสดงลักษณะของมิดเชือดไก่

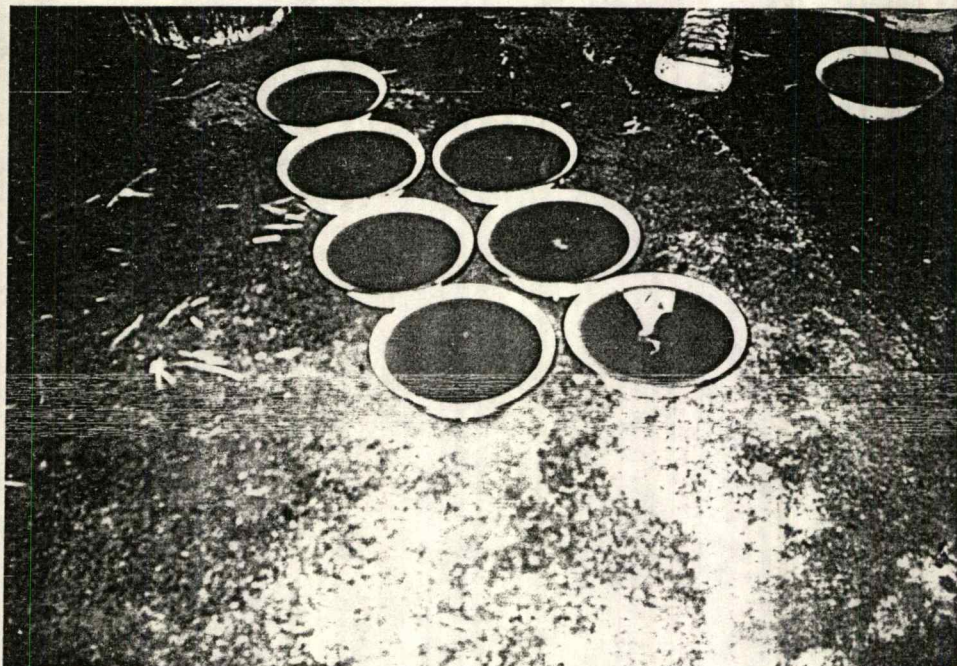


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4.3 ถ้วยรองเลือด ใช้รองเลือดจากการเชือดแล้วรอให้เลือดแข็งตัวก่อนนำไปต้มในน้ำร้อน

ภาพที่ 40

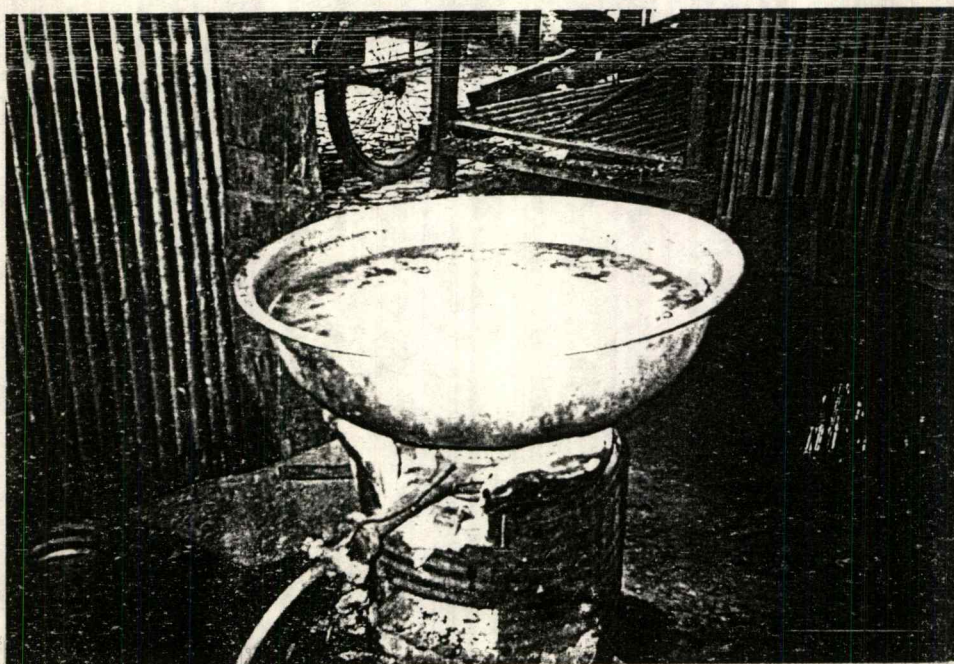
แสดงลักษณะของถ้วยรองเลือด



3.4.4.4 หม้อน้ำเดือด ใช้ต้มน้ำร้อนในการลวกขน ให้รูขุมขนของไก่เกิดการขยายตัว เพื่อจะ  
ได้ถอนขนได้ง่าย

ภาพที่ 41

แสดงลักษณะของหม้อต้มน้ำ



เอกสารนี้เป็น

นิตานการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.4.5 อ่างน้ำ ใช้ในการทำความสะอาดตัวไก่ ในขณะที่ปฏิบัติงาน

ภาพที่ 42

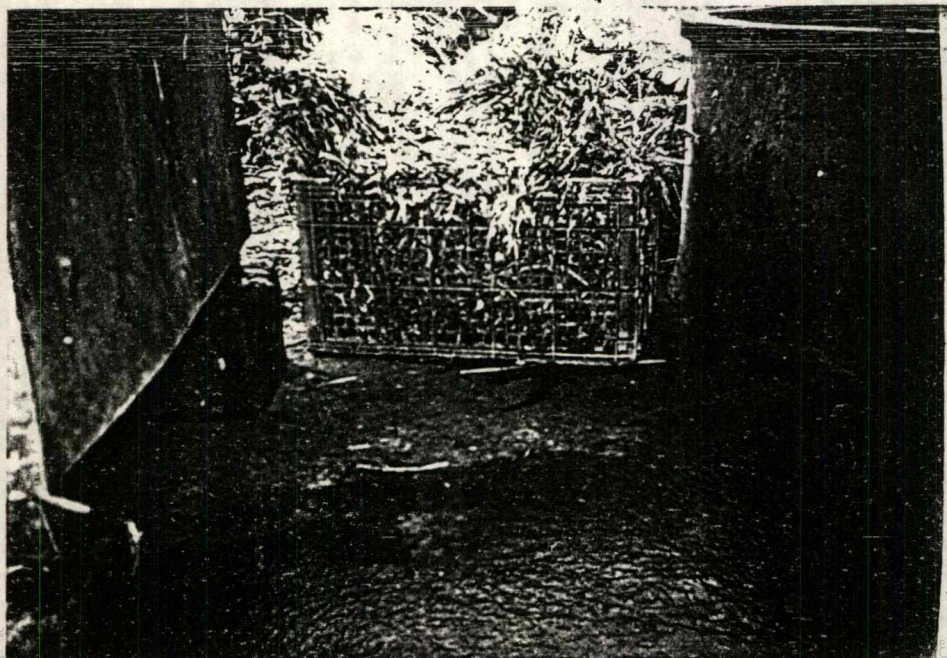
แสดงลักษณะของอ่างน้ำ



### 3.4.4.6 กระบะบรรจุเศษขน ใช้บรรจุเศษขนที่ถูกถอนออกจากตัวไก่ ก่อนที่จะนำไปฝังแดด แล้วเก็บไว้ใช้ประโยชน์อย่างอื่นต่อ

ภาพที่ 43

แสดงลักษณะของกระบะบรรจุเศษขน



เอกสารนี้เก็บ

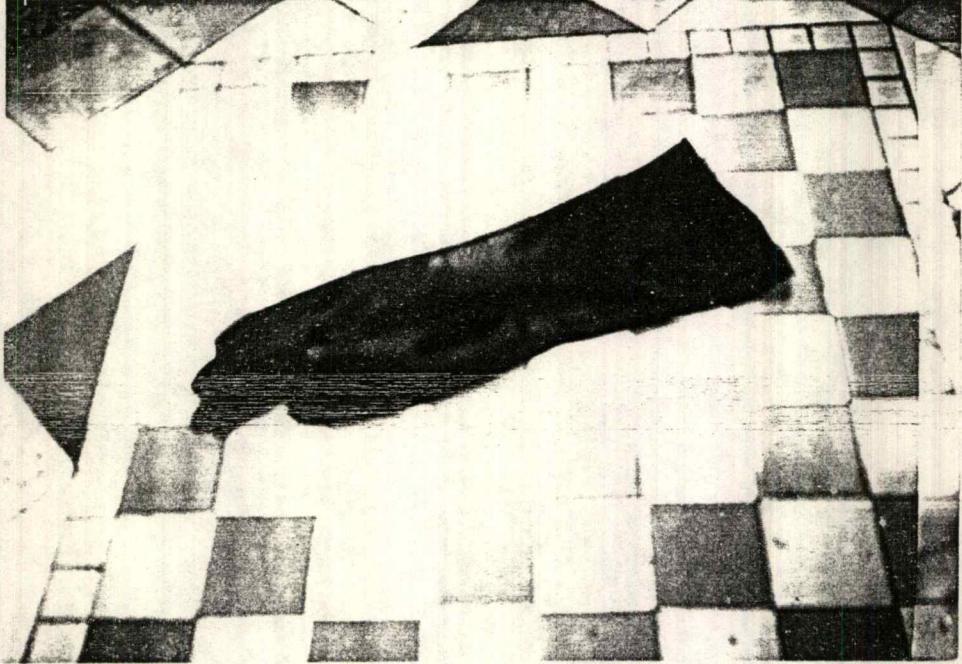
ยขนด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4.7 ถุงมือยาง ใช้สวมมือผู้ปฏิบัติงานตลอดเวลา เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน

ภาพที่ 44

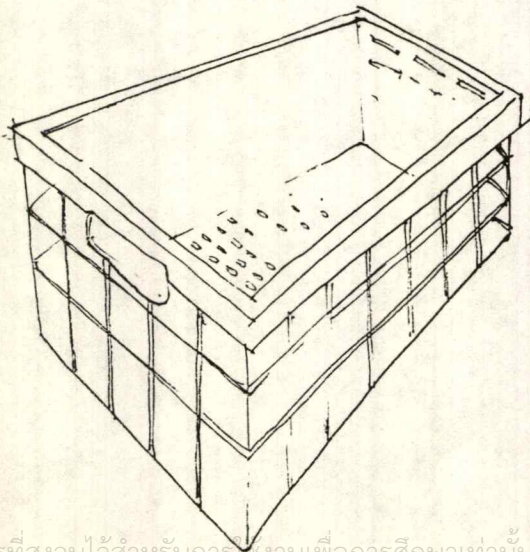
แสดงลักษณะของถุงมือยาง



3.4.4.8 ข่งบรรจุเนื้อไก่ สำหรับใช้บรรจุเนื้อไก่สดที่เสร็จจากการทำความสะอาด แล้วพร้อมที่จะส่งจำหน่ายได้

ภาพที่ 45

แสดงลักษณะของข่งบรรจุไก่สด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.5. การศึกษาช่วงระยะเวลาในการฆ่าเชื้อเนื้อไก่ในแต่ละวัน

ในขั้นตอนการฆ่าเชื้อเนื้อไก่สดเพื่อจำหน่ายของแม่ค้าเนื้อไก่สด โดยทั่วไปมักแบ่งระยะเวลาการปฏิบัติงานเป็น 3 ขั้นตอนคือ

- ตอนเช้ามืด
- ตอนกลางวัน
- ตอนเย็น

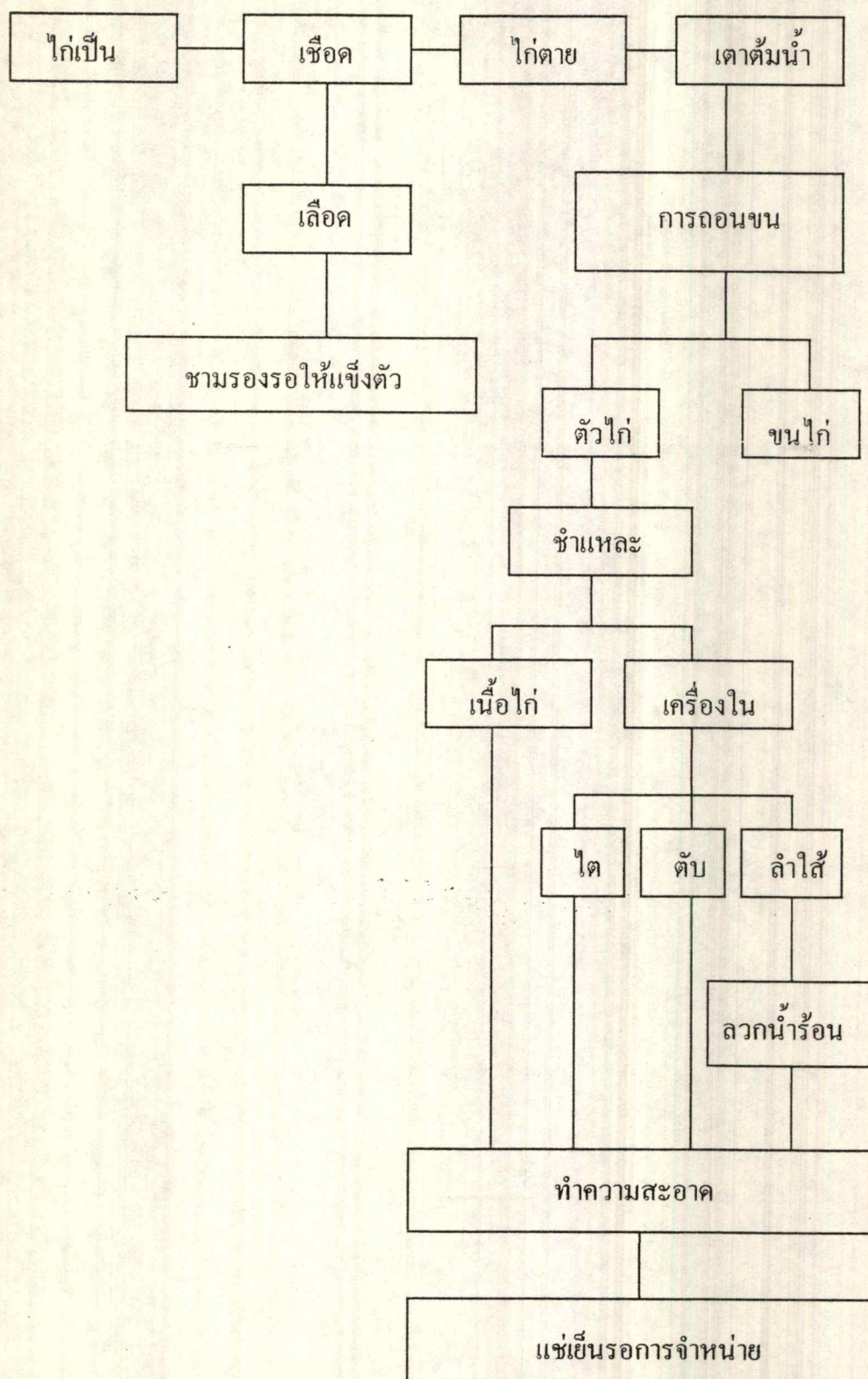
โดยการกำหนดมักจะกำหนดเป็นเพียง 2 ช่วงในจำนวนทั้งหมด 3 ช่วงแตกต่างกันออกไปในกรณีของการปฏิบัติงานช่วงเช้ามืดและช่วงตอนเย็น ก็จะขาดไป โดยช่วงกลางวันจะเป็นเวลาหลักในการปฏิบัติงานสำหรับจุดประสงค์หลักของการปฏิบัติงานแต่ละช่วงจะแบ่งได้ดังนี้

3.4.5.1 ช่วงเช้ามืด จะเป็นการฆ่าเชื้อเพื่อจำหน่ายในตลาดช่วงเช้าโดยการซื้อไก่เป็นที่มีการคัดขนาดมาจากฟาร์มแล้ว นำมาล้างไว้รอการฆ่าตั้งแต่ตอนเย็นของวันก่อนแล้ว

3.4.5.2 ช่วงกลางวัน จะเป็นการฆ่าเชื้อไว้ก่อนจำหน่ายในตลาดสำหรับ ตอนบ่ายจนถึงตอนเย็นของวันนั้น บางแห่งโดยวิธีฆ่าเชื้อตอนกลางวันแล้วจัดเก็บไว้ในตู้แช่ เพื่อเก็บไว้จำหน่ายตอนเช้าอีกวัน โดยไม่ต้องฆ่าเชื้ออีกในช่วงเช้ามืด แต่ต้องฆ่าเชื้อในจำนวนมีมากพอสมควร แต่การจำหน่ายภายในหนึ่งวันแล้วจึงจะฆ่าเชื้ออีกในวันต่อไป

3.4.5.3 ช่วงเย็น จะเริ่มฆ่าเชื้อตั้งแต่ เวลา 18.00 น. เป็นต้นไป แล้วแต่ในบางสถานที่อาจจะปฏิบัติงานในเวลาที่ยาวกว่า โดยฆ่าเชื้อแล้วเก็บใส่ตู้แช่เย็นรอการจำหน่ายตอนเช้าอีกวัน

### 3.4.6. การศึกษาพฤติกรรมของผู้ปฏิบัติงานชำแหละเนื้อไก่

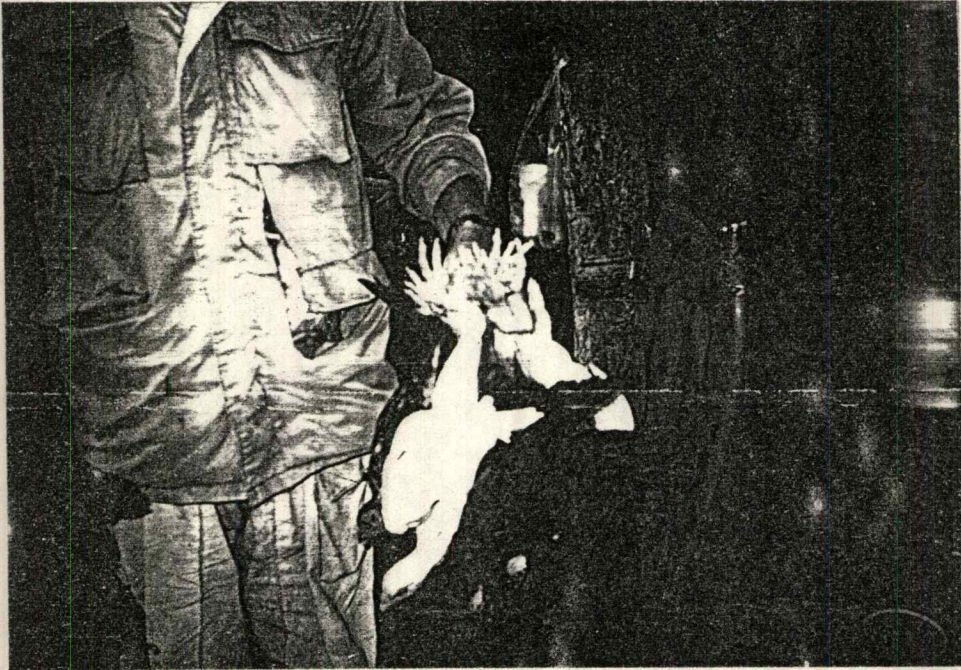


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6.1 กรรมวิธีการจับไก่ จะใช้มือจับส่วนข้างของไก่ แล้วปล่อยให้ลำตัวตกลงด้านล่าง ในการจับแต่ละครั้งจะจับไก่ได้ครั้งละ 4 - 5 ตัวต่อมือ 1 ข้าง

ภาพที่ 46

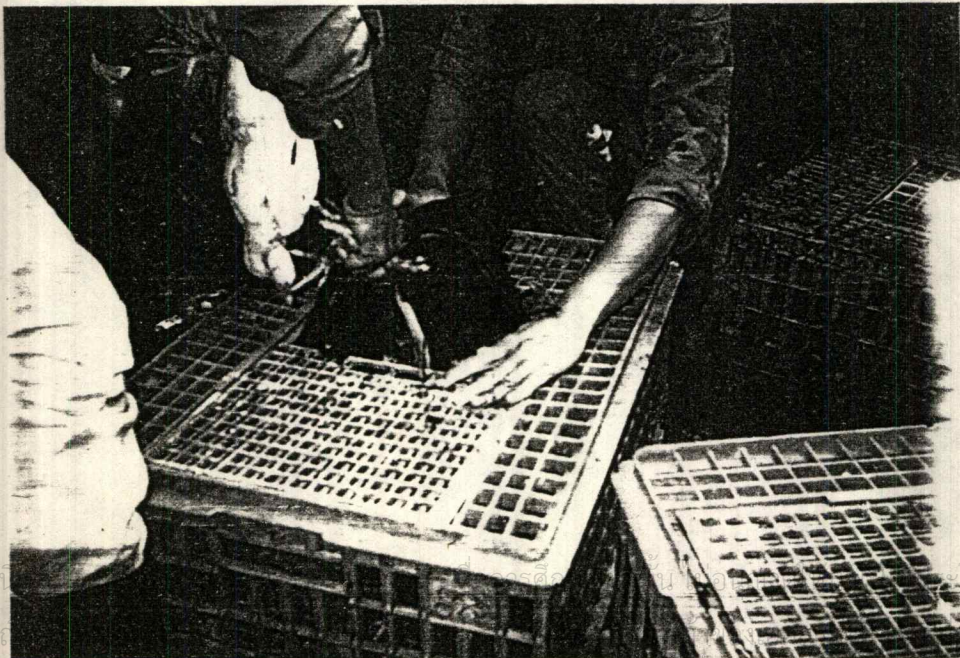
แสดงลักษณะการจับไก่มือ 1 ข้าง



3.4.6.2 การบรรจุไก่ลงกรง เพื่อรอที่จะทำการเชือดคือ จะบรรจุได้ประมาณ 10 - 15 ตัวต่อ 1 กรง เพราะจะทำให้ไก่ไม่อึดอัดมากเกินไป ทำให้เสียชีวิตได้ซึ่งจะมีผลเสียต่อการแข็งตัวของเลือดไก่ในตัวได้

ภาพที่ 47

แสดงลักษณะการบรรจุไก่ลงกรงขัง



3.4.6.3 ลักษณะของการจับไก่ขณะทำการเชือดคอ โดยใช้นิ้วชี้ รั้งส่วนคอไก่ให้งอมาทางด้านหลัง พร้อมทั้งใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วกลางเกี่ยวส่วนของโคนปีกให้แน่น

ภาพที่ 48

แสดงการจับไก่ก่อนทำการเชือด



3.4.6.4 ลักษณะการเชือดคอไก่ โดยหลังจากจับในท่าที่เหมาะสมแล้วจึงทำการเชือดคอแล้วรินเลือดที่ไหลออกมาลงจานรองเลือดที่มีส่วนผสมของน้ำกับเกลือเรียบร้อยแล้ว

ภาพที่ 49

แสดงการเชือดคอไก่



เอกสารนี้เป็น

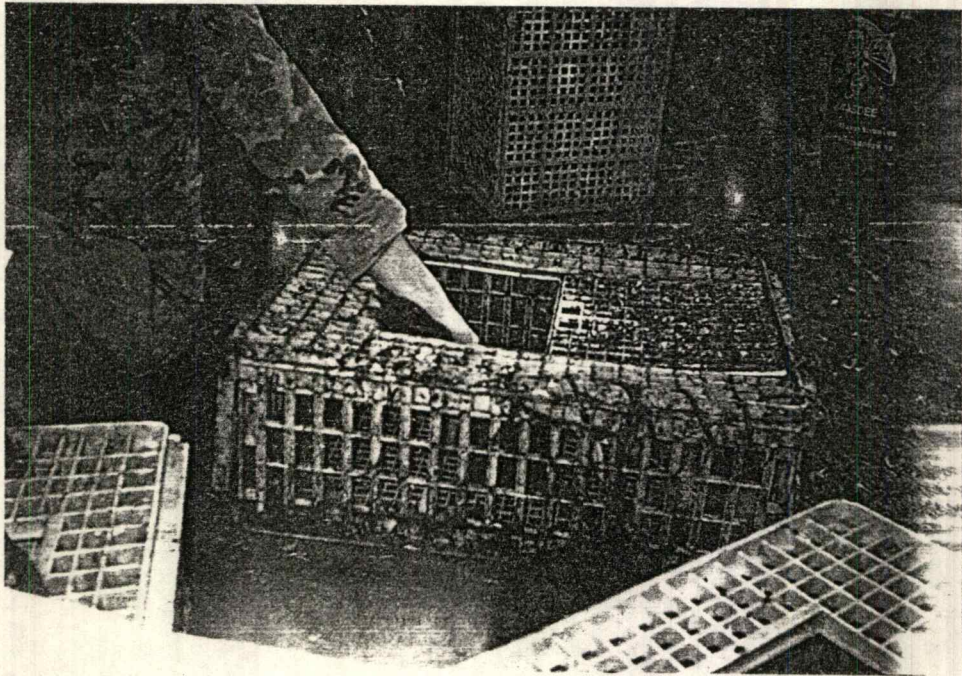
ผู้ดำเนินการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6.5 ลักษณะการเก็บซากไก่ที่ทำการเชือดคอเรียบร้อยแล้ว ให้รวมกันในเข่งบรรจุซากไก่ ก่อนที่จะทำการลวกด้วยน้ำร้อน เพื่อที่จะทำให้งานเสร็จเป็นขั้นตอนไปก่อนที่จะลงมือปฏิบัติในขั้นตอนต่อไป

ภาพที่ 50

การเก็บซากไก่หลังการเชือด



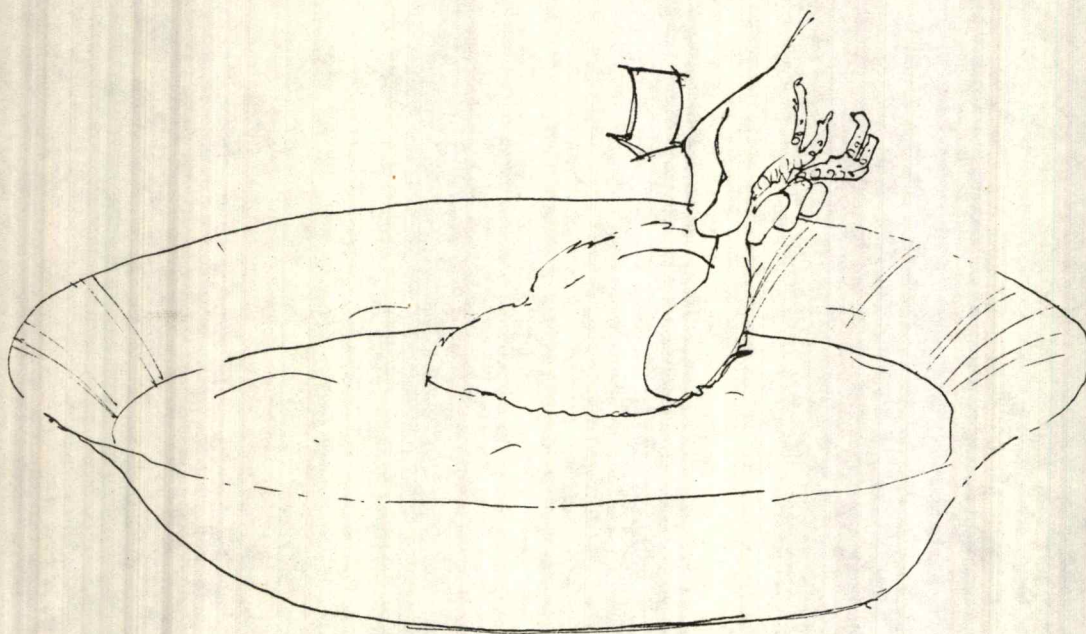
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6.6 การลวกน้ำร้อนลักษณะของการจับตัวไก่ ขณะทำการลวกน้ำร้อนอาจแบ่งได้ 2 วิธี คือ

- การลวกโดยการจับที่ส่วนขาของไก่ข้างใดข้างหนึ่ง แล้วกดตัวไก่ให้มิดน้ำร้อน ที่เหมาะสม แล้วจึงค่อยสลัดข้างการจับขาไก่แล้วก็ปฏิบัติเช่นเดียวกัน จนเวลาในการลวกน้ำร้อน ได้ที่แล้ว จึง ยกตัวไก่ขึ้นจากน้ำร้อน

ภาพที่ 51

แสดงการลวกน้ำร้อน โดยการจับที่ขาไก่

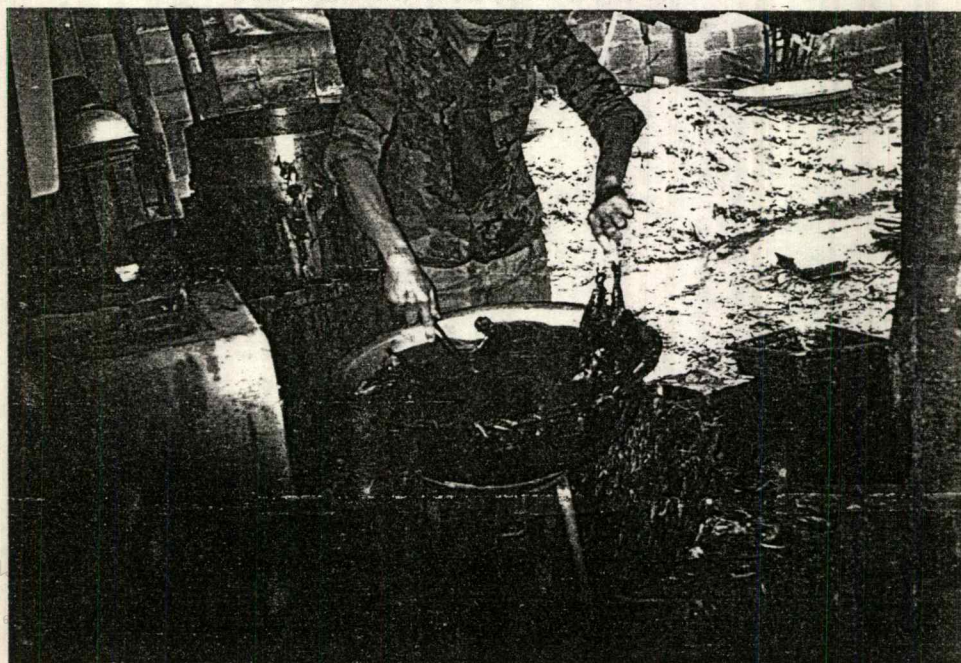


- การลวกน้ำร้อน โดยการปล่อยไก่ลงในหม้อน้ำร้อนทั้งตัวแล้วจับยกออกมาเมื่อเวลาที่เหมาะสม

เหมาะสม

ภาพที่ 52

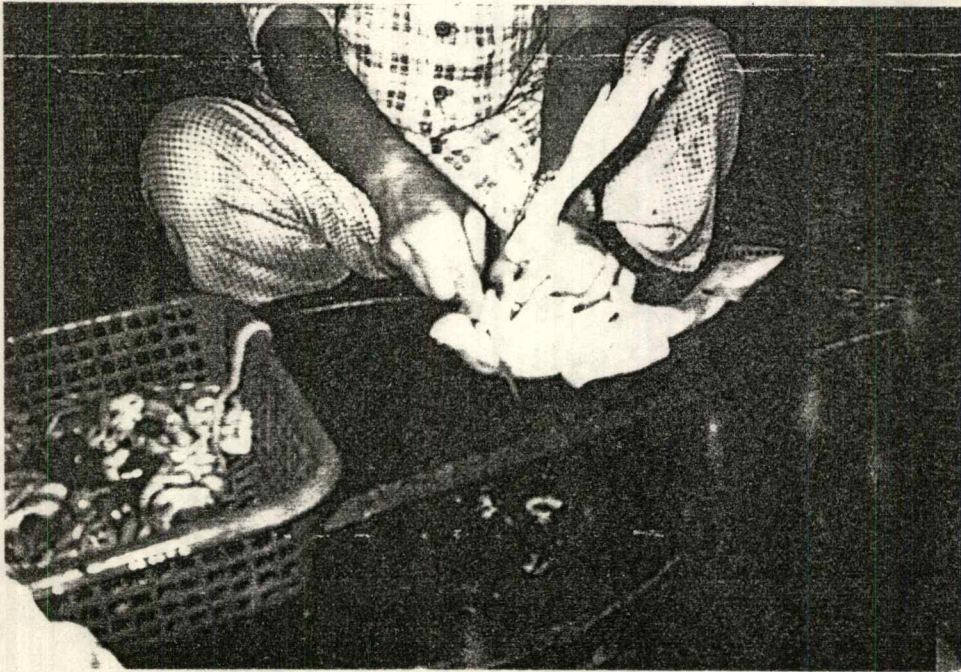
แสดงการลวกน้ำร้อนโดยการลวกไก่ทั้งตัว



3.4.6.7 กรรมวิธีในการชำแหละซากไก่หลังจากทำการถอนขนเรียบร้อยแล้ว โดยใช้มีดกรีดตรงส่วนของบั้นท้ายตามแนวข้างชำลำตัว และตรงซอกคอตรงต้นคอไก่ เนื้อที่จะดึงเอาเครื่องในออกมาทำความสะอาดอีกที

ภาพที่ 53

แสดงกรรมวิธีการกรีดแผลก่อนทำการล้างเครื่องใน



3.4.6.8 ลักษณะของการดึงเอาเครื่องในออกโดยการใช้นิ้วชี้, นิ้วกลาง และนิ้วนาง สอดเข้าไปในส่วนแผลตรงบนท้ายด้านหลัง และใช้มืออีกข้างหนึ่ง เอานิ้วชี้ สอดเข้าไปในแผลตรงต้นคอแล้วทำการเกี่ยวเอาโคนของลำไส้ ให้หลุด แล้วจึงให้นิ้วทั้งสามนิ้ว ของมืออีกข้างหนึ่งดึงลำไส้พร้อมเครื่องในทั้งหมด ออกมาจากตัวไก่

ภาพที่ 54

แสดงกรรมวิธีการดึงลำไส้และเครื่องในไก่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6.9 ลักษณะของการผ่าไต เพื่อลอกหนังหุ้มภายในไตออก และทำความสะอาดภายในไต โดยการใช้มีดขูดเอาผิวที่หุ้มอยู่ภายในออกจนหมด แล้วจึงทำการล้างด้วยน้ำสะอาดอีกที

ภาพที่ 55

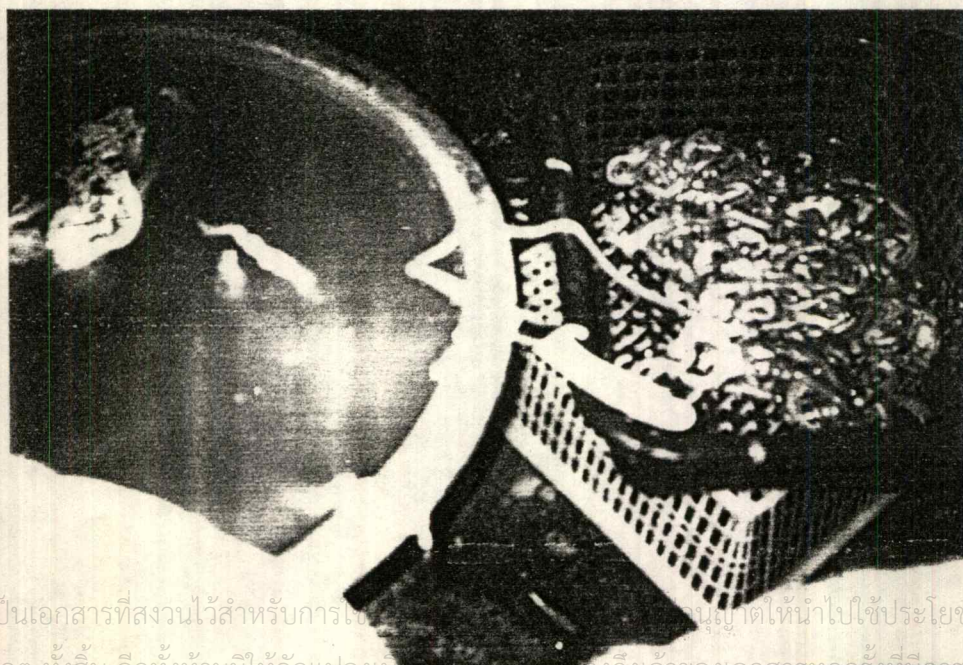
แสดงลักษณะของการทำความสะอาดไตไก่



3.4.6.10 ลักษณะการทำความสะอาดลำไส้ โดยการแหกลำไส้ ตามแนวยาวของลำไส้ แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดชำระเศษอาหารภายในลำไส้ให้หมดไป

ภาพที่ 56

แสดงการทำความสะอาดลำไส้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในศูนย์ฯ หากมีผู้ใดนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและข้อมูลของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6.11 การตกแต่งเนื้อไก่ก่อนทำการจำหน่าย มีลักษณะการตกแต่งเป็นดังต่อไปนี้

- การพับเก็บปีก ปลายปีกจะถูกพับไปทางด้านหลังแล้วไขว้ไว้ด้านบนทับโคนปีกด้านบน โดยจะทำทั้งสองข้าง

ภาพที่ 57

แสดงการพับเก็บปีกไก่



- การหักขาและพับเก็บ ขาจะถูกหักให้พับเข้ามาด้านในลำตัว โดยเอาเท้าสอดเข้าไปในลำตัวไก่ ทางรอยแผลที่มันหักไก่ ที่กรีดเพื่อทำการล้างเอาเครื่องในออกไป

ภาพที่ 58

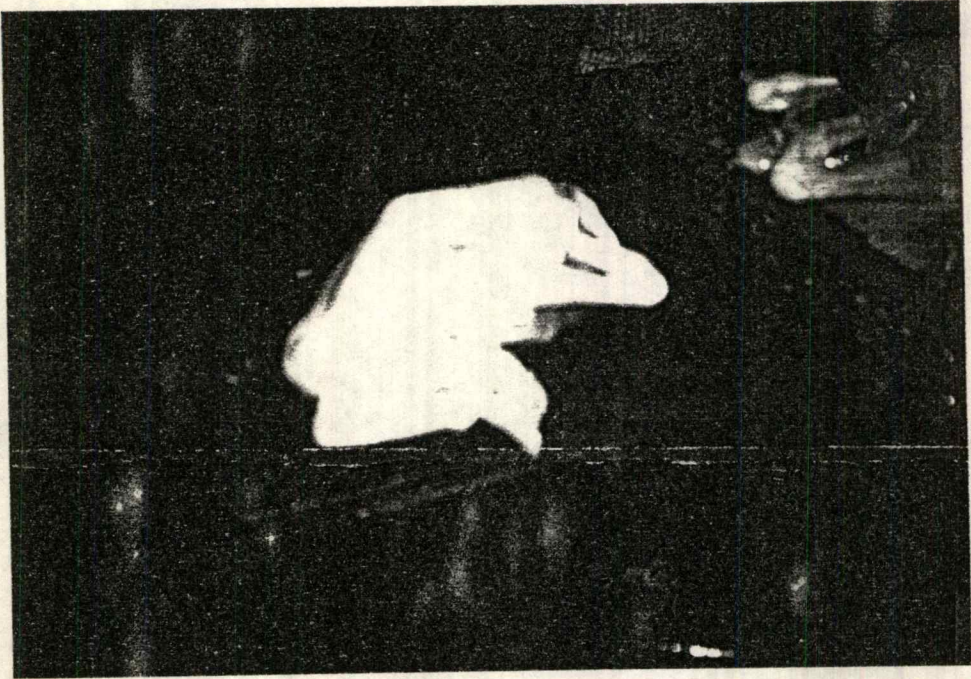
แสดงการพับเก็บขาไก่



- การพับเก็บลำคอของไก่ จะพับให้ลำคอบม้วนมาด้านใต้ลำตัวไก่ แล้วใช้หัวสอดไก่สอดเข้าไปใต้ปีก และเกี่ยวไว้กับโคนปีกที่ทำการพับเก็บเรียบร้อยแล้ว

ภาพที่ 59

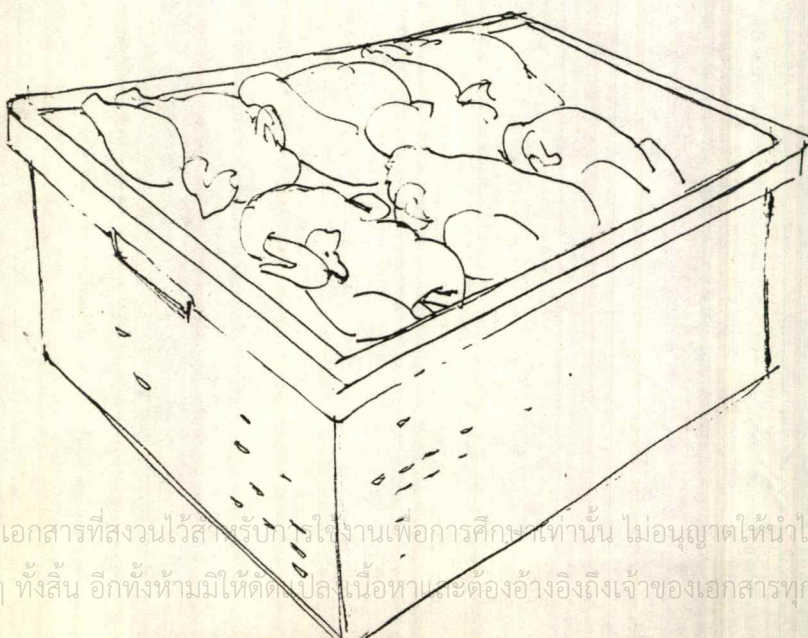
แสดงการพับเก็บคอไก่



3.4.6.12 การบรรจุไก่ลงแข่งบรรจุไก่ ให้เป็นระเบียบ ก่อนทำการแช่เย็น หรือ เพื่อการขนส่งไปจำหน่ายต่อไป

ภาพที่ 60

แสดงการบรรจุไก่ ลงแข่งบรรจุไก่



### 3.4.7 ศึกษาอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการลวกขน

การลวกไก่เพื่อถอนขนอาจแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี ตามระดับของความร้อนของน้ำที่ใช้ลวกไก่

3.4.7.1 ลวกน้ำร้อนจัด ( Hard scalding ) อุณหภูมิของน้ำประมาณ 70 - 82 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 30 - 60 วินาที

3.4.7.2 ลวกน้ำร้อนปานกลาง ( Sub scalding ) อุณหภูมิของน้ำประมาณ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลานานประมาณ 30 - 75 วินาที

3.4.7.3 ลวกน้ำร้อนน้อย ( Semi scalding ) อุณหภูมิของน้ำประมาณ 52 องศาเซลเซียส เป็นเวลานานประมาณ 90 - 120 วินาที

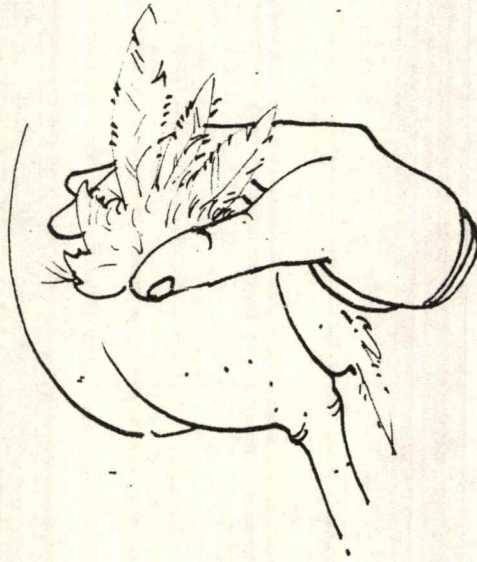
วิธีลวกน้ำร้อนจัด มีข้อดีคือ ทำให้ถอนขนได้ง่าย เนื้อได้หนังขยายตัวขึ้น จนทำให้ชากนั้นคู่อ้วน แต่ผิวหนังไก่จะไม่ค่อยสดจะแห้งและดำ วิธีนี้เหมาะสำหรับเปิดและห่าน สำหรับไก่หากใช้วิธีนี้ควรเป็นไก่ที่จะนำไปแช่แข็งและบรรจุขายต่อไป ไม่นิยมที่จะขายในรูปไก่สด

### 3.4.8 การศึกษากรรมวิธีที่ใช้ในการถอนขนไก่

3.4.8.1 การใช้มือเปล่าถอนขน การถอนขนโดยวิธีนี้จะมึลึงมือยาง หรือไม่มีก็ได้ เป็นวิธี ที่ใช้กันเป็นพื้นฐานโดยทั่วไป

ภาพที่ 61

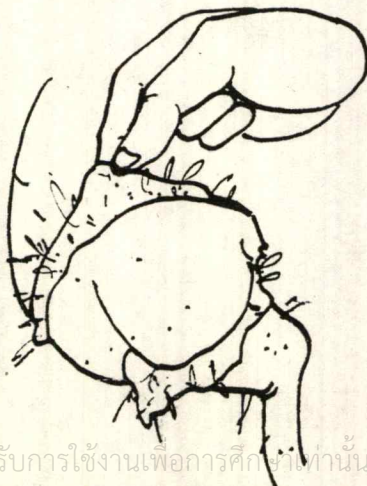
แสดงการถอนขนด้วยมือเปล่า



3.4.8.2 การใช้กายาง โดยนำไก่ที่ทำการลวกด้วยน้ำร้อนแล้วมาจุ่มลงในถังที่ ทำการต้มกายางไว้แล้ว ยกขึ้นมาให้กายางติดขนแล้วรอนแห้ง แล้วทำการลอกออกเป็นฝืน ขนก็จะหลุดติดออกมา กับกายางด้วย

ภาพที่ 62

แสดงการถอนขนคด้วยการใช้กายาง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.8.3 การใช้เครื่องมือถอนขนาดใหญ่

หว่งจะแขวนไก่อ่ พาไก่อ่ผ่านอ่างลวักไก่อ่ มาตามเส้านทางของราวแขวน ผ่านเข้าไปในเครื่องถอนขน ซึ่งจะหมุนเหว้ายงตลอดเวลา น้าวยางจะไปกระทบตัวไก่อ่ ทำให้อขนหลุดออกจากตัวไก่อ่ ในเครื่องจะมีที่ฉีดช่วยล้าง ขนที่ติดอยู่กับตัวไก่อ่ และน้าวยาง

### 3.4.8.4 การเผาขน ( Singeing or Flaming ) และการล้างน้า ( Washing )

เมือผ่านขั้นตอนการถอนขนแล้ว ซากที่ถูกแขวนจะผ่านเข้าเครื่องลนไฟซึ่งมีเปลวไฟที่มีอุณหภูมิสูงถึง 1000 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 10 วินาที การลนไฟมีประโยชน์พอสรุปได้ค้ดงนี้

- เป็นการขจัดขนอ่อนหรือขนเส้านเล็ก ๆ ในไก่อ่ให้หมดไป ทำให้อซากน้ันดูสะอาดตาขึ้น
- เป็นการช่วยลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่บริเวณผิวหนังของซาก

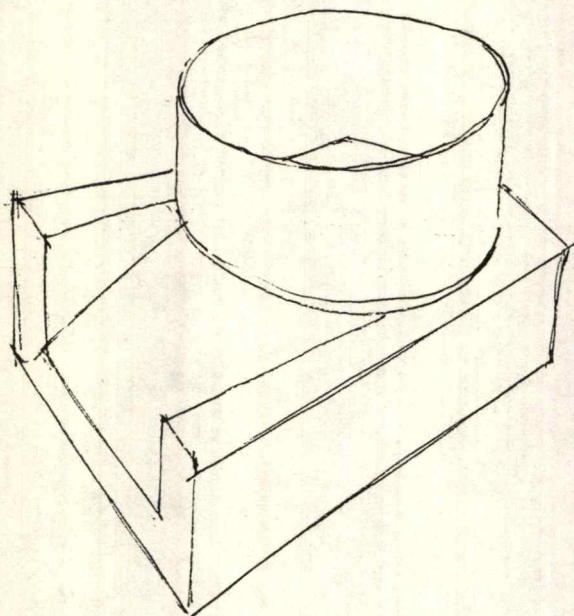
ก่อนที่จะผ่านเข้าสู่อันตอนการผ่าซาก ซากจะถูกล้างทำความสะอาดโดยใช้น้าเย็นฉีด การใช้น้าเย็นอัดฉีดจะเป็นการช่วยทำให้อผิวหนังหดตัวทันที ทำให้อรูขุมขนตีบลง ซึ่งช่วยลดการแพร่กระจายของเชื้อโรคได้อีก

### 3.4.8.5 การใช้เครื่องถอนขนขนาดเล็ก

ใช้หลักการทำงาน เช่นเดียวกับแบบเครื่องใหญ่ ๆ ในโรงงานชำแหละเนื้อไก่ แต่พัฒนาตัดแปลงให้มีขนาดเล็ก และเปลี่ยนจากการปั่นตามทางของสายพาน มาเป็นการทำงานแบบเครื่องซักผ้าอัตโนมัติแทน

ภาพที่ 63

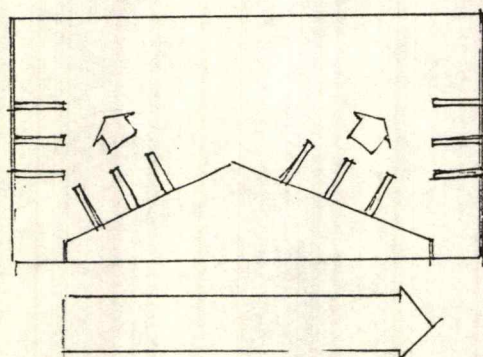
แสดงลักษณะของเครื่องถอนขนไก่ขนาดเล็ก



### 3.4.9. การศึกษาผลิตภัณฑ์เดิมเครื่องถอนขนไก่

ภาพที่ 64

แสดงลักษณะของเครื่องถอนขนไก่



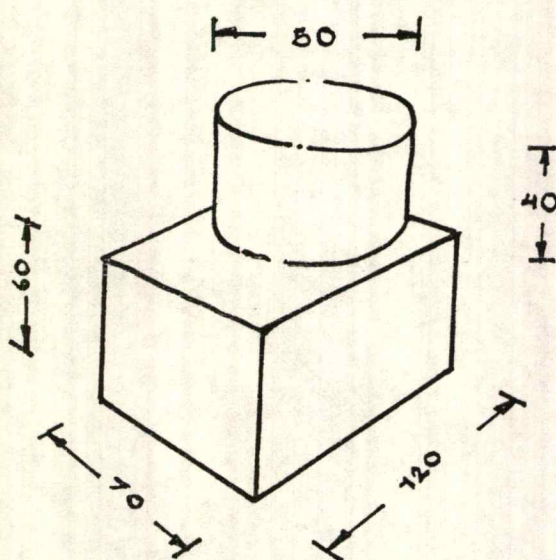
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วัสดุ

- ถังป่นใช้สแตนเลส
- ส่วนกรอบระบบทำงาน ทำจากเหล็กอบสังกะสี
- โครงสร้างใช้เหล็กรูปตัว L เชื่อมขึ้นรูป

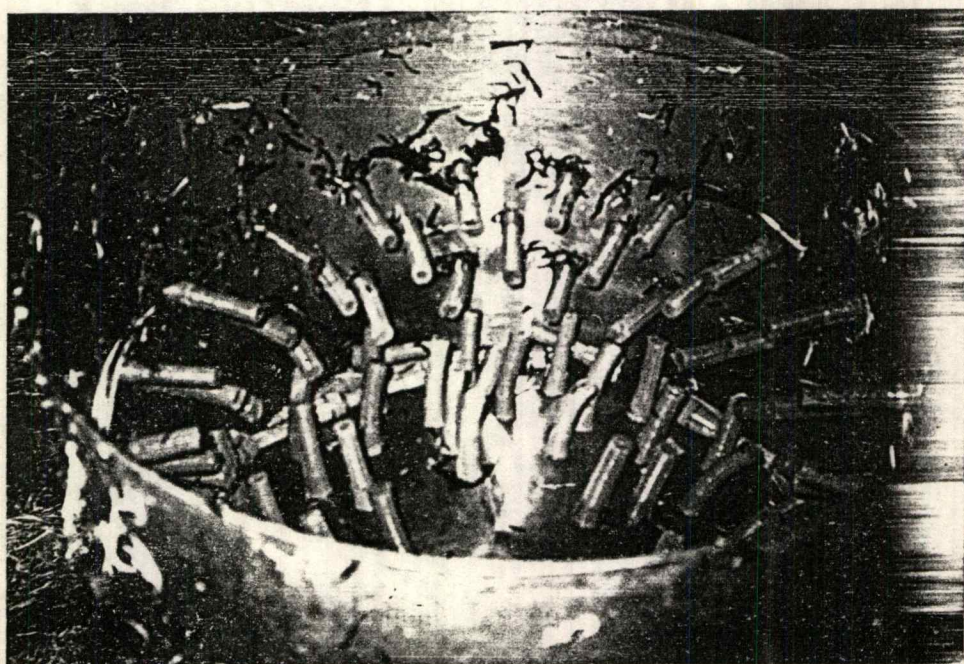
ภาพที่ 65

แสดงสัดส่วนของเครื่องป่น



ภาพที่ 66

แสดงลักษณะของถังป่น

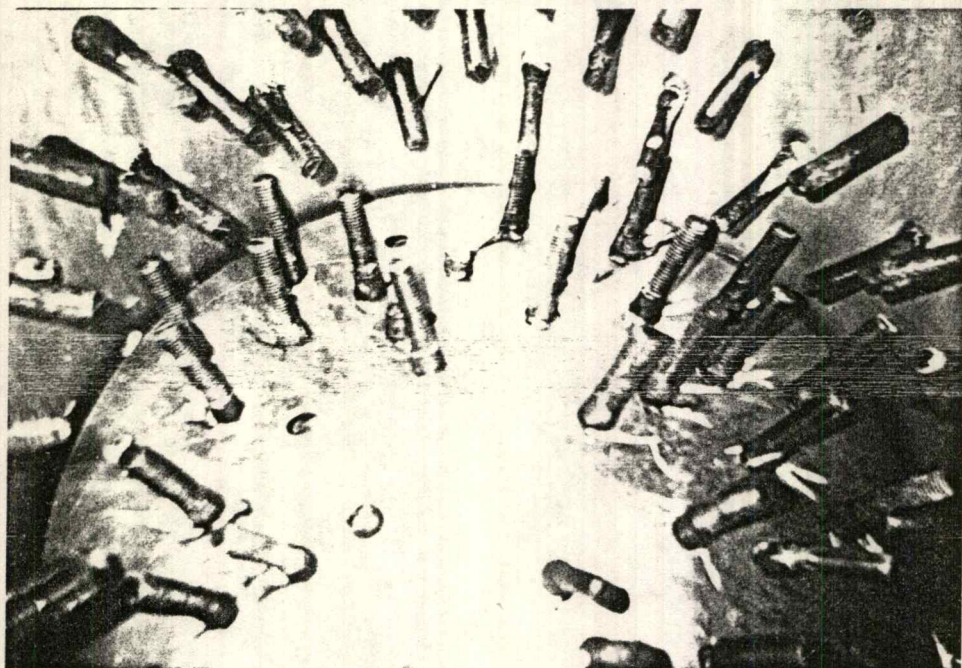


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจาะรูกว้างขนาด 2 เซนติเมตร เพื่อใช้สอดลูกยางเข้าไปเรียงเป็นแถว 3 แถว แต่ละแถวมีความยาวห่างจากกันแถวละ 6 เซนติเมตร เป็นจำนวนทั้งหมด 54 รู เพื่อมีไว้เป็นรูสำหรับสอดลูกยางที่ใช้สำหรับนวดขนไก่ออกมาตั้งรูป

ภาพที่ 67

แสดงลักษณะของพื้นด้านในถังปั่น



พื้นด้านในถังปั่น ประกอบด้วยรูมีไว้สำหรับยี่ลูกยางจำนวน 47 รู วางสลับฟันปลา โดยเว้นตรงกลางไว้ ลักษณะของพื้นเป็นรูปวงกลม มีขอบตรงกลางแหลมเล็กน้อยเพื่อให้น้ำและเศษขนไหลลงสู่ที่ต่ำกว่าเพื่อเป็นการทำความสะอาดได้ง่าย ดังรูป

ภาพที่ 68

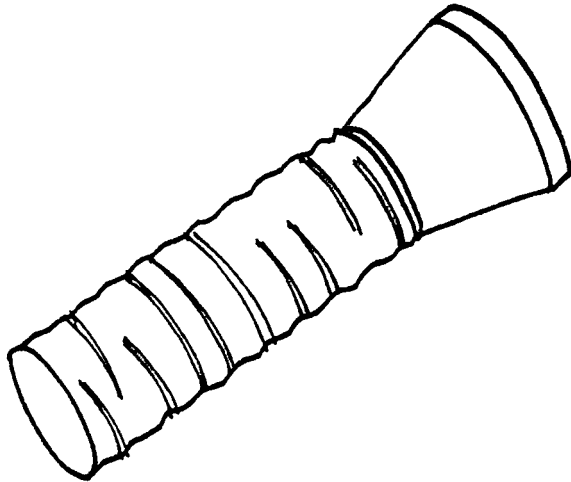
แสดงลักษณะของฐานครอบระบบเครื่อง



ฐานวาง มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าความสูงจากพื้นประมาณ 70 เซนติเมตร กว้าง 70 เซนติเมตร ยาว 130 เซนติเมตร ด้านในบรรจุมอเตอร์ให้กำลังหมุน และสายพานหมุน เพื่อให้ลดแรงน้อยลง โดยต่อโยงเข้ากับพื้นแกนหมุนของด้านในของถังปั่น วัสดุที่ให้ผลิตทำจากแผ่น โลหะที่ทำจากสังกะสี ทำให้เกิดการผุกร่อนได้ง่าย

ภาพที่ 69

แสดงลักษณะของลูกยาง

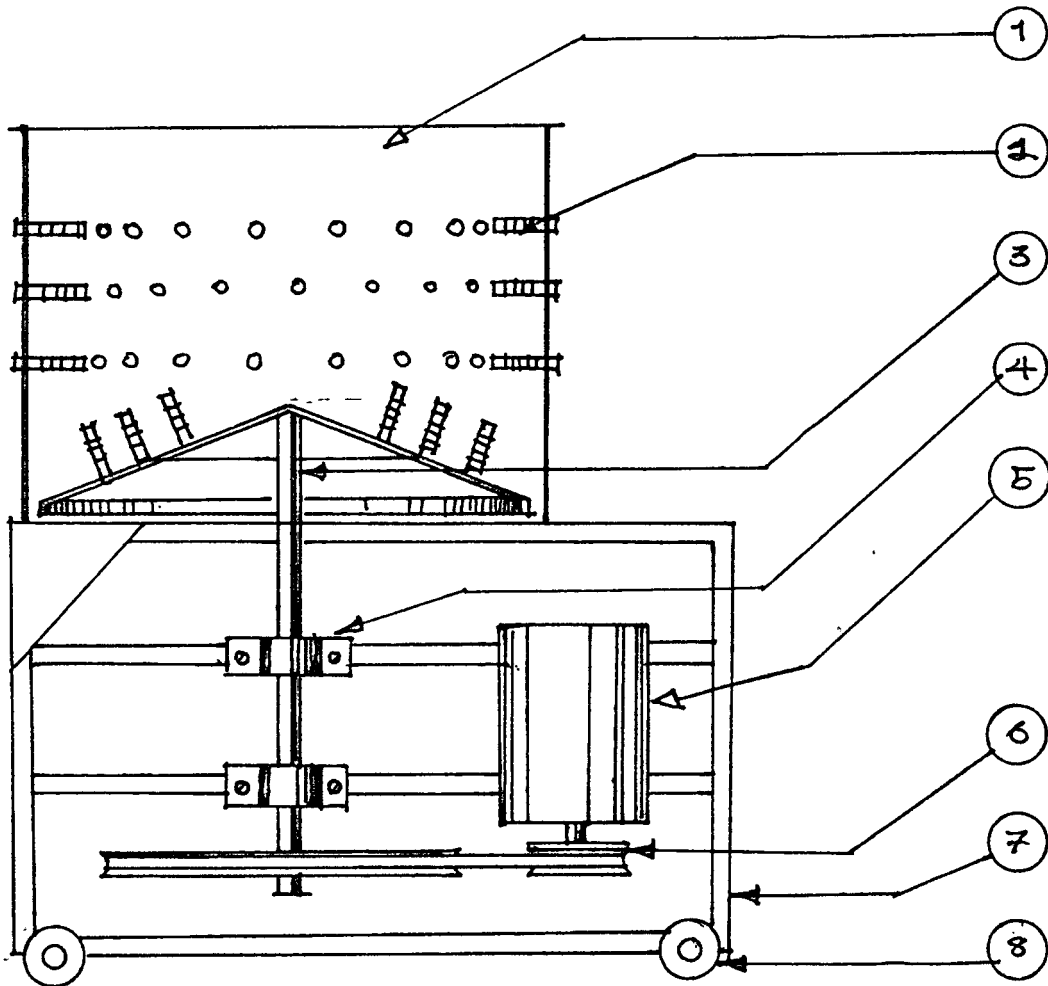


ลูกยาง มีลักษณะเป็นทรงกระบอกจากร่องสำหรับยึดติดกับถังปั่นจนถึงปลาย มี ลักษณะเป็นร่องขวางติดกันทั้งอัน ด้านท้ายมีลักษณะบานออก เพื่อป้องกันมิให้หลุดออกจากรูยึด ได้ง่าย โดยการใส่จะใส่จากด้านปลายที่มีขนาดเล็กกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.9.1 ส่วนประกอบของระบบการทำงาน

ภาพที่ 70  
แสดงภาพด้านตัดของเครื่องถอนขนไก่แบบเดิม



1. ถังป้อน
2. ลูกยาง
3. แกนเพลลา
4. ตลับลูกปืนยึดแกนเพลลา, แบร์ริง
5. มอเตอร์
6. มู่เต้
7. โครงเหล็กฉาก
8. ลูกล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.9.2 ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง

การใช้เครื่องนั้นขึ้นอยู่กับ การดูแลรักษาเครื่องของผู้ใช้ จะสามารถดูแลรักษาเครื่องใช้ได้ดีเพียงไร โดยสภาพทั่วไปแล้วส่วนที่เป็น โครงกรอบทั้งหมดผลิตจากโลหะแผ่น ประกอบขึ้นรูป ซึ่งการใช้งานต้องได้เกี่ยวข้องกับน้ำตลอดเวลา การใช้งานทำให้เกิดการผุกร่อนได้ง่ายพอสมควร จึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงและเสริมแต่งบางส่วนเพื่อให้ได้ใช้ งานต่อไป สำหรับลักษณะการทำงาน ของเครื่องพอสรุปได้ตามชนิดของไม้ที่ทำการถอนขน โดยใช้เครื่อง ปั่นได้ดังนี้

ตารางที่ 18

แสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องกวน

น้ำหนัก	ชนิดของไม้/การปั่น/ครั้ง		
	ไม้พันธุ์เนื้อ	ไม้พันธุ์ใบ	ไม้พันธุ์พื้นเมือง
ไม่เกิน 1.50 กก.	5 - 6 ตัว	5 - 6 ตัว	7 - 8 ตัว
มากกว่า 1.50 กก.	4 - 5 ตัว	4 - 5 ตัว	5 - 7 ตัว

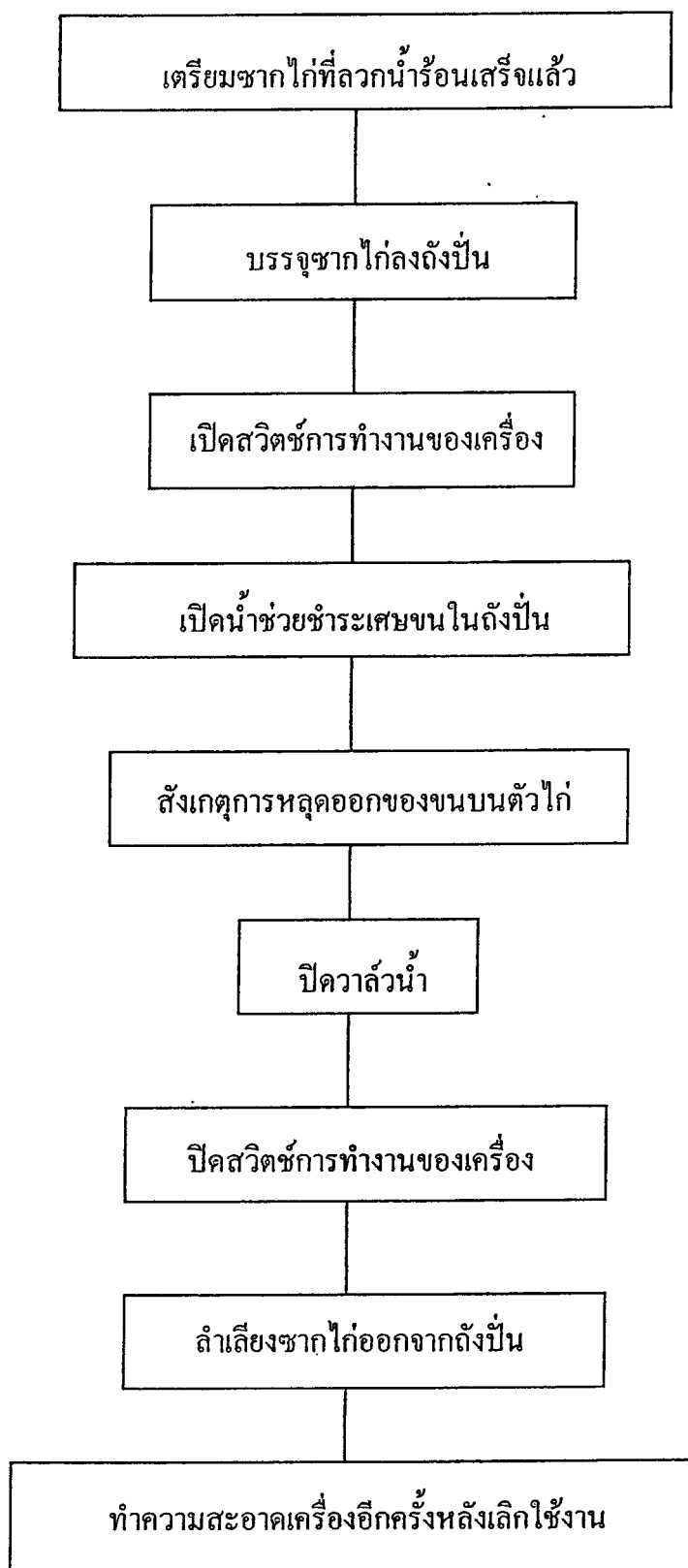
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่เศษขนที่หลุดออกมา จะมีปริมาณของขนที่วัดได้เป็นน้ำหนัก 9 - 10 เปอร์เซ็นต์ กับน้ำหนักตัวไก่ทั้งหมดเมื่ออุ้มน้ำ

สำหรับความจำเป็นของการใช้น้ำในการชำระล้างเศษขนในถึงขั้นขณะทำการป้อนแยกขน มีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะถ้าอาศัยการหลุดร่วงของเศษขนเอง แล้วเมื่อขนของไก่มีน้ำหนักในตัวเอง อยู่แล้วซึ่งไม่มากนัก ทำให้มีการขัดข้องในกระบวนการป้อน โดยที่เศษขนจะเป็นตัวกั้นไม่ให้ลูกยางสามารถใช้ความหนืดในการดึงตัวขนที่ติดออกมากับตัวไก่ได้ไม่เต็มที่ และยังทำให้การระบายเศษขนและชำระเศษขนที่ติดค้างอยู่ เป็นการช่วยลดเวลาในการป้อนให้น้อยลงและยังค่อนข้างแข็งแรงของเครื่องให้ทำงานเต็มที่มีอีกทางหนึ่งเป็นการยืดอายุการใช้งานออกไป

เนื่องจากน้ำเป็นตัวจุดให้เศษขนที่ร่วงหลุดออกมาให้ร่วงลงสู่ที่ต่ำโดยอาศัยน้ำหนักของน้ำที่เข้าไปเพิ่มให้ขนมีความชื้นยิ่งขึ้น จึงตกลงสู่ช่องระบายขนได้อีกทางหนึ่งแล้วก็อาศัยแรงดันของน้ำในการชำระล้างเศษขนที่ติดอยู่บางจุดให้หลุดออกมาได้โดยที่อัตราค่าเฉลี่ยในการใช้น้ำในการป้อนขนแต่ละครั้งของการป้อนคิดเป็น จำนวนลิตรประมาณ 9 - 10 ลิตร ต่อการป้อนแยกขน 1 ครั้ง ซึ่งค่าเฉลี่ยนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ไก่เองด้วย เพราะไก่แต่ละชนิดมีลักษณะขนที่แตกต่างกันออกไป ถ้าขนมีลักษณะแข็งมาก การใช้น้ำทำให้มีการติดค้างได้ง่าย จึงต้องมีการใช้น้ำในการชำระล้างมากมายด้วยเช่นกัน

### 3.4.10. การศึกษาพฤติกรรมของผู้ปฏิบัติงานด้วยเครื่องถอนขน



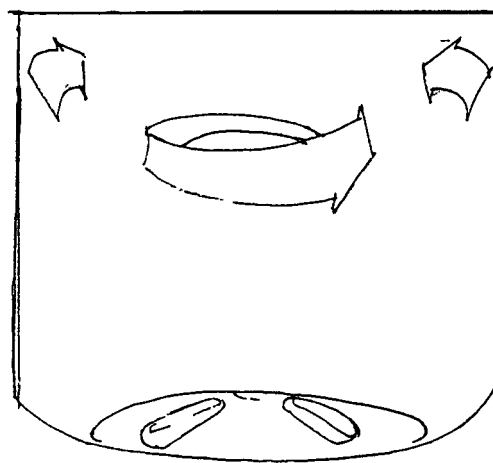
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 8.4.11. การศึกษาผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียง

แบบที่ 1 เครื่องซักผ้า

ภาพที่ 71

แสดงลักษณะของเครื่องซักผ้า



#### หลักการทํางาน

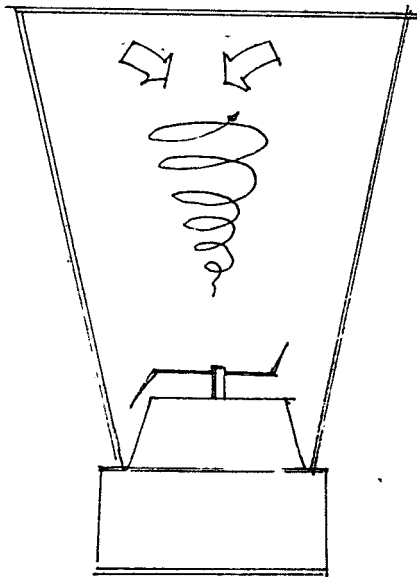
- ใช้มอเตอร์เป็นตัวต้นกำลัง ความเร็วของมอเตอร์เท่ากับ 1,600 รอบ/นาที 60 Hz
- ใช้สายพานช่วยส่งกำลัง
- มู่เล่ ปรับความเร็วให้ลดลงเหลือ 850 รอบ/นาที และ 175 รอบ/นาที
- มีตัวตีผ้ามีลักษณะเป็นฐานวงกลม มีความเร็วรอบเท่ากับความเร็วรอบของมู่เล่ภายใน เรียกว่าแกนปั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบที่ 2 เครื่องปั่นผลไม้

ภาพที่ 72

แสดงลักษณะของเครื่องปั่นผลไม้



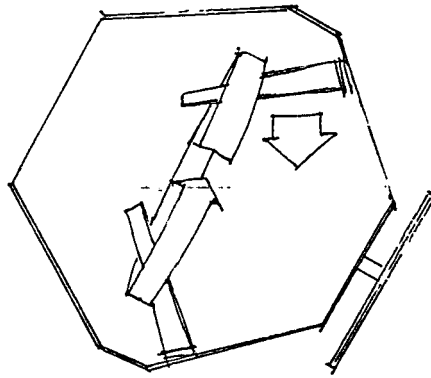
## หลักการทำงาน

- ใช้มอเตอร์แบบยูนิเวอร์สัลมอเตอร์ในการหมุน
- ใบมีดใช้วัสดุสแตนเลสมีทั้ง 2 ถึง 4 ใบ ไขว้กัน
- วัตถุจะถูกสับ โดยการหมุนของใบมีด และถูกปั่นด้านล่างภายในโถปั่น หมุนเวียนโดยตลอด

## แบบที่ 3 เครื่องโม่ผสมปูน

## ภาพที่ 73

## แสดงลักษณะของเครื่องโม่ผสมปูน



## หลักการทำงาน

- ใช้มอเตอร์แบบยูนิเวอร์สัลมอเตอร์ในการให้กำลัง
- ตั้งปั่นรูปไข่ ปากแคบ ด้านในตั้ง มีใบตี มีลักษณะเป็นแนวเฉียงตามผนังของถังผสม
- ถังผสมสามารถปรับทิศทางได้ทั้งซ้ายและขวาขณะเทปูนออกจากถัง
- ผลิตด้วยโลหะประเภทเหล็กแผ่นขึ้นรูป

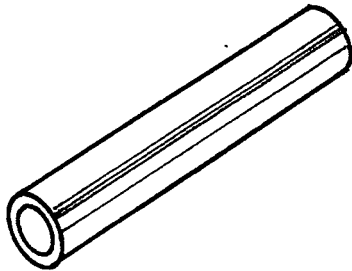
### 3.4.12 การศึกษาวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

#### 3.4.12.1 วัสดุโครงสร้าง

- โครงสร้างหลัก ลักษณะของเหล็กที่ใช้ทำโครงสร้างมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน

#### ภาพที่ 74

แสดงลักษณะเหล็กกลม



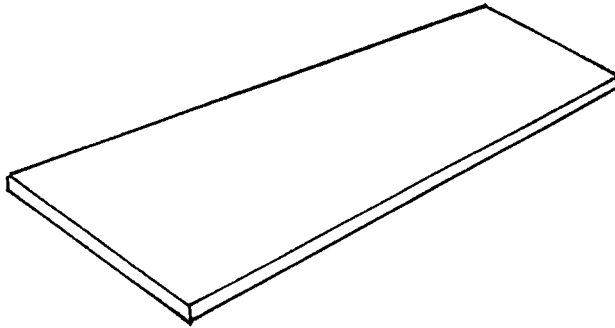
#### ตารางที่ 14

เปรียบเทียบคุณสมบัติของเหล็กกลม

ข้อดี	ข้อเสีย
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. คัดโค้งได้ดี</li> <li>2. ประกอบกัน การลบมุมได้ดี</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เชื่อมต่อยาก</li> <li>2. ยุ่งยากในการตัดโค้ง</li> <li>3. เจาะรูประกอบลำบาก</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 75  
แสดงลักษณะของเหล็กแบน



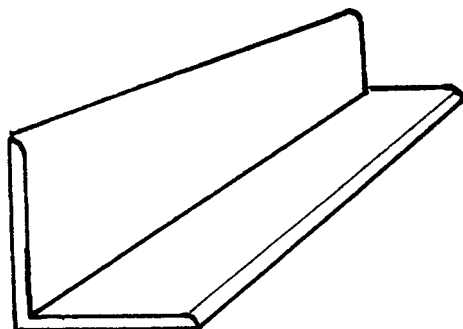
ตารางที่ 15  
แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเหล็กแบน

ข้อดี	ข้อเสีย
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เจาะรูเพื่อประกอบได้ง่าย</li> <li>2. คัดโค้งได้ง่าย</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. มีพื้นที่ในการต่อเชื่อมน้อย</li> <li>2. มีความอ่อนตัวสูง</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 76

เหล็กฉาก



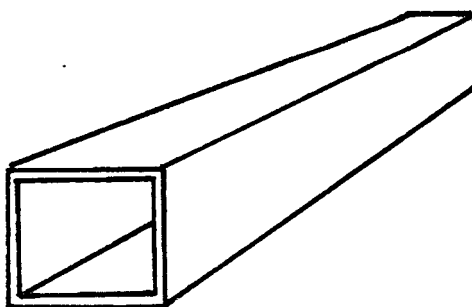
ตารางที่ 16

แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเหล็กฉาก

ข้อดี	ข้อเสีย
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เจาะรูประกอบได้ง่าย</li> <li>2. ง่ายต่อการเชื่อมต่อ</li> <li>3. มีการรองรับน้ำหนักที่ดี</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. คัดโค้งได้ยาก</li> <li>2. การตัด กระทำได้ลำบาก</li> </ol>

ภาพที่ 76

เหล็กสี่เหลี่ยม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 17

## แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเหล็กสี่เหลี่ยม

ข้อดี	ข้อเสีย
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เชื่อมต่อได้ง่าย</li> <li>2. รับน้ำหนักได้ดี</li> <li>3. มีให้เลือกหลายรูปแบบ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ยากต่อการประกอบชิ้นงาน โดยการเจาะรู</li> <li>2. การตัดโค้งทำได้ยาก</li> </ol>

ส่วนของโครงสร้างรอง วัสดุที่นำมาประกอบเป็นโครงสร้างรอง ของผลิตภัณฑ์ เป็น โลหะแผ่น จากการศึกษาข้อมูลสามารถแยกออกได้ดังนี้

สแตนเลส

## ตารางที่ 18

## แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของสแตนเลส

ข้อดี	ข้อเสีย
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผิวมันวาว</li> <li>2. ทนต่อสภาพความชื้น</li> <li>3. บำรุงรักษาง่าย</li> <li>4. ไม่ต้องการ การแต่งผิว</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การเชื่อมต่อต้องใช้เทคนิคยุ่งยาก</li> <li>2. มีราคาแพง</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เหล็กอาบสังกะสี**

**ตารางที่ 19**

**แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเหล็กอาบสังกะสี**

ข้อดี	ข้อเสีย
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ราคาถูก</li> <li>2. พับงอได้ง่าย</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ไม่ทนต่อสภาพความชื้น</li> <li>2. อายุการใช้งานสั้น</li> <li>3. ไม่ทนต่อการขูดขีด</li> </ol>

**เหล็กเคลือบดีบุก**

**ตารางที่ 20**

**แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเหล็กเคลือบดีบุก**

ข้อดี	ข้อเสีย
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. มีผิวขุ่นมัว</li> <li>2. ตกแต่งผิวได้ง่าย</li> <li>3. ขึ้นรูปได้ง่าย</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ไม่ทนต่อการขูดขีด</li> <li>2. ไม่ทนต่อความชื้น</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปวัสดุผลิตโครงสร้าง

โครงสร้างเหล็ก วัสดุที่เหมาะสมต่อการผลิต



เหล็กกลม



เหล็กแบน



เหล็กฉาก



เหล็กเหลี่ยม

โครงสร้างรอง วัสดุที่เหมาะสมต่อการผลิตเครื่องถอนขนไก่

- สแตนเลส
- เหล็กอาบสังกะสี
- เหล็กเคลือบดีบุก

### 3.4.12.2 กรรมวิธีการผลิต

#### กรรมวิธีการต่อประกอบโลหะแผ่น สามารถแบ่งได้ดังนี้

- การเชื่อม (Welding) ใช้กับงานที่ต้องการความแข็งแรงมาก และไม่มี  
การเปลี่ยนแปลงรูปแบบ
- การขี้หมุด (Fireting) ใช้กับงานที่ต้องการความแข็งแรงมาก แต่  
อายุการใช้งานจะน้อยกว่า การเชื่อมเล็กน้อย
- การเข้าตะเข็บ (Seaming) ต้องการความสวยงามในการประกอบ
- การใช้นัต หรือ กอรู (Sheet metal screw) ใช้กับงานที่ไม่ถาวร  
ในการประกอบแบบ

#### การขึ้นรูปโลหะแผ่น สามารถแบ่งออกได้ 4 วิธีดังนี้

- การประกอบขึ้นรูป (Fabrication)
- การปั๊ม (Stamping)
- การปั๊มขึ้นรูป (Spinning)
- การเคาะขึ้นรูป (Swaging)

#### สรุปขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตแบ่งได้ 5 ขั้นตอน

- ขั้นแรก การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง หรือ แปรรูปวัสดุ
- ขั้นที่สอง ใช้เครื่องมือเครื่องจักรกระทำต่อชิ้นงาน
- ขั้นที่สาม การตกแต่งผิวชิ้นงาน
- ขั้นที่สี่ การประกอบประสานชิ้นงาน
- ขั้นที่ห้า การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.13 การศึกษาระบบส่งกำลัง

#### 3.4.13.1 มอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นเครื่องกล ที่เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นรูป ของการหมุน ซึ่งสามารถแยกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- มอเตอร์ไฟฟ้าแบบยูนิเวอร์ซัล (Universal motor) มอเตอร์ชนิดนี้มีกำลังค่อนข้างสูง อาจมีเสียงดังบ้าง เป็นบางโอกาส

- เซดเคคโพล มอเตอร์ ( Shaded - pole motor ) มีขนาดเล็กกำลังไม่เกิน 200 วัตต์ หรือ 1/4 แรงม้า, ทนทาน, อายุการใช้งานนาน

- อินดักชัน มอเตอร์ ( Induction moter ) ใช้ในอุตสาหกรรม ขนาดใหญ่ ที่ใช้กำลังถึง 3 เฟส และใช้แรงดัน 380 โวลท์

#### สรุป ชนิดของมอเตอร์ที่ใช้งานออกแบบ

- ยูนิเวอร์ซัล มอเตอร์ ( Universal motor )
- เซดเคคโพล มอเตอร์ ( Shaded - pole motor )
- อินดักชัน มอเตอร์ ( Induction motor )

### 3.4.13.2 เพลา

เพลาเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของ ระบบถ่ายทอดกำลัง สามารถแบ่งตาม โหลด ( Load ) ได้ดังนี้

- เพลาถ่ายทอดกำลัง ( Transmission Shafts ) ใช้รับแรงบิดและการดัดผสมกัน ถ่ายทอดผ่าน เฟือง, มู่เล่ และสายพาน
- เพลาสั้น ( Spindle ) ใช้รับแรงบิดเพียงอย่างเดียว มีขนาดสั้น ต้องการความเที่ยงตรงสูง
- เพลาแกน ( Axles ) ใช้รับแรงดัดเพียงอย่างเดียว ใช้เป็นเพลาขับเคลื่อน

### 3.4.13.3 แบริ่ง

แบริ่งเป็นส่วนป้องกัน การคลาดเคลื่อน ของเพลาให้เที่ยงตรงอยู่ตลอดเวลา แบ่งตามลักษณะของแบริ่งได้ดังนี้

- แบริ่งธรรมดา ใช้วิธีลดการเสียดทานด้วยของเหลวหรือของแข็ง และก๊าซแบ่งออกได้เป็น

เวอร์นัลแบริ่ง รองรับเพลากลม

แบริ่งแกน รองรับตามแนวของเพลา

แบริ่งนำ รองรับการเคลื่อนไหวได้ทุกส่วน

แบริ่งยาง ใช้กับเพลาที่เป็นโลหะ ใช้ในน้ำลึก

แบริ่ง ในลอน มีการเสียดทานน้อยมาก

แบริ่งเทพลอน เป็นวัสดุที่มีแรงเสียดทานต่ำ มีราคาสูง

แบริ่งปลอก ใช้กับงานที่เคลื่อนไหวไม่มากนัก

### 3.4.13.4 สายพาน

สายพานที่นิยมใช้ แบ่งออก ได้เป็น 2 ชนิด คือ

- สายพานรูปตัว V ใช้งานต้องการแรงกดสูง ความเร็วพอประมาณ
- สายพานแบน อาศัยความเสียดทานระหว่างผิวอย่างเดียวน เหมาะกับงานกำลังต่ำ แต่ความเร็วสูง

### 3.4.14. การศึกษาข้อมูลสายไฟ

3.4.14.1 ชนิดไม่มีฉนวนหุ้ม จุกกระแสไฟได้มาก ใช้กับกระแสไฟฟ้าแรงสูง

3.4.14.2 สายมีฉนวนหุ้ม แบ่งได้เป็น

- สายหุ้มยาง มีทั้งแบบธรรมดา และทนความร้อน อายุการใช้งานสั้น
- สายหุ้มฉนวน ใช้กับเตารีด เครื่องไฟฟ้า
- สายหุ้มพีวีซี ทนต่อสภาพอากาศ, ไม่ติดไฟทนความร้อน, เหนียว, ใช้เดินภายในอาคาร

ในอาคาร

- สายหุ้มพลาสติกธรรมดา เป็นสายอ่อน ไม่ถาวร ติดไฟง่าย
- สายอินามล สายเคลือบยา เป็นสายเปลือย
- สายที่มีเปลือกโลหะหุ้ม ใช้ฝังกำแพง มีราคาสูง

### 3.4.15. การศึกษาข้อมูลยาง

#### 3.4.15.1 ยางธรรมชาติ

- ข้อดี**
- ทนต่อแรงดึงมาก
  - ยืดหดตัวได้ดี
  - ทนต่อการขีดข่วน

- ข้อเสีย**
- ไม่ทนต่อสารเคมี
  - ไม่ทนความร้อน
  - อายุการใช้งานน้อย

#### 3.4.15.2 ยางสังเคราะห์

- ข้อดี**
- เก็บได้นาน
  - แก๊สซึมผ่านได้ยาก
  - ทนต่อสารเคมี
  - ทนความร้อน

- ข้อเสีย**
- ยืดหยุ่นตัวน้อย
  - ไม่ทนต่อแรงกดกระแทก
  - ไม่เหนียว

### 3.4.16 การศึกษาชนิดของท่อน้ำ

สำหรับท่อน้ำประเภทที่ใช้กันอยู่ปัจจุบัน ซึ่งมีคุณสมบัติใกล้เคียงในการนำมา

พิจารณา ได้แก่

1. ท่อ PVC.
2. ท่อ PB.
3. ท่อเหล็กอาบสังกะสี

#### 1. ท่อ PVC. (POLYVINYL CHLORIDE PIPE)

ข้อดี

- 1.1 ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมี
- 1.2 ไม่เป็นสนิม
- 1.3 มีน้ำหนักเบาปานกลาง
- 1.4 ทนทานต่อเชื้อแบคทีเรีย เชื้อราได้ดิน
- 1.5 มีความเรียบ และด้านการเกาะตัวของวัสดุต่าง ๆ ที่ผิวในท่อ
- 1.6 ไม่ติดไฟ
- 1.7 เป็นฉนวนไฟฟ้า
- 1.8 ไม่นำความร้อน
- 1.9 สะดวกในการติดตั้ง
- 1.10 ราคาปานกลาง
- 1.11 อายุการใช้งานยาวนาน
- 1.12 มีความยืดหยุ่นคืนตัวได้พอควร

ข้อเสีย

- 1.1 จะเปราะแตกเสื่อมสภาพ เมื่อได้รับแสงแดด
- 1.2 รับแรงดันน้ำได้ไม่มาก
- 1.3 มีจุดอ่อนที่จุดต่อ ซึ่งมีโอกาสรั่วได้ถ้าติดตั้งไม่ดี
- 1.4 น้ำยาประสานข้อต่อ เป็นสารเคมี มีพิษต่อร่างกาย

2. ท่อ PB. (POLYBUTYLENE PIPE)

ข้อดี

- 2.1 เป็นท่อเนื้อเดียวตลอด ไม่ผสมหรือเคลือบสารใด ๆ ซึ่งอาจเป็นพิษต่อร่างกาย
- 2.2 โค้งงอม้วนได้ สะดวกในการขนส่ง
- 2.3 น้ำหนักเบา
- 2.4 ไม่เป็นสนิม
- 2.5 มีความเรียบและความต้านทานการเกาะตัวของวัสดุต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นพิษต่อร่างกาย
- 2.6 อายุการใช้งานยาวนาน
- 2.7 ติดตั้งสะดวก และรวดเร็วมาก
- 2.8 รับแรงดันได้สูง
- 2.9 ทนต่อสารเคมี เชื้อแบคทีเรีย และเชื้อราใต้ดิน
- 2.10 สามารถดัดงอหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้ ประหยัดแรงงานและอุปกรณ์

ข้อต่อ

- 2.11 ไม่นำความร้อน
- 2.12 เป็นฉนวนไฟฟ้า

ข้อเสีย

- 2.1 ราคาแพง
- 2.2 มีขนาดจำกัด

3. ท่อเหล็กอาบสังกะสี (GALVANIZED STEEL PIPE)

ข้อดี

- 3.1 ราคาไม่แพงมาก
- 3.2 ทนแรงดันได้สูง
- 3.3 ทนแรงกระแทกได้ดีกว่า เพราะเนื้อแข็ง

ข้อเสีย

- 3.1 เป็นสนิม

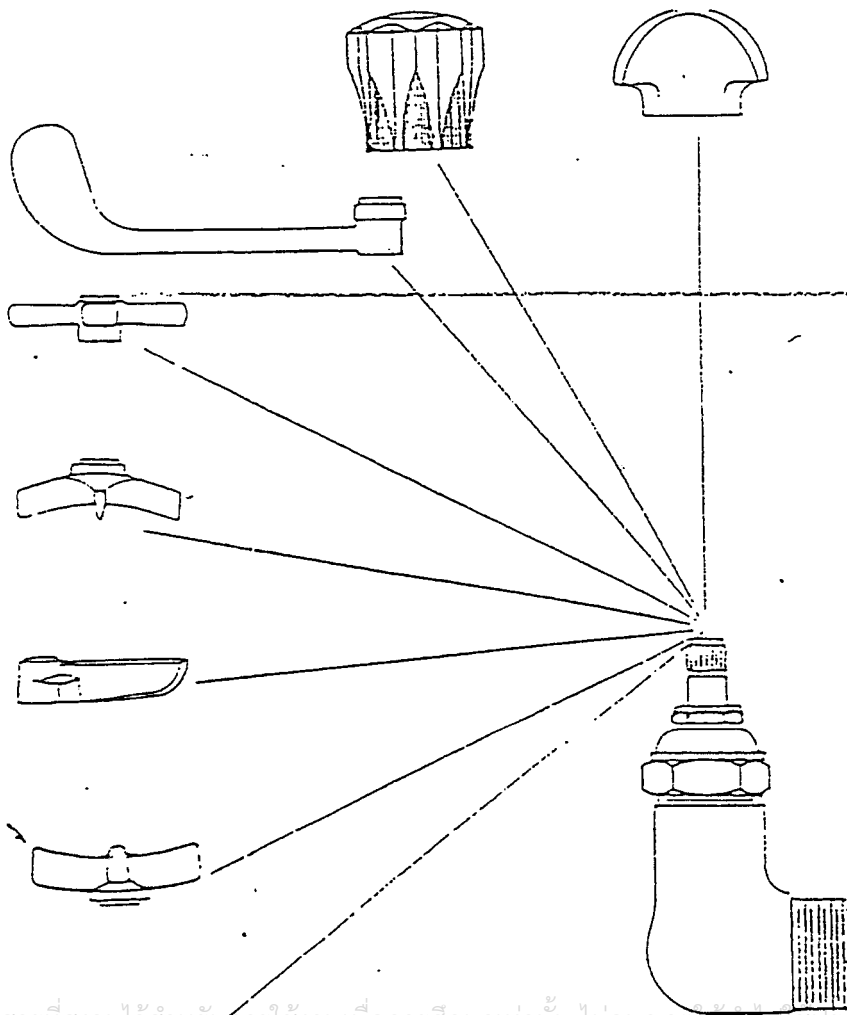
### 3.4.17 ศึกษาจุดควบคุมการไหลของน้ำ

สำหรับก๊อกน้ำที่ควบคุมการไหลของน้ำเป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่บนปลายของท่อประปา ทำหน้าที่เปิด-ปิด ควบคุมการไหลของน้ำ ก๊อกน้ำที่ใช้ตามบ้านพักอาศัยทั่วไปทำจากทองเหลือง และปรอทหล่อแต่อาจมีการนำไปชุบนิเกิลหรือโครเมียมเพื่อให้เกิดความสวยงาม จุดควบคุมปล่อยน้ำด้วยมือบังคับมีรูปแบบต่าง ๆ มากมายแบ่งตามวิธีการใช้งานดังนี้

1. แบบกด
2. แบบโยกหรือปิด
3. แบบหมุน

ภาพที่ 78

แสดงรูปแบบของจุดควบคุมการปล่อยน้ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ลิ้นควบคุมการไหลของน้ำ

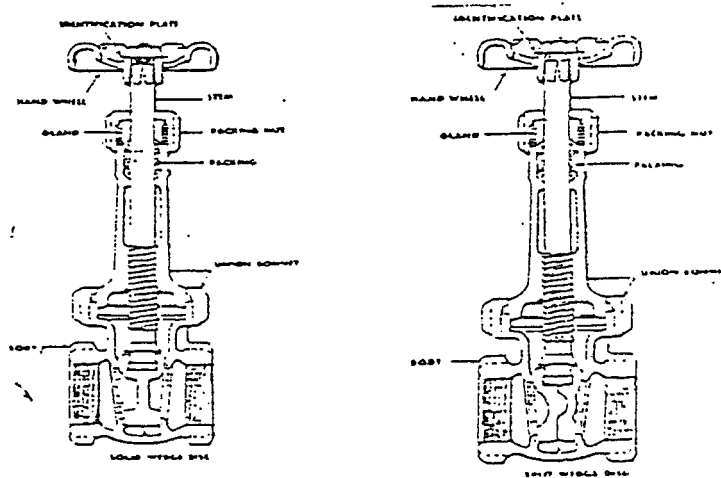
ลิ้นเป็นอุปกรณ์ใช้ปิดกั้นหรือควบคุมการไหลของน้ำที่ไหลผ่านท่อได้ตามต้องการมีทั้งชนิดที่ทำจากบรอนซ์และเหล็กหล่อ ลิ้นขนาด 2 นิ้ว หรือต่ำกว่า ส่วนใหญ่จะทำด้วยบรอนซ์ ส่วนลิ้นขนาดตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป ส่วนใหญ่ตัวลิ้นจะทำด้วยเหล็กหล่อ แต่ชิ้นส่วนภายในจะทำด้วยบรอนซ์

ลิ้นชนิดต่าง ๆ ที่นิยมใช้กับระบบประปาในปัจจุบัน ได้แก่

### 1. ลิ้นแบบเกทวาล์ว (GATE VALVE)

ภาพที่ 79

ภาพแสดงลิ้นแบบเกทวาล์ว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิ้นแบบนี้เป็นที่นิยมเรียกกันทั่วไปว่า ประตูน้ำ เนื่องจากลิ้นที่อยู่ภายในลักษณะเป็นแผ่นเลื่อนขึ้นลงได้เหมือนประตู ลิ้นแบบนี้ขณะใช้งานจะต้องเปิดปิดให้สุด จึงถูกนำไปใช้เพื่อการปิดกั้นการไหลแต่เพียงอย่างเดียวและในที่ซึ่งไม่มีการเปิดปิดลิ้นบ่อยนัก

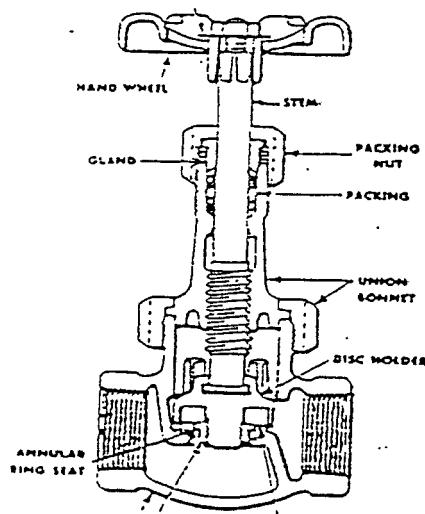
ลิ้นแบบนี้จำแนกตามลักษณะการเคลื่อนตัวของก้านมือหมุน ได้เป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบก้านลิ้นเลื่อนขึ้น (RISING STEM) กับแบบก้านลิ้นไม่เลื่อนขึ้นลง (NON-RISING STEM)

## 2. ลิ้นแบบโกลวาล์ว (GLOBE VALVE)

โดยปกติใช้ควบคุมและปรับอัตราการไหลของน้ำ จากลักษณะการสร้างภายใน ทำให้น้ำที่ผ่านเข้าไปถูกบังคับให้เกิดการรบกวน จึงสามารถควบคุมและปรับอัตราการไหลของน้ำได้ แต่แรงดันที่สูญเสียไปจากการที่น้ำไหลผ่านลิ้นแบบนี้จะมากกว่า นิยมนำไปใช้ในที่ซึ่งมีการเปิดปิดลิ้นบ่อยครั้ง ลิ้นแบบนี้จะมีเฉพาะแบบก้านลิ้นเลื่อนขึ้น (RISING STEM) เท่านั้น

ภาพที่ 80

ภาพแสดงลิ้นแบบ โกลวาล์ว



ข้อดีของลิ้นแบบนี้ที่เหนือกว่าลิ้นแบบเกทวาล์ว ได้แก่

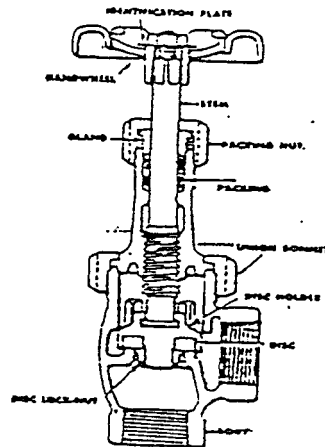
- การสึกหรอต่ำและเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ
- ซ่อมง่าย เนื่องจากลิ้นเป็นแบบถอดเปลี่ยนได้
- วัสดุที่ใช้ทำตัวลิ้นมีหลายชนิด

### 3. ลิ้นแบบแองเกิลวาล์ว (ANGLE VALVE)

ลักษณะการสร้างจะเหมือนกับแบบโกลวาล์ว แต่ทางน้ำเข้าและทางน้ำออกทำมุมกันเท่ากับ 90 องศา ดังนั้นจึงถูกนำมาใช้ในการควบคุมการปรับอัตราการไหล และเปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำในขณะเดียวกัน

ภาพที่ 81

ภาพแสดงลิ้นแบบแองเกิลวาล์ว



#### 4. ลิ้นแบบสตอปแอนด์วาสต์ (STOP-AND-WASTE VLEV)

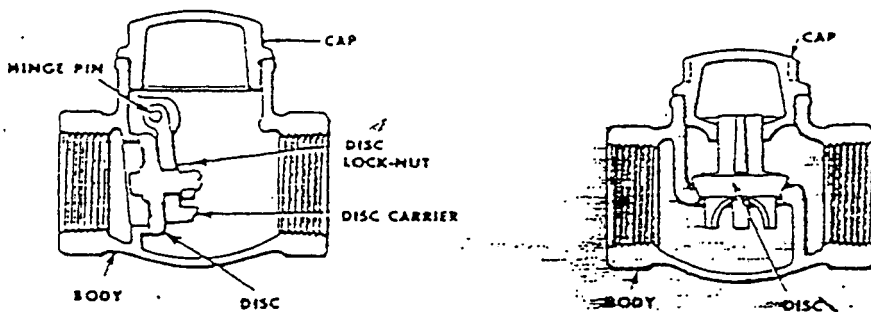
ลิ้นแบบนี้จะคล้ายกับแบบโกลวาล์ว จะผัดกันก็ตรงที่ด้านข้างจะมีก๊อกลึก ๆ สำหรับระบายน้ำให้ออกไปจากตัวลิ้น ทั้งนี้ก็เพื่อป้องกันมิให้น้ำที่ตกค้างอยู่ภายในท่อแข็งตัว อันอาจจะทำให้ปิดกั้นทางไหลของน้ำ ลิ้นแบบนี้ส่วนใหญ่ใช้ในประเทศหนาว

#### 5. ลิ้นแบบเช็ควาล์ว (CHECK VALVE)

เป็นลิ้นที่ปล่อยให้ของเหลวหรือน้ำไหลผ่านได้ทางเดียวและจะป้องกันมิให้ของเหลวหรือน้ำไหลย้อนกลับมาเมื่อแรงดันของน้ำภายในท่อลดต่ำลง

ภาพที่ 82

ภาพแสดงลิ้นแบบเช็ควาล์ว



ลิ้นแบบนี้ยังจำแนกออกตามลักษณะการสร้างได้เป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบเหวี่ยง (SWINGING CHECK) กับแบบยก (LIFT CHECK) สำหรับแบบแรกลิ้นจะเหวี่ยงตัว เปิดทางให้น้ำไหลผ่านและจะถูกดันให้ปิดเมื่อเกิดการไหลย้อนทิศทาง แรงดันสูญเสียที่เกิดขึ้นกับลิ้นแบบนี้จะต่ำ เนื่องจากไม่มีการเปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำ จึงทำให้แรงดันสูญเสียที่เกิดขึ้นกับลิ้นแบบนี้สูงกว่าแบบเหวี่ยง จึงนิยมนำไปใช้กับระบบที่มีแรงดันสูง ๆ

### 6. ลิ้นแบบบอลวาล์ว (BALL VALVE)

การเปิด-ปิดของลิ้นแบบนี้จะกระทำได้ด้วยการหมุนก้านบังคับลิ้นไปเพียง 90 องศาเท่านั้น ลิ้นแบบนี้เป็นลิ้นที่ใช้สำหรับเปิด-ปิดน้ำแบบธรรมดา ซึ่งสามารถใช้ควบคุมและปรับอัตราการไหลของน้ำได้ด้วย จึงนิยมนำมาใช้แทนลิ้นแบบเกทวาล์วหรือแบบโกลปวาล์ว หรืออาจใช้แทนก๊อกเปิดปิดแก้สความดันต่ำได้ด้วย

### 7. ลิ้นแบบบัตเตอร์ฟลายวาล์ว (BUTTERFLY VALVE)

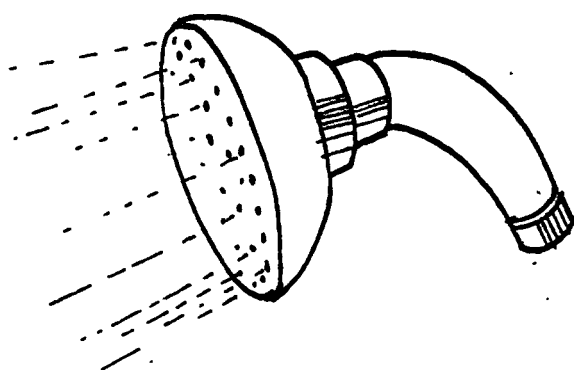
ลิ้นแบบนี้ เป็นลิ้นแบบแผ่นที่นิยมเรียกกันว่าลิ้นแบบบัตเตอร์ฟลายเป็นตัวควบคุมการไหลของน้ำลิ้นแบบนี้ นอกจากจะเปิดปิดด้วยการหมุน ก้านบังคับไปเพียง 90 องศา เช่นเดียวกับลิ้นแบบบอลวาล์วแล้ว ก็ยังสามารถใช้เปิดปิด น้ำแบบธรรมดาและควบคุมปรับอัตราการไหลของน้ำได้

#### 3.4.18 การศึกษาลักษณะของหัวฉีดน้ำ

##### แบบที่ 1

ภาพที่ 83

แสดงลักษณะหัวฉีดแบบฝักบัว



วัสดุใช้พลาสติก ABS ในการผลิตขึ้นรูปโดยกรรมวิธีการฉีด

ตารางที่ 21

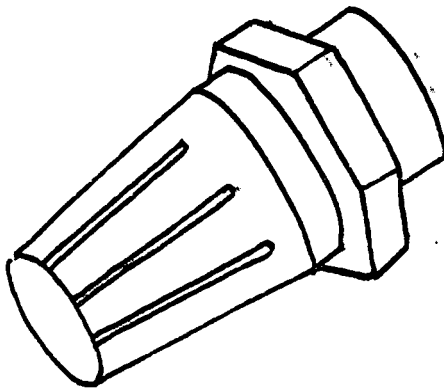
แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติหัวฉีดแบบฝักบัว

ข้อดี	ข้อเสีย
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. มีรัศมีวงกว้าง</li> <li>2. แรงในการฉีดสูง</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผลิตได้ลำบาก</li> <li>2. รูมีขนาดเล็กอาจอุดตันได้ง่าย</li> <li>3. ความแรงของการฉีดต่อ 1 รู มีขอบเขตจำกัด</li> </ol>

แบบที่ 2

ภาพที่ 84

แสดงลักษณะของหัวกะโหลก



วัสดุใช้พลาสติก PVC. ในการผลิต

ตารางที่ 22

แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติหัวกะโหลก

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ปริมาณน้ำในการไหลมีมาก	1. ให้แรงดันของน้ำไม่ค่อยแรง
2. ดูแลรักษาง่าย	2. พื้นที่การกระจายน้อย

### 3.4.19 ศึกษาเกี่ยวกับระบบการตั้งเวลา

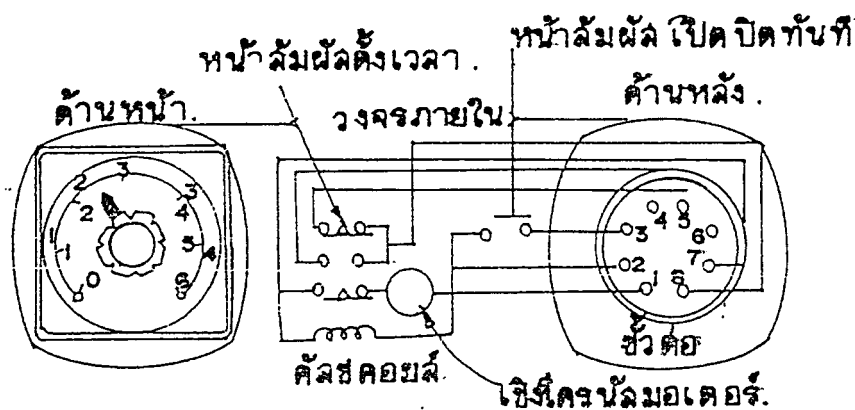
#### 1. ตัวตั้งเวลาหรือไทมเมอร์ (Timer)

ตัวตั้งเวลาชนิดมอเตอร์เป็นตัวตั้งเวลาที่ภายในมีซิงโครมอเตอร์

(Synchronous motor) ซึ่งจะหมุนด้วยความเร็วคงที่ตามความถี่ของไฟสลับ การหมุนด้วยความเร็วคงที่นี้จะเป็มาตรฐาน ที่นี้จะเป็มาตรฐานที่จะใช้ในการกำหนดเวลาที่หน่วง นอกจากนั้นภายในยังมีคลัทช์ (clutch) และกลไกจำนวนเพื่อง เพื่อใช้ทอเวลาให้ยาวนานขึ้น ตัวตั้งเวลาชนิดนี้สามารถตั้งเวลาได้ยาวนานมีเสถียรภาพในการทำงานได้ดีเลิศ

ภาพที่ 85

การทำงานของระบบตั้งเวลา

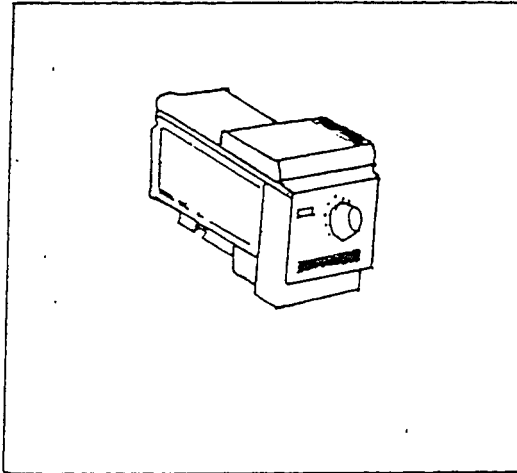


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากตัวตั้งเวลาชนิดมอเตอร์นี้แล้ว ยังมีตัวตั้งเวลาที่อาศัยคุณสมบัติของลมหรือน้ำมันในการหน่วงเวลา ตัวตั้งเวลาชนิดนี้มักจะใช้ในกรณีที่ไม่ต้องการความเที่ยงตรงของเวลามากนัก ในกรณีที่มีต้องการความเที่ยงตรงของเวลาหน่วง ควรใช้ตัวตั้งเวลาอิเล็กทรอนิกส์

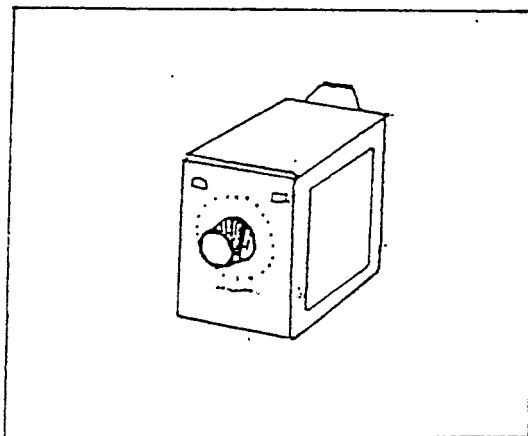
ภาพที่ 86

ตัวตั้งเวลาชนิดลม (pneumatic timer)



ภาพที่ 87

ตัวตั้งเวลาอิเล็กทรอนิกส์ (electronic timer)



## 2. ระบบของนาฬิกาไซลานอัตโนมัติ

แม้ว่านาฬิกาที่ทำงานด้วยลานจะถูกนาฬิกาควอตซ์ตีตลาดอยร่นไม่เป็นขบวนเลขก็ตาม แต่นาฬิกาลานก็มีข้อดี ได้แก่ ความทนทานสมบูรณ์ของมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนาฬิกาไซลานอัตโนมัตินี้ให้ความสะดวกและประหยัดแก่ผู้ใช้อย่างมาก

### 3. นาฬิกาแผ่นตัวเลข

เหตุที่นาฬิกาแสดงเวลาด้วยแผ่นตัวเลขได้รับความนิยมมาก เนื่องจากหลักการของการใช้แผ่นพับแสดงตัวเลขขนาดใหญ่บอกเวลานั้น สามารถออกแบบให้ทำงานได้ด้วยกลไกง่าย ๆ สำหรับนาฬิกาแสดงเวลาด้วยแผ่นตัวเลขนี้ จะใช้กลไกการผลิตแผ่นตัวเลขอย่างซ้ำ ๆ 2 ชุด แยกกันโดยชุดหนึ่งจะทำให้หน้าที่พลิกแผ่นตัวเลขแสดงเวลาเป็นนาทีทุก ๆ นาที และอีกชุดหนึ่งจะพลิกแผ่นตัวเลขแสดงเวลาเป็นชั่วโมงทุก ๆ ชั่วโมง

ชุดของเฟืองกลาง, เฟืองเล็ก และเฟืองตัวหนอน จะทำหน้าที่ทรอบการหมุนด้วยความเร็วสูงของมอเตอร์ให้เหลือเพียง 1 รอบต่อชั่วโมงที่เฟืองพับ ก้านเพลลาขับเคลื่อนเฟืองขับนี้จะหมุนกระบอกแผ่นพับบอกนาฬิกา เพื่อพับแผ่นพับทุกใบจนครบภายในเวลา 1 ชั่วโมง และก้านเพลลาขับนี้จะค่อยๆ ไปขับเคลื่อนชุดเฟืองทรอบชุดที่สอง ซึ่งอยู่ใกล้กับปุ่มปรับตั้งเวลาเพื่อทรอบไปขับเคลื่อนเฟืองฟันตรงตัวใหญ่ ซึ่งติดอยู่กับก้านเพลลากลางที่สวมรวมแกนอยู่กับก้านเพลลาขับเคลื่อนแผ่นพับบอกนาฬิกา โดยบนก้านเพลลากลางนี้จะมีกระบอกขับแผ่นพับบอกชั่วโมงติดอยู่ ซึ่งจะถูกก้านเพลลาขับเคลื่อนให้หมุนไปด้วยอัตรา 1 รอบ ทุก 24 ชั่วโมง

### 4. วิทยุนาฬิกา

สามารถตั้งเวลาได้นานถึง 60 นาที ก่อนที่วิทยุจะปิดเองโดยอัตโนมัติ ซึ่งสามารถปิดปุ่มให้อยู่ที่ตำแหน่ง “อัตโนมัติ (AUTO)” “เปิด (ON)” “ปิด (OFF)” และ “ปลุก (ALARM)” มอเตอร์จะเป็นตัวขับเคลื่อนนาฬิกาและเฟืองควบคุมการทำงานของสวิทช์ โดยที่ตัวสวิทช์ต่ออนุกรมกับสายไฟที่จะป้อนให้กับวิทยุ

### 5. สวิทช์ตัดวงจรอัตโนมัติ

สวิทช์ตัดวงจรอัตโนมัติทำงานเหมือนกับฟิวส์ โดยจะติดตั้งอยู่รวมในวงจรไฟฟ้า เพื่อทำหน้าที่ตัดวงจรเมื่อมีกระแสไฟฟ้าในวงจรจำนวนมากเกินไป จนอาจจะก่อให้เกิดอันตราย ข้อแตกต่างจากฟิวส์ก็คือ เมื่อสวิทช์ตัดวงจรไปแล้ว หากต้องการต่อวงจรใหม่หลังจากตรวจสอบซ่อมแซมสิ่งผิดปกติในวงจรแล้ว ก็สามารถทำได้ง่าย ๆ

การทำงานของสวิทช์ตัดวงจรอัตโนมัติด้วยอำนาจแม่เหล็ก ซึ่งมีช่วงหน่วงเวลา โดยอาศัยผลของความเสียดทานของของไหล ขณะเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดที่พันอยู่โดยรอบหลอดที่มีของไหล บรรจุอยู่ในตราบเท่าที่กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังมีค่าน้อยกว่าค่าขีดจำกัดที่กำหนดไว้แรงดึงของอำนาจแม่เหล็กจากสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น รอบขดลวดก็จะมีค่าไม่มากพอที่จะเอาชนะแรงผลักของสปริงที่มีต่อลูกเลื่อนได้ผลก็คือ ลูกเลื่อนจะหยุดอยู่กับที่เป็นกรณีเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดมีค่าเกินขีดจำกัด

สวิทซ์ตัดวงจรอัตโนมัติ ชนิดที่ทำงานทั้งด้วยความร้อนและด้วยอำนาจแม่เหล็ก สวิทซ์ตัดวงจรอัตโนมัติแบบนี้ จะมีชิ้นก้านเหล็กยึดติดแบบไว้กับแถบโลหะคู่ ในกรณีที่มีกระแสเกินขีดจำกัดไหลผ่านสวิทซ์เป็นเวลานาน ความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้แถบโลหะคู่โก่งงอ ปลดกระเดื่องล๊อคให้เป็นอิสระอันมีผลทำให้สัมผัสแยกตัวออกจากกันเป็นการตัดวงจรอีกทั้งยังมีผลทำให้ไกโยกพับลงไปอยู่ที่ตำแหน่งตัดวงจรด้วย

### 3.4.20 การศึกษาสรีระศาสตร์ของมนุษย์

จากการศึกษาพฤติกรรมของผู้ปฏิบัติงาน พอสรุปได้ว่าขณะที่ปฏิบัติงานจะใช้การยืนปฏิบัติงานโดยตลอดขั้นตอนการใช้เครื่อง ดังนั้น ค่าความสามารถของผู้ปฏิบัติงานในการใช้ผลิตภัณฑ์ จะเป็นตัวกำหนดขนาดของผลิตภัณฑ์ได้

#### สรุป ข้อมูลเกี่ยวกับสรีระศาสตร์

- ความสูงยืนเฉลี่ย	=	160.60	ซม.
- ความสูงระดับสายตา	=	149.63	ซม.
- ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	=	78.85	ซม.
- ความสูงพื้นถึงศอก	=	90	ซม.
- ความกว้างแขนเหยียดข้าง	=	70	ซม.
- ความกว้างของมือเฉลี่ย	=	81	ซม.
- องศาในการก้มไปด้านหน้า	=	70	องศา
- องศาในการเอียงไปด้านข้าง	=	40	องศา

ตารางที่ 23  
การวิเคราะห์รูปทรงของผลิตภัณฑ์

1. ทรงกระบอก
2. ทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส
3. ทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	การผลิตได้ง่ายในระบบอุตสาหกรรม	3	4	4
2	ความปลอดภัยต่อการใช้งาน	5	3	3
3	เหมาะสมกับระบบกลไก	3	4	5
4	พื้นที่ใช้สอย	4	5	4
รวม		15	16	16

จากตารางที่ 23 เลือกใช้ชนิดหัวฉีดน้ำแบบฝักบัวในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

## ตารางที่ 24

## การวิเคราะห์ วัสดุผลิตโครงสร้าง

1. เหล็ก กววงกลม
2. เหล็ก กววงเหลี่ยม
3. เหล็ก รูปตัว L
4. เหล็กแบน
5. -----

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	ง่ายต่อการประกอบขึ้นรูป	3	5	3	3	
2	การรับแรงที่ดี	5	5	5	3	
3	อายุการใช้งาน	4	4	5	4	
รวม		12	14	13	10	

จากตารางที่ 24 เลือกเหล็กเหลี่ยมในการผลิตโครงสร้างภายในเนื่องจาก  
สามารถผลิตได้ง่ายที่สุด ในระบบอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25

การวิเคราะห์ วัสดุที่ใช้ผลิต BODY ผลิตภัณฑ์

1. โลหะแผ่น ชนิด เหล็กเคลือบตีบูก
2. โลหะแผ่น ชนิด สแตนเลส
3. โลหะแผ่น ชนิด เหล็กอาบสังกะสี
4. เหล็กดำ
5. -----

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	การผลิตได้ง่าย	3	3	3	3	
2	ทนต่อความชื้นได้ดี	4	5	4	2	
3	อายุการใช้งาน	4	5	3	2	
4	ราคา	3	2	3	5	
รวม		14	15	13	12	

จากตารางที่ 25 เลือกใช้วัสดุ ชนิด สแตนเลส ในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 26

## การวิเคราะห์ วัสดุผลิตถังป่นพร้อมฐานป่น

1. สแตนเลส
2. เหล็กอบสังกะสี
3. เหล็กเคลือบดีบุก
4. -----
5. -----

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	ง่ายต่อการผลิต	4	5	5		
2	อายุการใช้งาน	5	3	4		
3	ทนทานต่อการขีดข่วน	5	4	4		
4	ทนต่อความชื้น	5	3	3		
รวม		19	15	16		

จากตารางที่ 26 เลือกใช้สแตนเลสในการผลิต เพราะมีคุณสมบัติในการใช้งานที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 27

การวิเคราะห์ การยึดประกอบ BODY

ผลิตภัณฑ์กับโครงสร้าง

1. การยึดด้วยน็อตเกลียว
2. การยึดประกอบด้วยการเชื่อม
3. การยึดประกอบด้วยตัวรีเวีย
4. -----
5. -----

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	ความสะดวกรวดเร็ว	3	4	5		
2	ความเรียบร้อยของงาน	3	5	5		
3	อายุการใช้งาน	4	5	4		
4	ง่ายต่อการบำรุงรักษา	4	4	4		
5	เหมาะสมกับคุณสมบัติของวัสดุ	5	3	5		
รวม		20	21	23		

จากตารางที่ 27 เลือกใช้การประกอบ BODY ด้วยวิธีการประกอบด้วย รีเวีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 28

การวิเคราะห์ การประกอบถังปิ่น  
เข้ากับตัวผลิตภัณฑ์

1. การยึคน็อตเกลียว
2. การเชื่อมติดตาย
3. การย้าหมุด
4. -----
5. -----

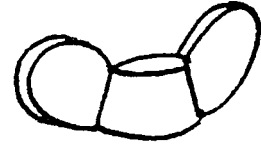
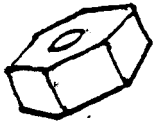
ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	ความแข็งแรง	4	5	4		
2	ง่ายต่อการผลิต	4	5	5		
3	ง่ายต่อการบำรุงรักษา	5	4	5		
4	สะดวกต่อการเปลี่ยนถ่ายลูกยาง	5	4	3		
รวม		18	18	17		

จากตารางที่ 28 เลือกใช้การประกอบถังปิ่นเข้ากับตัวผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธียึดด้วยน็อตเกลียว  
และเชื่อมติดตาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 29

การวิเคราะห์ รูปแบบของนัตที่ใช้ยึดประกอบถึงปืนเข้ากับตัวเครื่อง



1. แบบหัวเปลี่ยน

2. แบบมีร่องลึก

3. แบบหางปลา

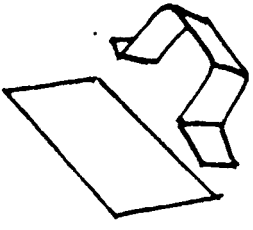
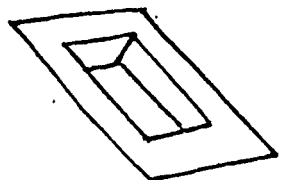
ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	อายุการใช้งาน	5	3	4		
2	ความแข็งแรง	5	4	4		
3	ความสะดวกต่อการถอดประกอบ	3	4	5		
4	ไม่เกาะก่ต่อการใช้งาน	4	5	4		
รวม		17	16	17		

จากตารางที่ 29 เลือกใช้นัตแบบหางปลา ในการยึดติดระหว่างถึงปืนกับตัวเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 30

การวิเคราะห์ ลักษณะของมือจับส่วนของฝาปิด - เปิด

1.  แบบแยกชิ้น นำมาประกอบติด
2.  แบบเป็นชิ้นเดียวกัน

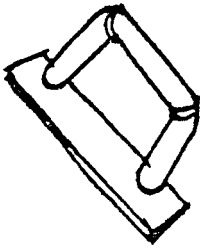
ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	ความแข็งแรง	4	5			
2	สะดวกต่อการผลิต	4	5			
3	ความคล่องตัวขณะปฏิบัติงาน	5	4			
4	ประหยัดวัสดุ และ ทุนการผลิต	3	5			
รวม		16	19			

จากตารางที่ 30 เลือกใช้ลักษณะมือจับแบบเป็นชิ้นเดียวในการผลิต

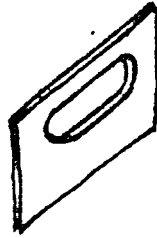
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 31 :

การวิเคราะห์ ลักษณะของมือจับในส่วนของ  
กะาะรองขน



1. แบบแยกชิ้น



2. แบบผลิตเป็นชิ้นเดียว





ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	ง่ายต่อการผลิต	4	5			
2	พื้นที่ในการใช้สอย	3	4			
3	การดูแลรักษา	4	4			
4	อายุการใช้งาน	2	4			
รวม		17	13			

จากตารางที่ 31 เลือกใช้ลักษณะมือจับตามแบบชิ้นเดียว เพราะสามารถที่จะผลิตได้ในขั้นตอนเดียวกันทั้งหมด และมีอายุการใช้งานที่นานที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 32

## การวิเคราะห์ ตำแหน่งการวางกะบะรองรับเศษขน

1.  ด้านหน้าถึงป็น 3.  ด้านข้างถึงป็น
2.  ด้านหลังถึงป็น 4.  ด้านล่างของถึงป็น

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	สะดวกต่อการใช้งาน	3	5	4	5	
2	ง่ายต่อการทำความสะอาด	5	3	5	3	
3	ใช้พื้นที่น้อยในการจัดวาง	3	4	3	5	
รวม		11	12	12	13	

จากตารางที่ 32 เลือกใช้จุดทำการติดตั้งกะบะรองรับเศษขนตรงส่วนล่างของเครื่องป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 33  
การวิเคราะห์ตำแหน่งติดตั้งสวิทช์ควบคุม

1. ด้านหน้าซ้าย
2. ด้านหน้าขวา
3. ด้านหลังซ้าย
4. ด้านหลังขวา
5. -----

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	ความปลอดภัยต่อการใช้งาน	4	3	5	5	
2	ความสะดวกต่อการใช้งาน	4	4	3	3	
3	สังเกตได้ง่าย	5	5	4	4	
4	เหมาะสมกับพฤติกรรม	5	3	3	5	
รวม		18	15	15	17	

จากตารางที่ 33 เลือกติดตั้งสวิทช์ควบคุมตรงส่วนของด้านบนของถังป็น เพราะเหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งานมากที่สุด

## ตารางที่ 34

การวิเคราะห์ ชนิดของสวิตช์เปิด - ปิดการใช้งาน

1. สวิตช์แบบกด
2. สวิตช์แบบเลื่อน
3. สวิตช์แบบหมุน
4. สวิตช์แบบโยก
5. \_\_\_\_\_

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	ความปลอดภัยในการใช้งาน	3	3	5	4	
2	ความสะดวกต่อการใช้	4	3	3	5	
3	อายุการใช้งานของสวิตช์	2	3	4	5	
4	การเลือกระบบการใช้งาน	2	4	5	2	
รวม		11	13	17	14	

จากตารางที่ 34 เลือกใช้สวิตช์เปิด - ปิดแบบที่ใช้หมุน เพราะ สามารถอำนวยความสะดวก  
สะดวกต่อการใช้งานได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 35

การวิเคราะห์ ชนิดสวิตซ์ตั้งเวลา

1. แบบไขลาน \_\_\_\_\_
2. แบบระบบตัวเลข \_\_\_\_\_
3. แบบโทเมอร์ \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	อายุในการใช้งาน	4	3	3		
2	ทนต่อสภาพความชื้น	3	2	3		
3	ราคาต้นทุนการผลิต	4	2	2		
4	ง่ายต่อระบบการทำงาน	4	4	3		
รวม		15	11	11		

จากตารางที่ 35 เลือกใช้สวิตซ์ตั้งเวลาแบบไขลาน เพราะใช้ได้กับเครื่องถอนไก่ ได้อย่าง  
เหมาะสมกว่าแบบระบบตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 36  
การวิเคราะห์ ลักษณะการจัดวาง  
กะบะรองขน

1. จัดวางแบบฐานติดอยู่กับพื้น
2. จัดวางแบบฐานติดอยู่กับพื้น
3. -----
4. -----
5. -----

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	การระบายน้ำได้ดี	4	5			
2	การรับน้ำหนักได้มาก	5	4			
3	การรักษาความสะอาดกระทำได้ง่าย	4	4			
4	ไม่ทำความเสียหายแก่ผลิตภัณฑ์	4	5			
รวม		17	18			

จากตารางที่ 36 เลือกใช้การจัดวางกะบะรองขนแบบฐานลอย

ตารางที่ 37  
การวิเคราะห์ จุดต่อเชื่อมท่อส่งน้ำ

---

1. ด้านบนของ - เครื่อง
2. ด้านข้างของเครื่อง
3. ด้านหลังเครื่อง
4. ด้านใต้เครื่อง
5. -----

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	ง่ายต่อการดูแลรักษา	5	4	3	2	
2	สะดวกต่อการติดตั้ง	4	4	4	3	
3	อำนวยความสะดวกต่อการใช้งาน	4	5	5	5	
4	ความปลอดภัยต่อระบบการทำงาน	3	4	3	3	
รวม		16	17	15	13	

จากตารางที่ 37 เลือกจุดติดตั้งท่อส่งน้ำตรงด้านข้างของเครื่อง เพราะอำนวยความสะดวกต่อ  
การปฏิบัติงานมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 38

## การวิเคราะห์ ตำแหน่งวาล์วเปิด ปิดน้ำ




1. ด้านบนของฝาปิด
2. ด้านหลังของฝาปิด
3. ด้านหน้าของฝาปิด
4. -----
5. -----

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	ความปลอดภัยต่อผู้ใช้และระบบไฟฟ้า	4	3	4		
2	สังเกตได้ง่าย	5	5	5		
3	ง่ายต่อการติดตั้ง	3	4	4		
4	สะดวกต่อการดูแลรักษา	5	5	3		
รวม		17	17	16		

จากตารางที่ 38 เลือกตำแหน่งของวาล์วเปิด - ปิด น้ำเลือกใช้จุดด้านหลังของฝาปิด และด้าน  
บนของฝาปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 39  
การวิเคราะห์ ตำแหน่งการติดตั้งมอเตอร์

1.  ด้านหน้าเครื่องปั่น      3.  ด้านหลังเครื่องปั่น
2.  ด้านข้างเครื่องปั่น

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	สะดวกต่อการบำรุงรักษา	3	4	5		
2	ความปลอดภัยต่อการใช้งาน	3	4	5		
3	การระบายความร้อนได้ดี	3	3	4		
4	ใช้พื้นที่น้อยในการจัดวาง	5	4	5		
รวม		14	15	19		

จากตารางที่ 39 เลือกใช้ตำแหน่งการติดตั้งมอเตอร์ตรงส่วนหลังของเครื่องปั่น

## ตารางที่ 40

การวิเคราะห์ชนิดของสายพาน  
ชนิดของสายพาน

1. แบบสแตนด์การ์ด \_\_\_\_\_
2. แบบเสริมด้วยเส้นลวด
3. แบบหน้าในเป็นเพียง
4. แบบหน้าแคบ \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	อายุการใช้งาน	3	3	4	4	
2	ความสามารถในการส่งกำลัง	3	5	2	5	
3	เหมาะสมกับระบบใช้งาน	3	5	2	5	
4	สะดวกต่อการเปลี่ยนถ่าย	4	4	3	5	
รวม		13	17	11	18	

จากตารางที่ 40 เลือกใช้สายพานแบบหน้าแคบ-เพราะมีคุณสมบัติในการใช้งานที่เหมาะสมกับ  
ผลิตภัณฑ์มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 41  
การวิเคราะห์ รูปแบบการจัดวางตำแหน่ง  
ของลูกยางภายในถังป็น

1. แบบเรียงแถวหน้ากระดาน
2. แบบสลับฟันปลา
3. -----
4. -----
5. -----

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	ความต่อเนื่องในการป็น	3	5			
2	การลดช่องว่างระหว่างลูกยาง	3	4			
3	การประหยัดจำนวนของลูกยางที่ใช้	4	5			
4	ผิวของลูกยางที่สัมผัสกับตัวไก่	4	4			
รวม		14	18			

จากตารางที่ 41 เลือกใช้การจัดวางตำแหน่งของลูกยางแบบสลับฟันปลาเพราะมีความต่อเนื่องในการปฏิบัติงานที่ดีทำให้ได้ชิ้นงานที่ใช้เวลาการทำงานที่น้อย

## ตารางที่ 42

## การวิเคราะห์ผลของหัวฉีดพ่นน้ำภายในถัง

1. แบบหัวกระโหลก
2. แบบฝักบัว
3. แบบสปริงเกอร์

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	อำนาจการชะล้าง	3	4	4		
2	ความสม่ำเสมอ	4	4	3		
3	อายุการใช้งาน	4	5	4		
4	การบำรุงรักษา	5	4	4		
รวม		16	17	15		

จากตารางที่ 42 เลือกใช้ชนิดหัวฉีดน้ำแบบฝักบัวในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 43

การวิเคราะห์ลักษณะการจัดเก็บสายยาง

1. ม้วนเก็บภายในเครื่อง
2. เกี่ยวไว้ด้านข้างเครื่อง
3. ปลดอหึ่งกับพื้น

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	ความปลอดภัยต่อการเคลื่อนย้าย- และขณะปฏิบัติงาน	5	4	2		
2	ดูแลรักษาง่าย	3	4	4		
3	สะดวกต่อการใช้งาน	3	5	5		
4	ดูแลรักษาง่าย	3	4	3		
รวม		14	17	14		

จากตารางที่ 43 เลือกใช้วิธีการเก็บสายยางโดยวิธีการเก็บไว้ด้านข้างของถังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 44

## การวิเคราะห์ลักษณะการต่อเชื่อมปลายสายส่งน้ำ

1. แบบใช้ปลอกรัด
2. แบบยึดด้วยกาว
3. แบบปลอกเกลียว

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	อายุการใช้งาน	4	2	4		
2	ความสะดวกต่อการดูแลรักษา	4	3	5		
3	สะดวกต่อการติดตั้ง	2	3	5		
4	ปลอดภัยต่อการปฏิบัติงาน	3	2	4		
รวม		13	10	18		

จากตารางที่ 44 เลือกใช้การต่อเชื่อมปลายท่อกับส่วนอื่น ๆ โดยใช้ปลอกเกลียวเป็นจุดยึดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด ต้องมีการจัดลำดับความสำคัญของข้อมูลนั้น ๆ ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลต้องมีการนำเอาคุณสมบัติต่าง ๆ มาทำการวิเคราะห์แล้วให้ค่าคะแนนตามความเหมาะสม ในการนำมาออกแบบ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้พอที่จะสรุปได้ดังนี้

#### 4.1 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1.1 การเลือกรูปทรงของผลิตภัณฑ์ เลือกใช้รูปทรงของสี่เหลี่ยมจตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า

4.1.2 วัสดุที่เหมาะสมในการผลิตโครงสร้างรองรับน้ำหนักคือ เหล็กเหลี่ยมทวิ

4.1.3 วัสดุที่เหมาะสมในการผลิต BODY ผลิตภัณฑ์คือ สแตนเลส

4.1.4 วัสดุที่เหมาะสมในการผลิตถังและถังป่น คือ สแตนเลส

4.1.5 การยึดติด BODY กับโครงสร้าง ใช้วิธีการยึดด้วยรีเวดซ์

4.1.6 ลักษณะการประกอบถังป่น ใช้การยึดด้วยนอตแบบหางปลา

4.1.7 ลักษณะของมือจับเปิด - ปิด ฝาปิดถัง ใช้กรรมวิธีการผลิตเป็นชิ้นเดียวกับฝาปิด

4.1.8 ลักษณะของมือจับกะบะรองขน ใช้กรรมวิธีการเจาะเป็นชิ้นเดียวกัน

4.1.9 ตำแหน่งของจุดติดตั้งกะบะรองขนคือ ส่วนล่างด้านหน้าถังป่น

4.1.10 ตำแหน่งของสวิทช์ควบคุมคือ ด้านหน้าฝั่งซ้ายมือ

4.1.11 ชนิดของสวิทช์ควบคุมการทำงานคือ สวิทช์แบบหมุน

4.1.12 ลักษณะของระบบตั้งเวลาของสวิทช์ควบคุม เลือกใช้แบบโซลัน

4.1.13 ลักษณะการติดตั้งกะบะรองรับเศษขน เป็นแบบฐานลอย

4.1.14 ตำแหน่งของท่อส่งน้ำเข้าเครื่องป่นคือ ด้านข้างของเครื่องป่น

4.1.15 ตำแหน่งของวาล์วควบคุมการไหลของน้ำคือ ส่วนบนของฝาปิด

4.1.16 ตำแหน่งการติดตั้งมอเตอร์ให้กำลังคือ ด้านหลังของเครื่องป่น

4.1.17 ชนิดของสายพานที่ใช้ในการถ่ายทอดกำลังคือ สายพานรูปตัววีแบบหน้าแคบ

4.1.18 ลักษณะของการติดยางเข้ากับถังป่น เป็นลักษณะของสลับฟันปลา

4.1.19 ชนิดของหัวฉีดน้ำในการชำระเศษขน ใช้แบบฝักบัว

4.1.20 วิธีเก็บสายปล่อยน้ำทิ้งจากเครื่อง ใช้วิธีการเกี่ยวไว้ด้านข้างของถังป่น

4.1.21 ลักษณะของการต่อเชื่อมสายส่งน้ำ เลือกใช้การต่อเชื่อมแบบปลอกเกลียว



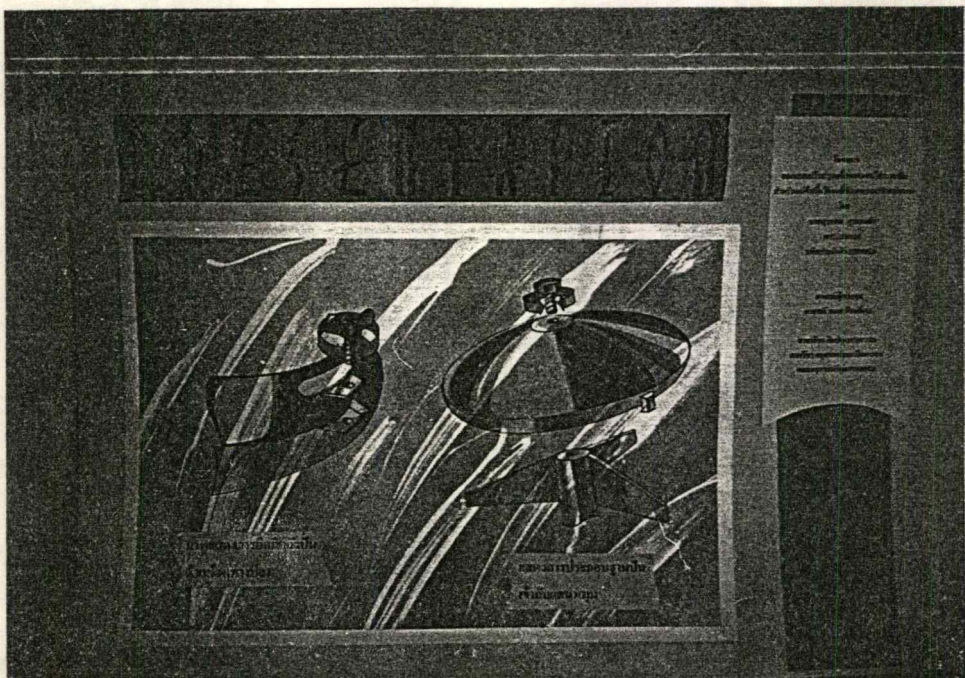
ภาพที่ 88

แสดงแบบร่างที่ 2 (SKETCH DESIGN 2)



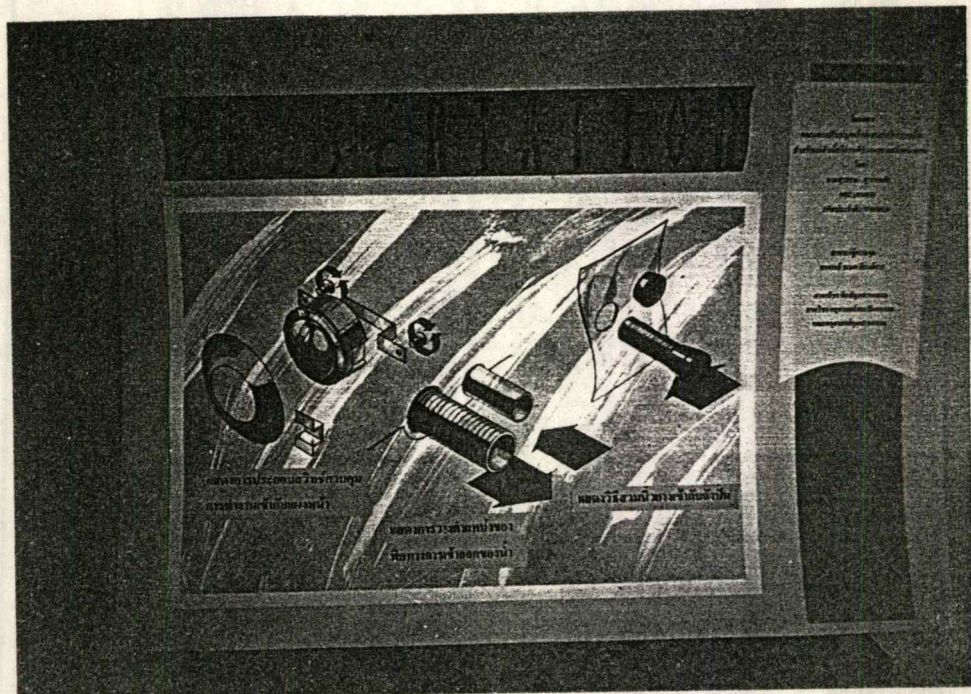
ภาพที่ 89

แสดงรายละเอียดผลิตภัณฑ์

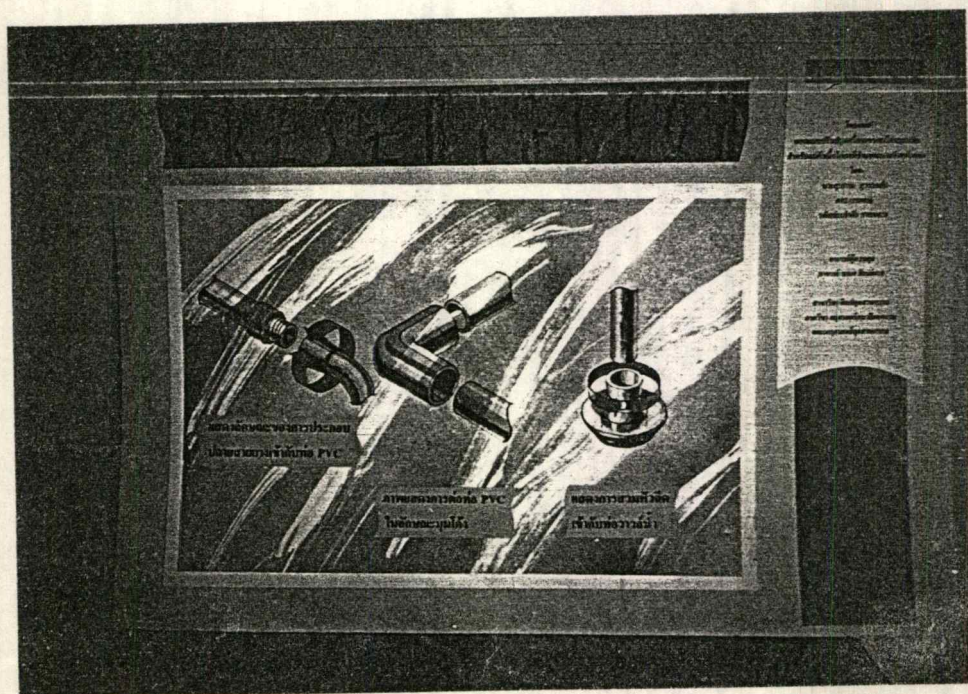


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 90  
แสดงรายละเอียดผลิตภัณฑ์

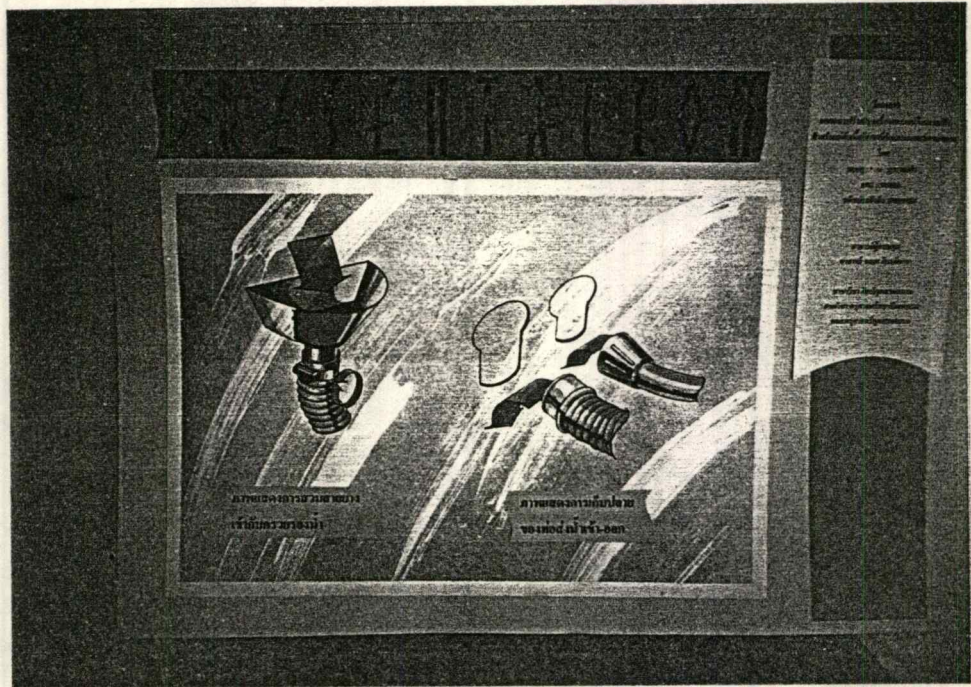


ภาพที่ 91  
แสดงรายละเอียดผลิตภัณฑ์

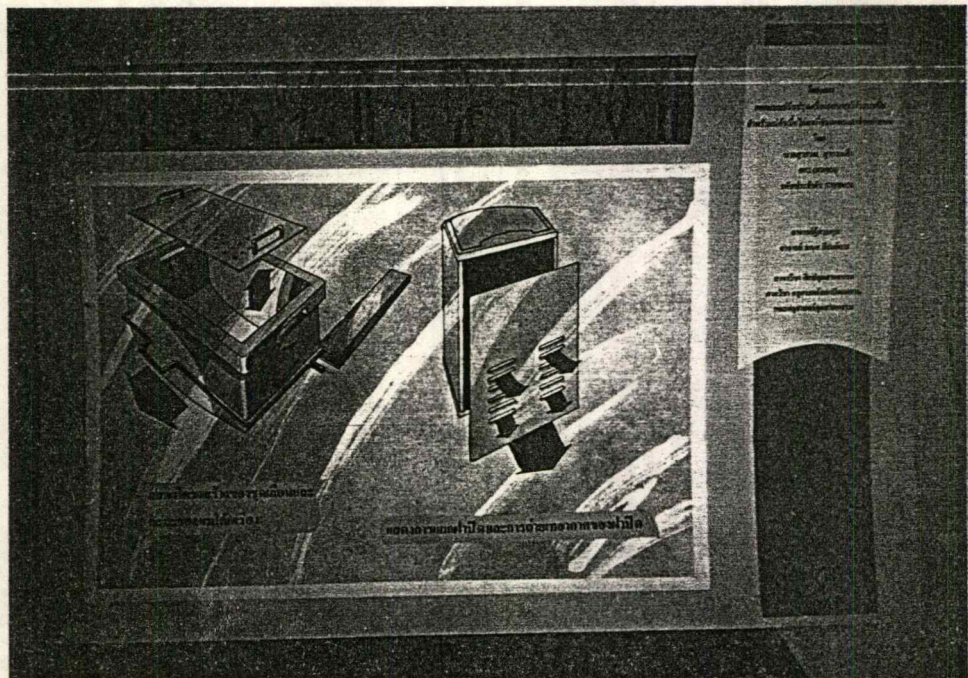


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 92  
แสดงรายละเอียดผลิตภัณฑ์



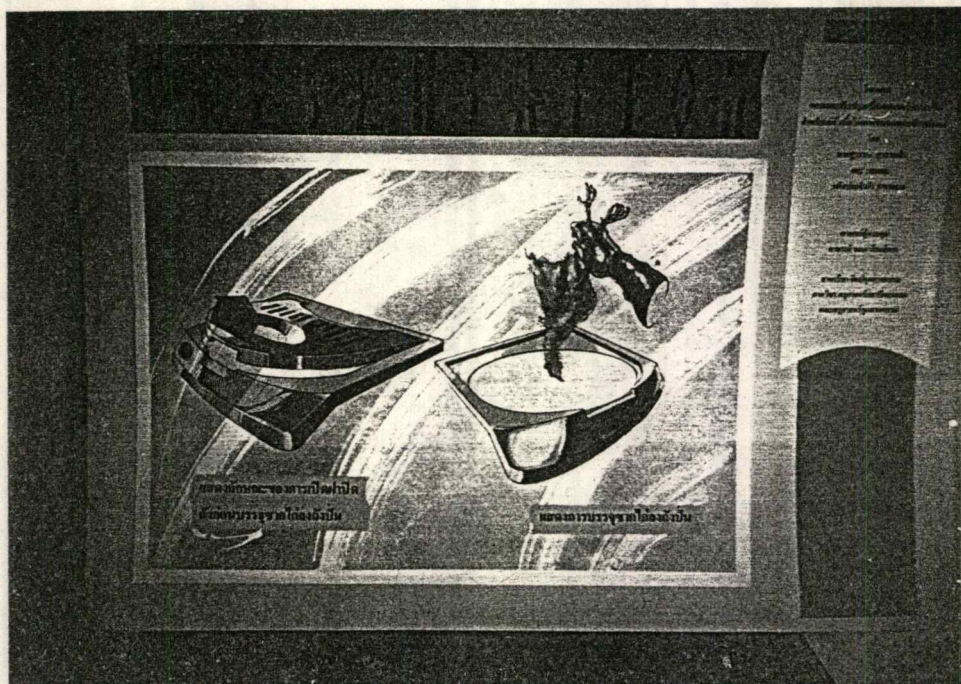
ภาพที่ 93  
แสดงรายละเอียดผลิตภัณฑ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

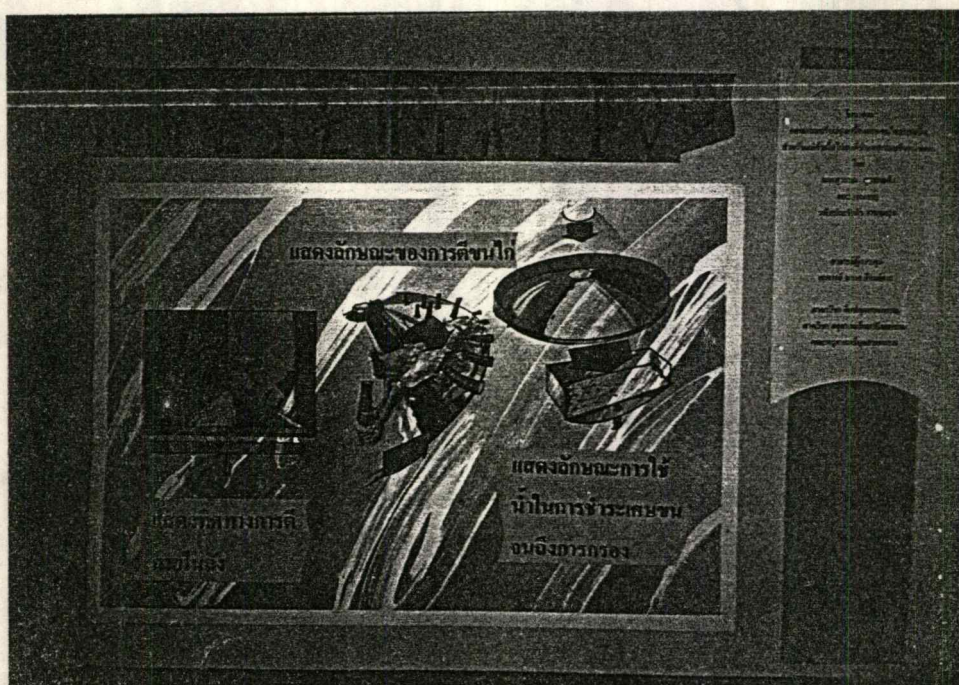
ภาพที่ 94

แสดงรายละเอียดผลิตภัณฑ์



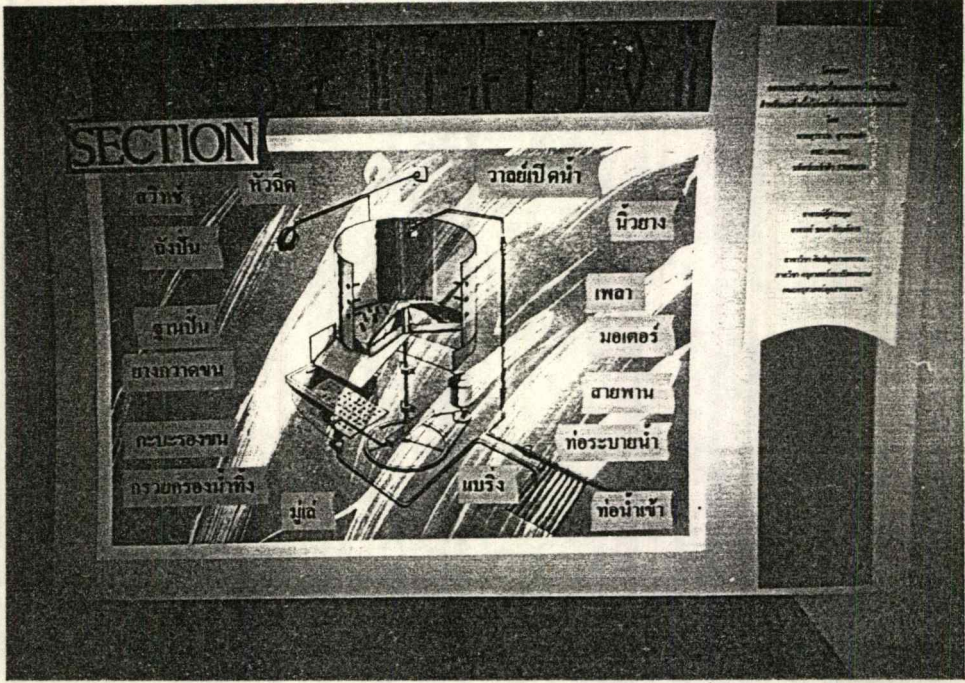
ภาพที่ 95

แสดงรายละเอียดผลิตภัณฑ์

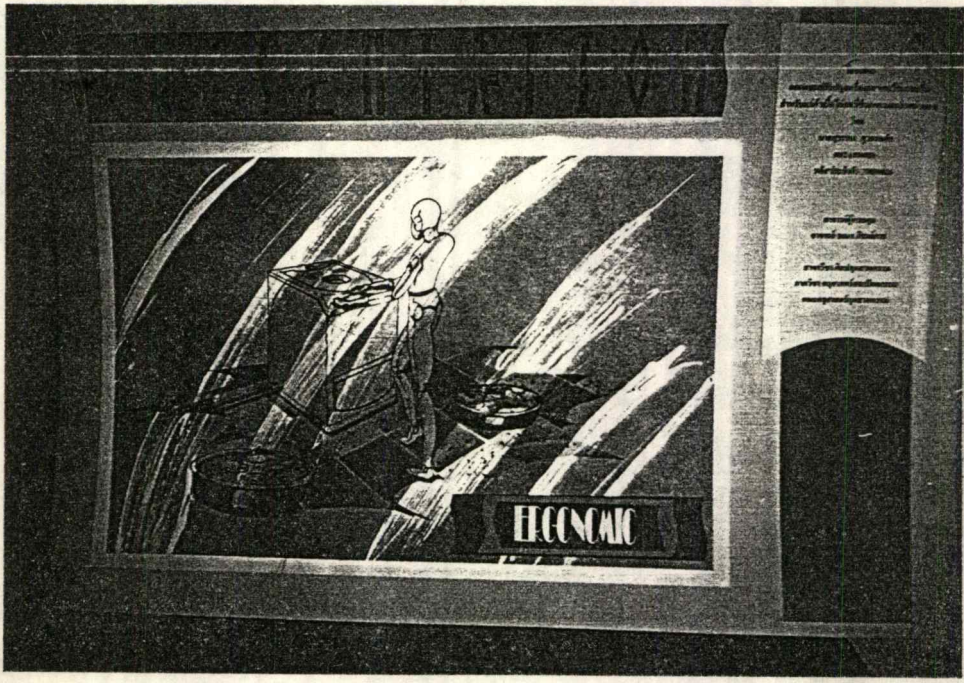


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 96  
แสดงภาพตัดผลิตภัณฑ์ (SECTION)

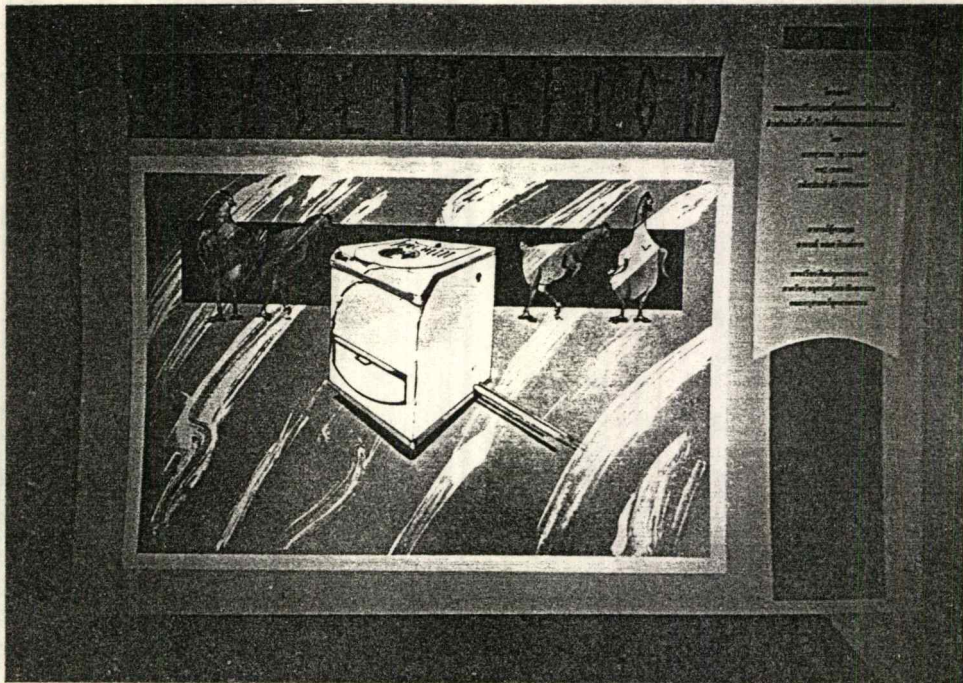


ภาพที่ 97  
แสดงเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้งาน

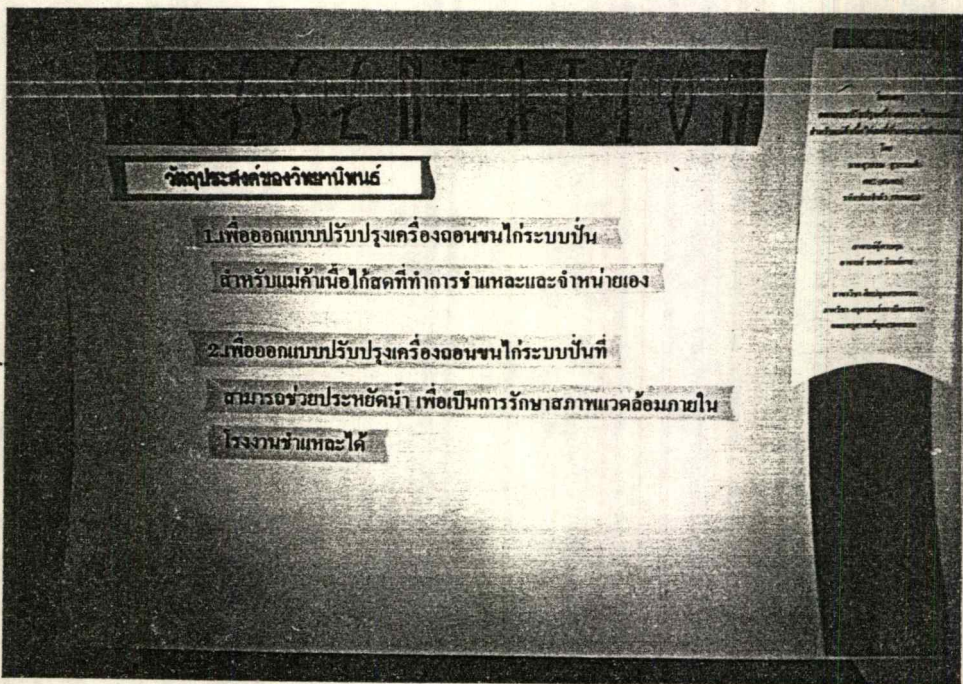


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 98  
แสดงภาพเหมือนผลิตภัณฑ์ (RENDERING)

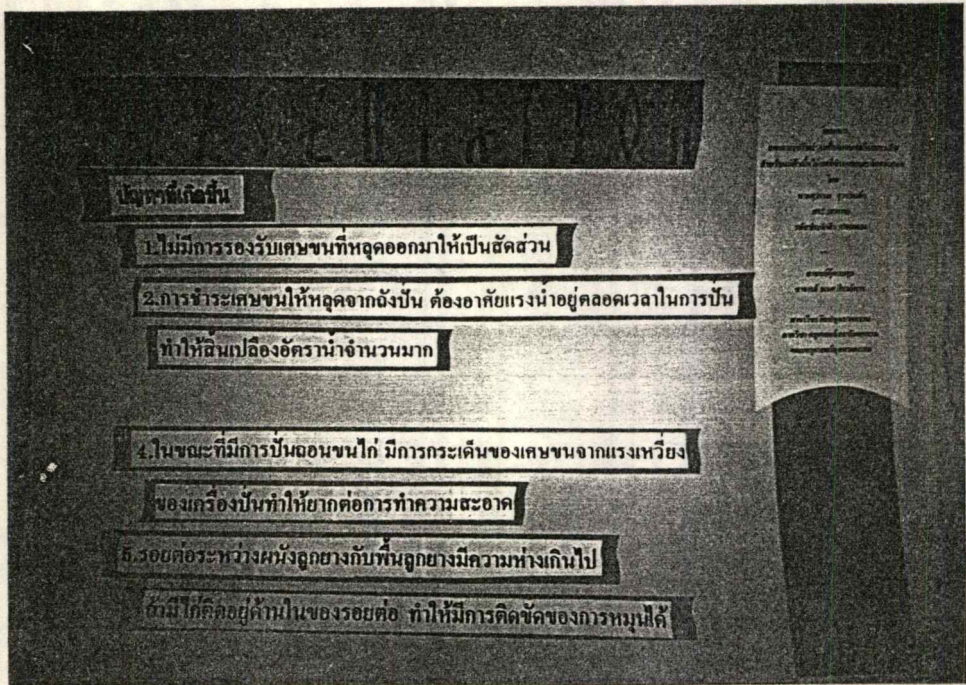


ภาพที่ 99  
PRESENTATION

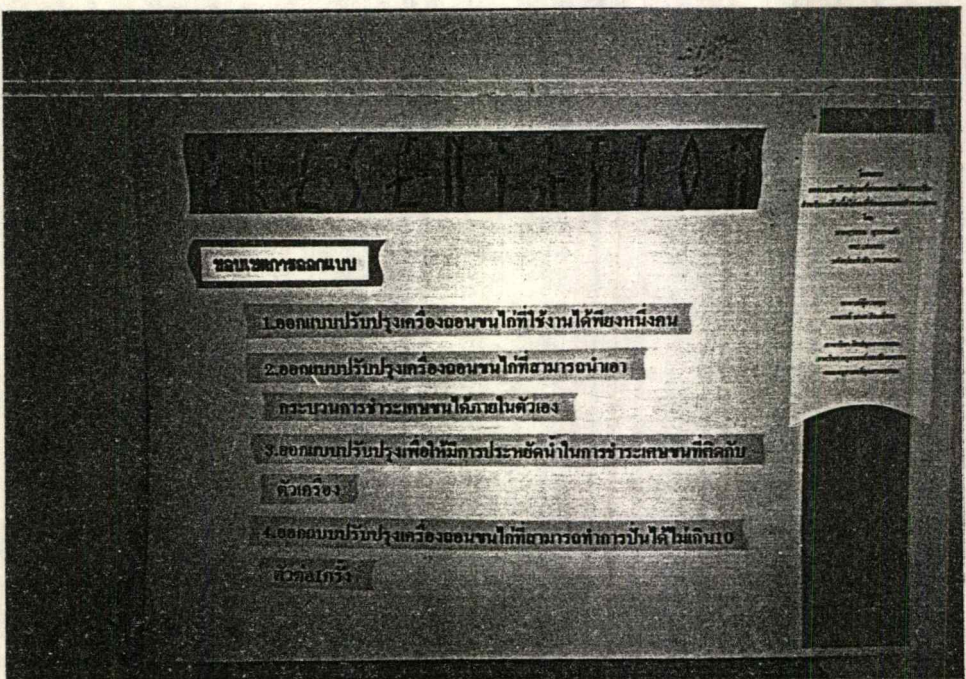


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 100  
PRESENTATION



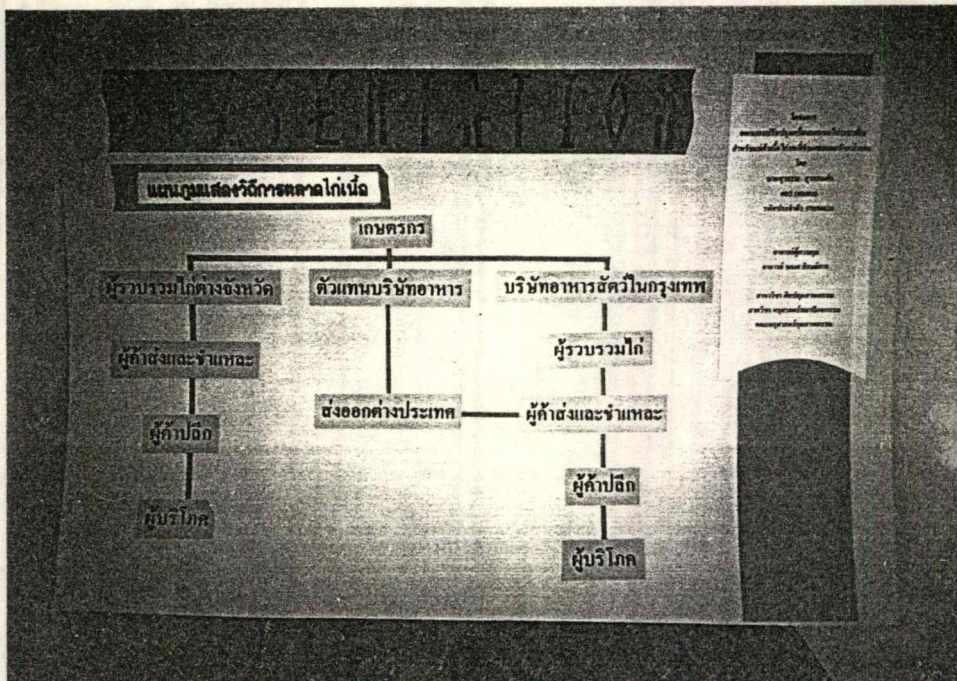
ภาพที่ 101  
PRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

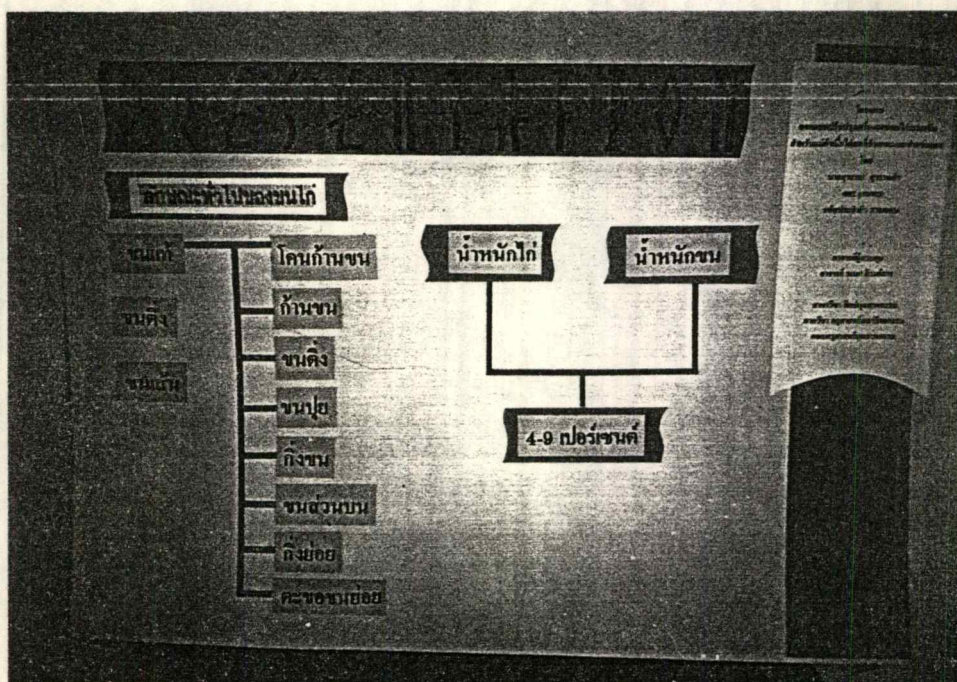
ภาพที่ 102

PRESENTATION



ภาพที่ 103

PRESENTATION

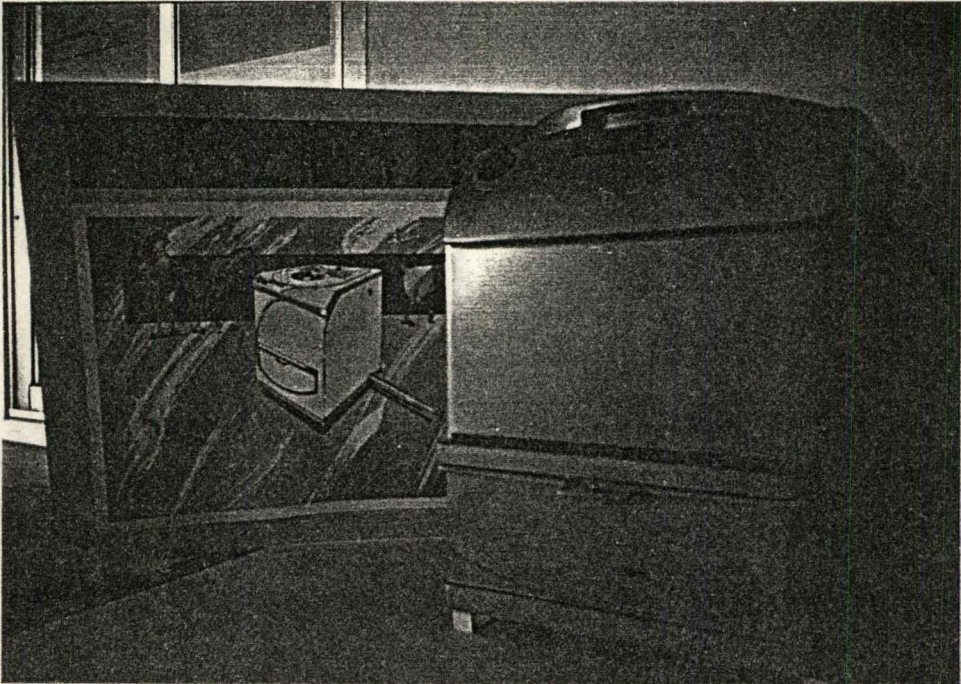


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



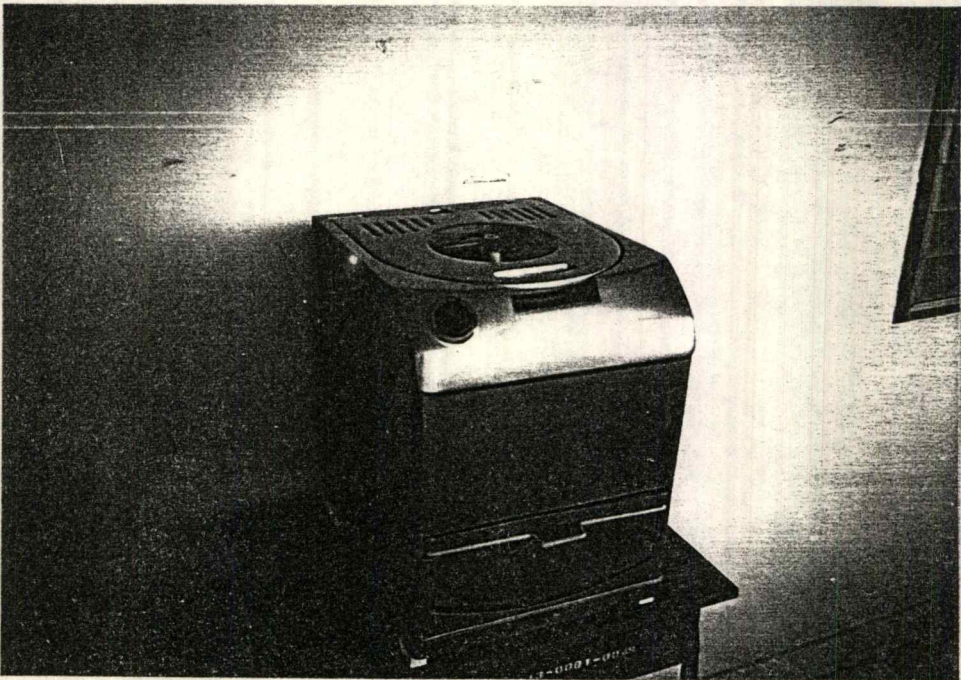
ภาพที่ 108

## PRESENTATION



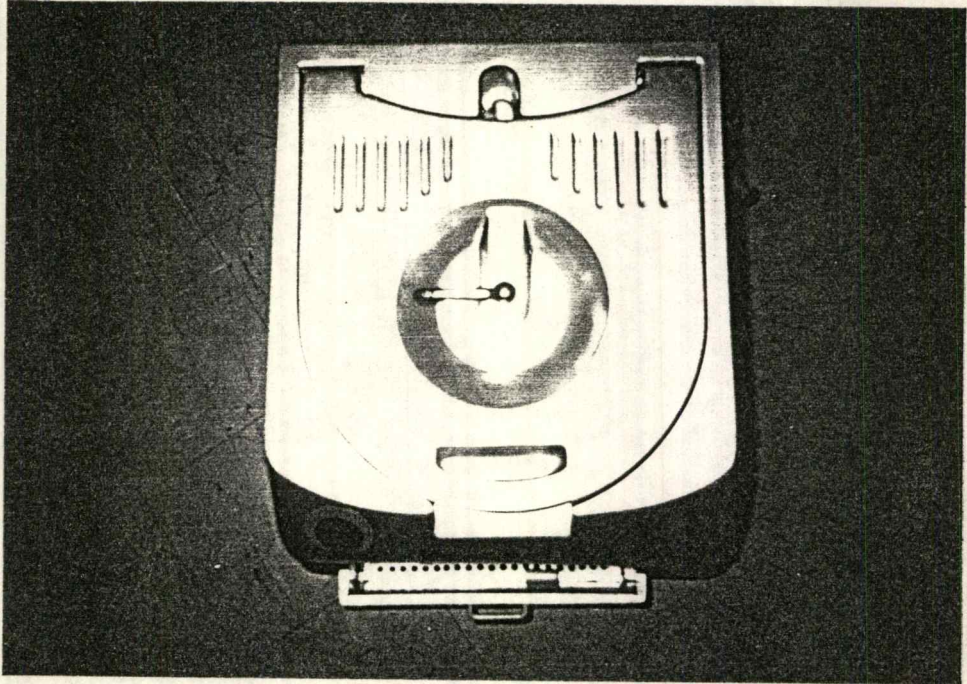
ภาพที่ 109

## ภาพถ่ายหุ่นจำลอง

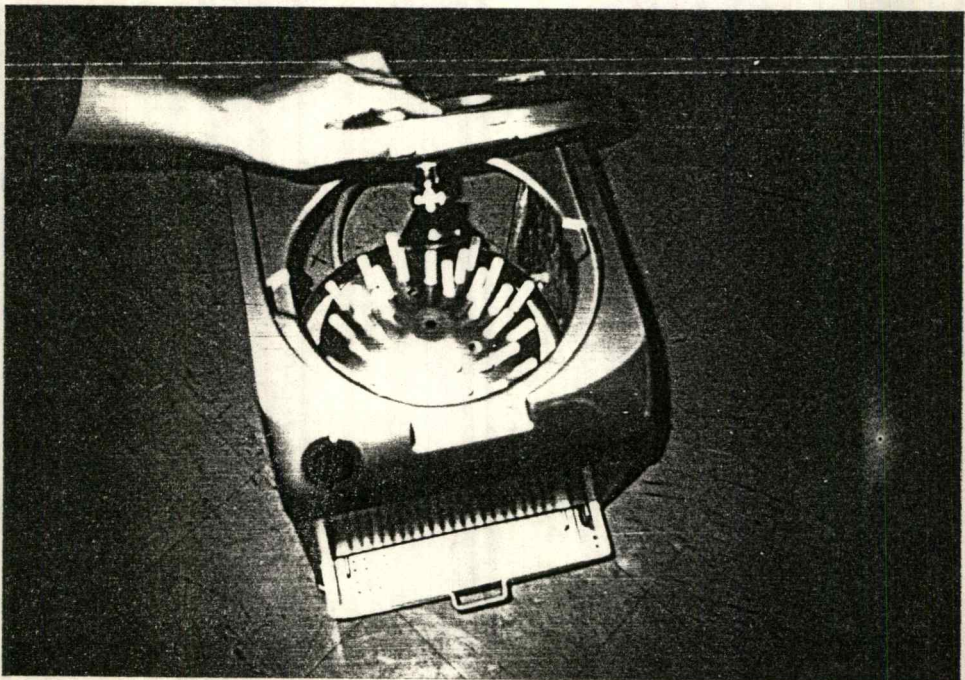


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 110  
ภาพถ่ายหุ่นจำลอง



ภาพที่ 111  
ภาพถ่ายหุ่นจำลอง



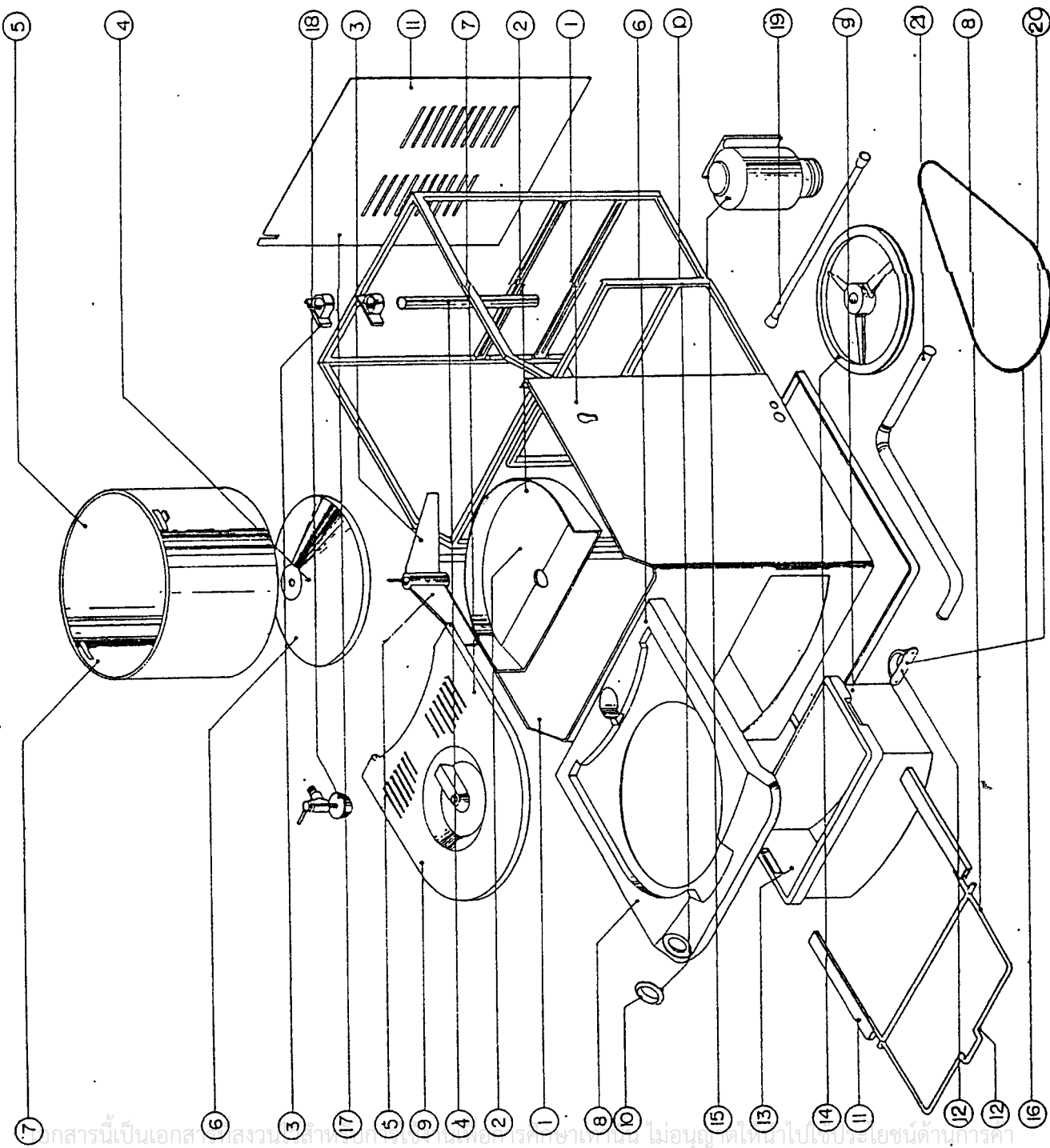
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 112  
ภาพถ่ายหุ่นจำลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

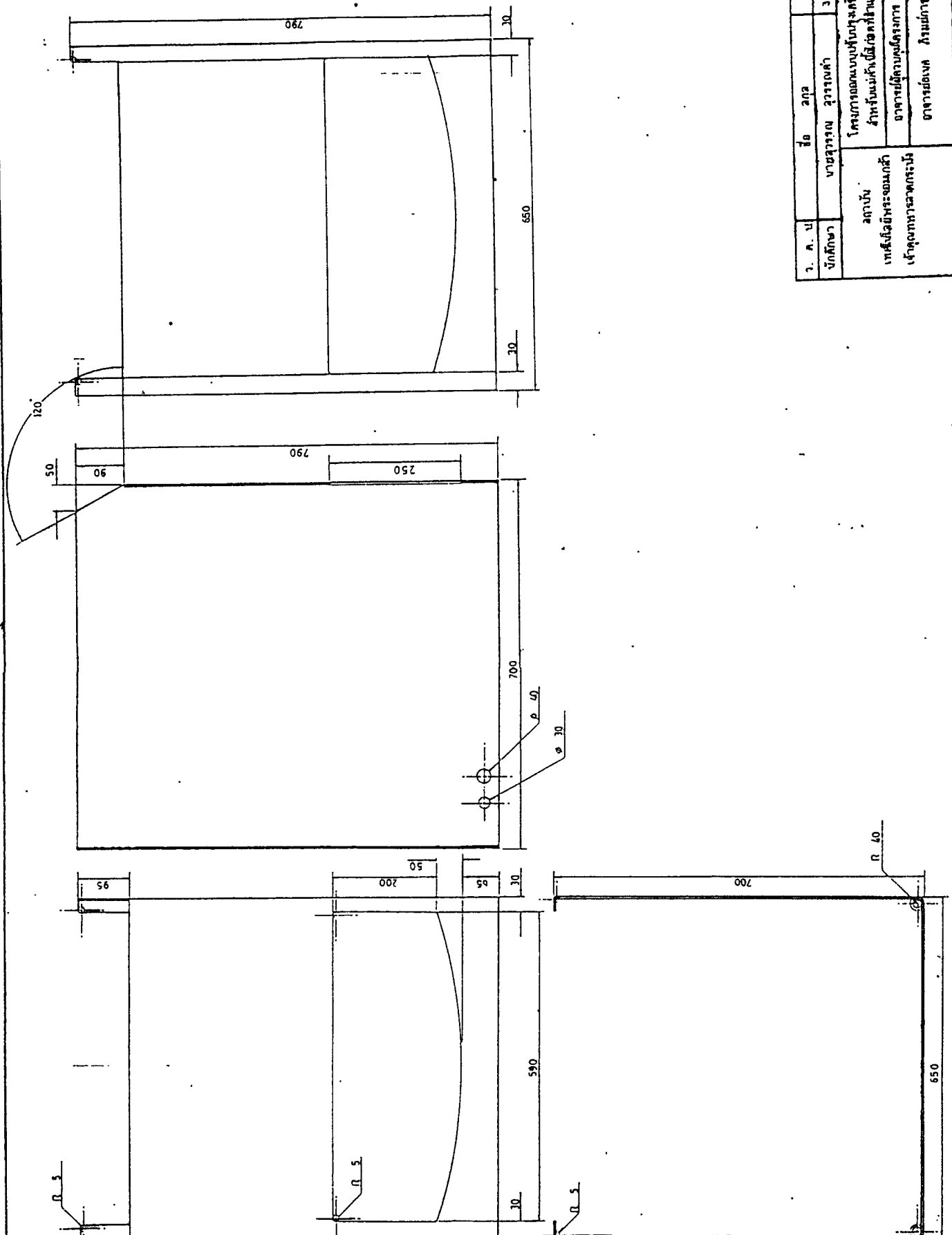




ว. ค. ป	ชื่อ	สเปค	วัสดุ	หมายเหตุ
21	ลายตารางบนเหล็ก	๑ 30	เหล็ก	
20	ลายตารางบนเหล็ก	70x50x20	อลูมิเนียม P 12	
19	ลายเส้น	๑ 20		
18	หัวยึด			
17	ฝาปิดถัง	630x20x80	อลูมิเนียม P 11	
16	ลายเส้น			
15	มอเตอร์	1/4 แรงม้า		
14	ล้อ		โลหะ	
13	กระบอกรับเศษ	590x300x40	อลูมิเนียม P 9	
12	ขาารเลื่อน	560x450x8	อลูมิเนียม P 3	
11	รางเลื่อน	50 x 30 x 20	อลูมิเนียม	
10	ฝาครอบล้อ	๑ 80	อลูมิเนียม P 10	
9	ฝาปิดถัง	590x๕๐x30	อลูมิเนียม P 7	
8	พื้นถังบนเหล็ก	650x70x120	อลูมิเนียม P 6	
7	ถัง	๑ 500 x 100	อลูมิเนียม P 5	
6	ฐาน	๑ 480x80	อลูมิเนียม P 4	
5	แขนกล	๑ 40	โลหะ P 3	
4	เพลา	๑ 30	เหล็ก	
3	มอเตอร์			
2	พื้นถังบน	520x๕0x90	อลูมิเนียม P 2	
1	พื้นถังนอก	550x100x790	อลูมิเนียม P 1	
ชิ้นที่จำนวน		ชิ้น	ราคา	รวม
ว. ค. ป		ชื่อ	สเปค	ราคา
นักศึกษา		นายสุวิทย์	สุวิทย์	37030624
สถาบัน		โครงการออกแบบกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ของประเทศไทย		
เทคโนโลยีพระจอมเกล้า		ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์		
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง		อาจารย์ผู้ควบคุมโครงการ		
		อาจารย์สอน		
		นายสุวิทย์		

SCALE 1:10

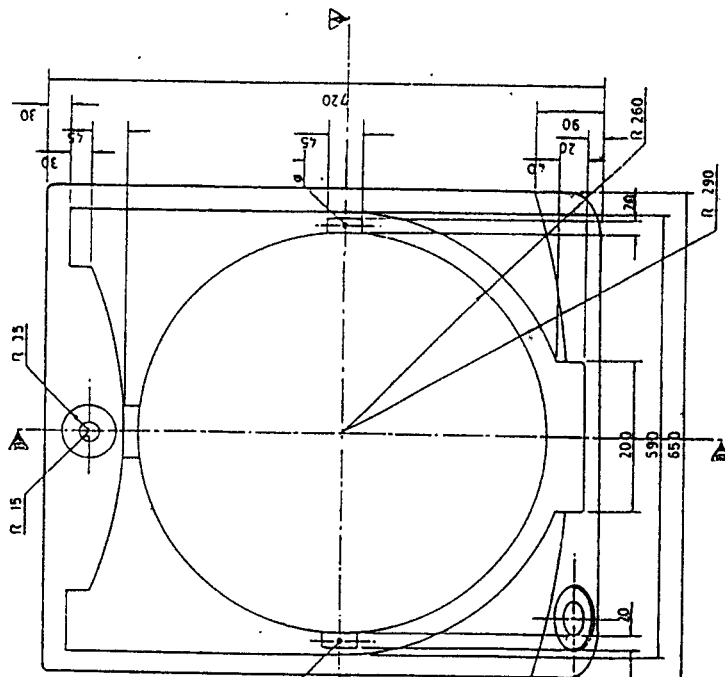
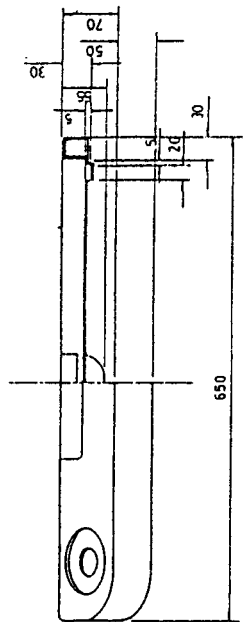
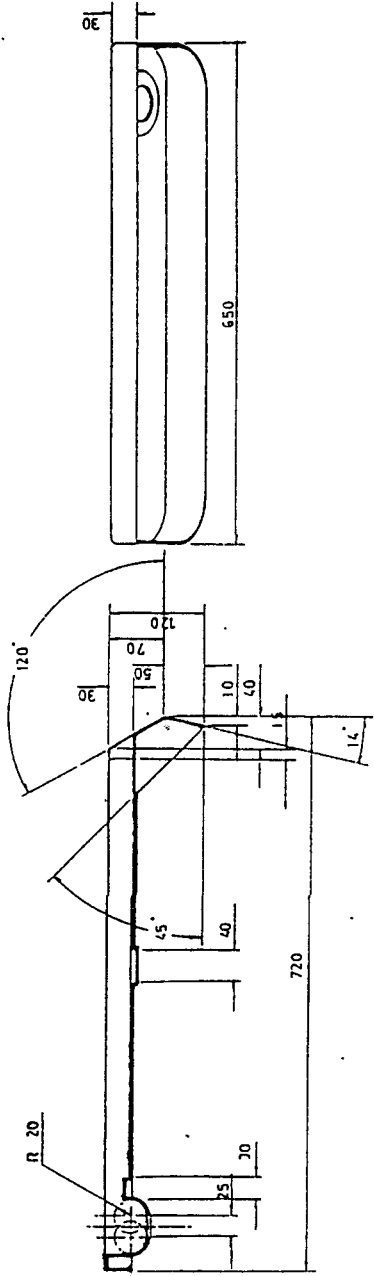
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ไว้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านวิชาการ



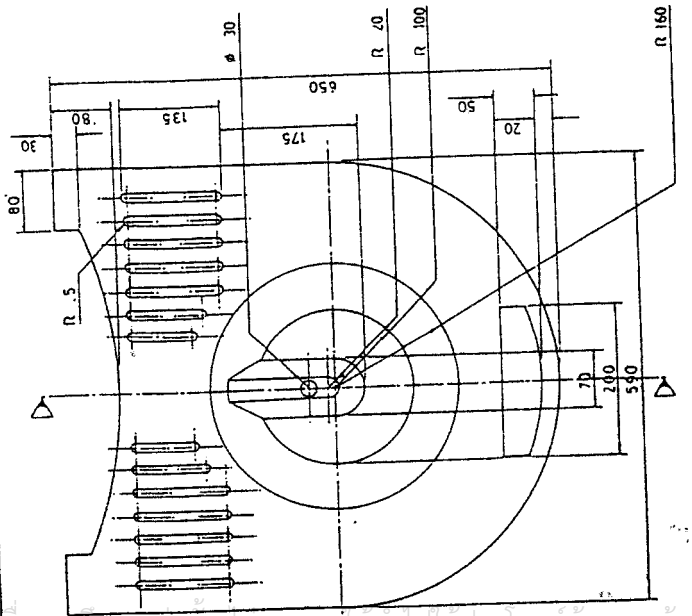
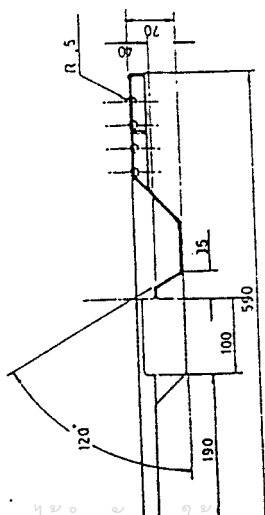
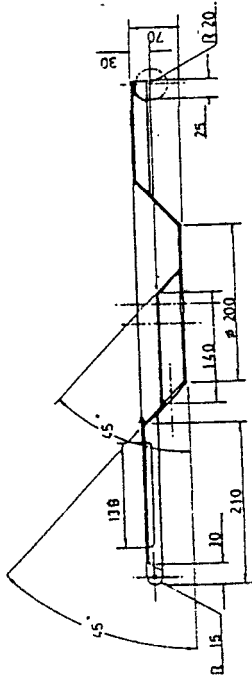
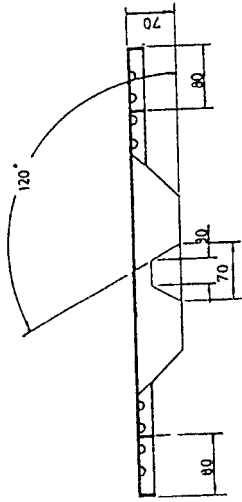
ว. ศ. น. จันทิมา	ชื่อ นายชวรงค์ ชูธรรมะ	เลขที่ 3703022	หมู่ที่ 1
สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง		โครงการออกแบบทางกลึงเครื่องกลึงประกอบ รุ่นที่ 1 วิชาช่างกลึงประกอบเครื่องกลึงประกอบ	
อาจารย์ผู้ควบคุมช่างกลึง นายวิชาญ วิชาญ		อาจารย์ผู้ควบคุมช่างกลึง นายวิชาญ วิชาญ	
SCALE 1:3			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ว. น. บ.	ชื่อ	เลขที่	เลขที่	หน้า
วิบูลย์	งานช่างศิลป์	3703022	3703022	2
สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง		โครงการออกแบบเชิงช่างศิลปะของสถาปัตยกรรม สำหรับนิทรรศการแสดงผลงานสถาปัตยกรรม อาคารผู้โดยสารสุวรรณภูมิ อาคารยึดแบบสุวรรณภูมิ อาคารยึดแบบ สุทธิธรรม		
		อาจารย์ต้นแบบ : วิบูลย์		

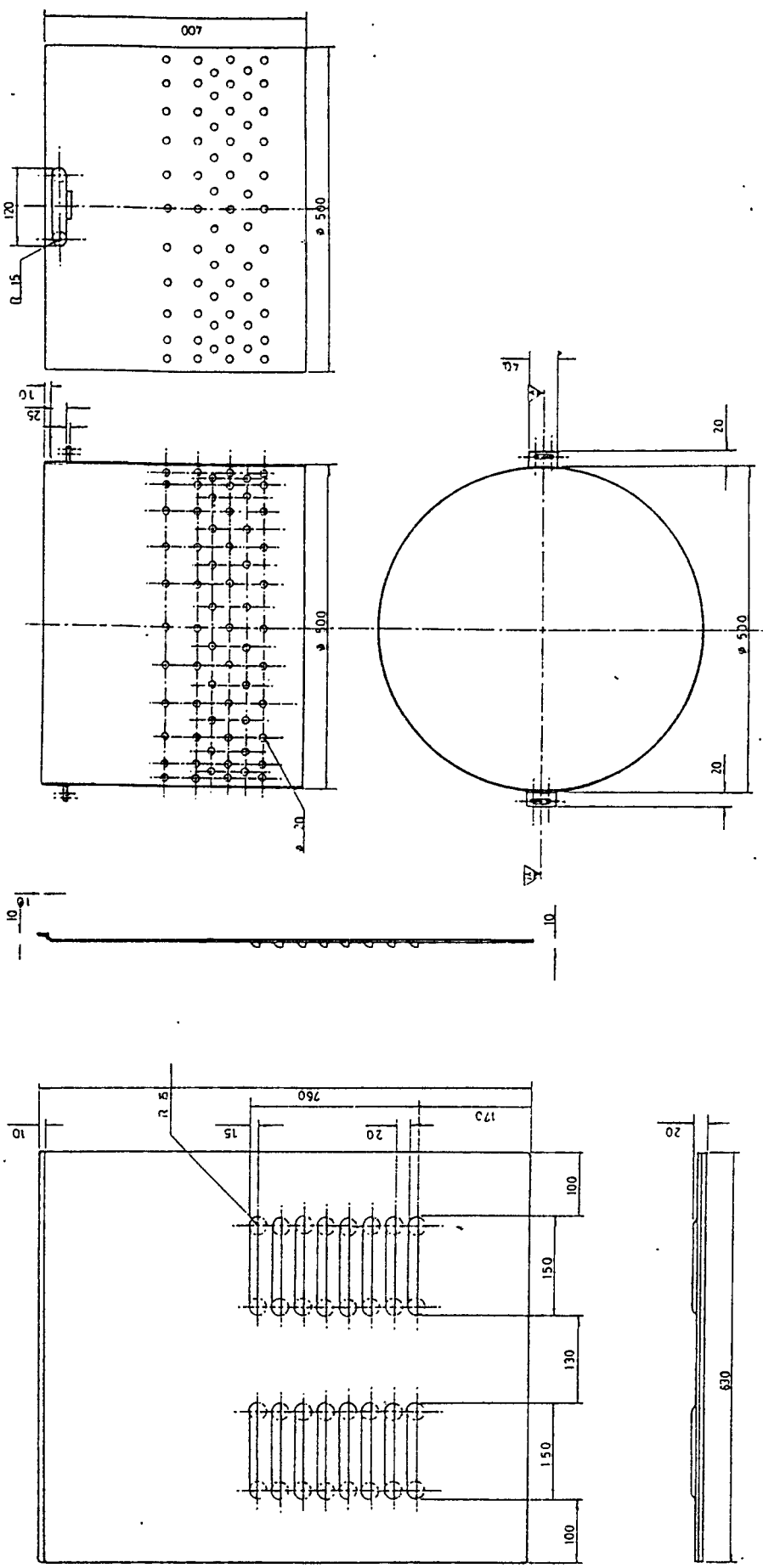


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



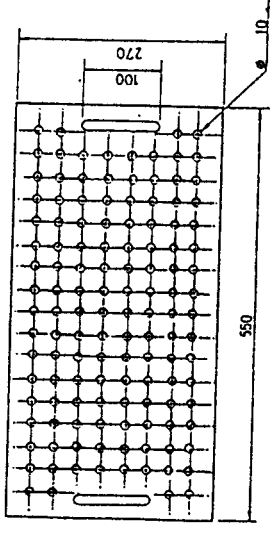
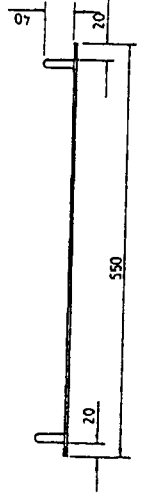
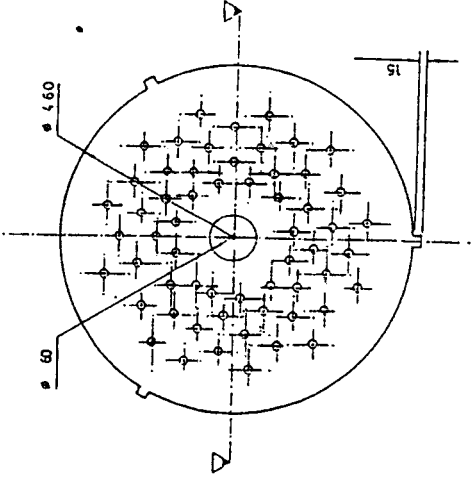
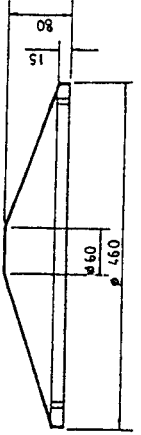
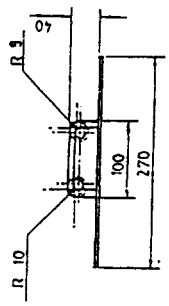
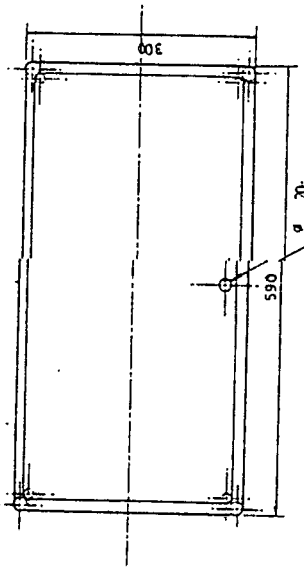
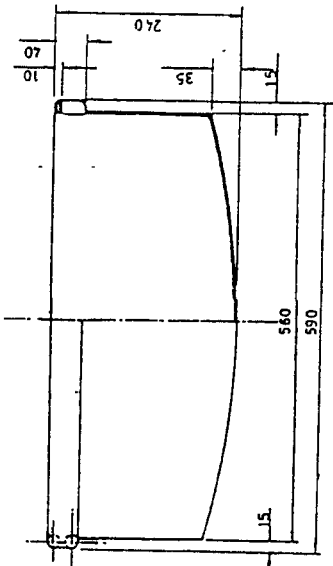
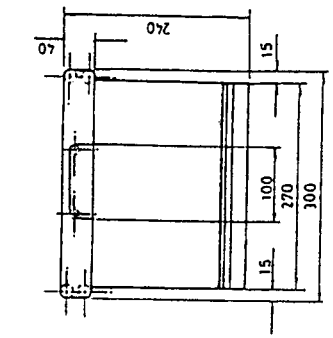
ว. ค. บ. นักศึกษา	ชื่อ สกุล	เลขที่ 37030625	แผ่นที่ 2
โครงการออกแบบรับฟังความคิดเห็นนักเรียน สำหรับมีพื้นที่จัดคอร์ทและระบบจ่ายน้ำดื่ม			
สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง		อาจารย์ผู้ควบคุมโครงการ อาจารย์อดทน ภิรมย์ภักดี	
SCALE: 1:5			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนูญาติไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
แม้ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ว. ศ. บ. นักกีฬา	ชื่อ นายสุพรรณ สุวรรณคำ	เลขที่ 3703062	แผ่นที่ 2
สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง		โครงการออกแบบแบบฝึกปฏิบัติ วิชาพื้นฐานวิชาคณิตศาสตร์ อาจารย์ผู้ควบคุมโครงการ อาจารย์อรรถ วัฒนสาร	
		ACMVB SCALE 15	

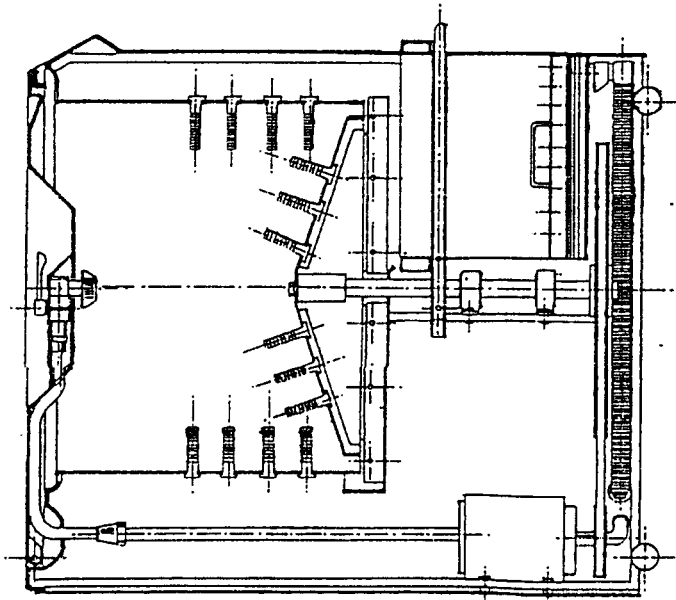
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ร. ศ. ป. นักศึกษา	ชื่อ สกุล นายวราวุธ วรระยงค์	เลขที่ 37030624	แผ่นที่
สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง		โครงการ วิชาการ วิชาการช่าง การช่าง	
โครงการ ออกแบบแบบฟังก์ชันโครงสร้าง สำหรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกและพลาสติก		คะแนน 90	SCAL 5:5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





ว. น. ป. นักศึกษา	ชื่อ นายสุวิทย์ วัชรพงศ์	เลขที่ 37080624	แผ่นที่ 1
สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง		โครงการออกแบบชิ้นงานเครื่องดนตรี/อุปกรณ์ สำหรับนักศึกษา ชั้นปีที่ ๓ คณะเทคโนโลยีการ อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พระนคร	
อาจารย์ผู้ควบคุมโครงการ ศาสตราจารย์ ดร. วิวัฒน์ วัฒนศิริ		SCALE	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานที่เอกสารนี้และขอสงวนไว้ ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

โครงการออกแบบปรับปรุง “เครื่องถอนขนไก่อระบบป่น สำหรับแม่ค้ำเนื้อไก่อสดที่ทำการชำแหละและจำหน่ายเอง” หลังจากการดำเนินงานจนเป็นผลสำเร็จแล้ว สามารถสรุปได้ดังนี้คือ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 แนวความคิดเริ่มแรก อันเนื่องมาจากความสนใจในการที่จะปรับปรุงเครื่องถอนขนไก่อ ที่ใช้ในโรงชำแหละขนาดเล็ก เพื่อให้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับพฤติกรรมในการปฏิบัติงาน และสามารถอำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้งาน

5.1.2 การรวบรวมปัญหา เพื่อเป็นแนวทางในการทำวิจัย จะทำการรวบรวมปัญหาจาก

- การรวบรวมปัญหาที่เกิดจากพฤติกรรมการใช้งาน
- การรวบรวมปัญหาที่เกิดจากพฤติกรรมของการปฏิบัติงาน
- การรวบรวมปัญหาที่เกิดจากผลิตภัณฑ์เดิมและข้างเคียง

5.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.3.1 การวิเคราะห์ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

5.1.3.2 การวิเคราะห์ลักษณะการใช้งานของเครื่องถอนขนไก่อ

5.1.4 สรุปผลการออกแบบ

โครงการออกแบบ “เครื่องถอนขนไก่อระบบป่น สำหรับแม่ค้ำเนื้อไก่อสด ที่ทำการชำแหละและจำหน่ายเอง” สามารถกำหนดแนวทางการออกแบบ โดยมีวัตถุประสงค์และขอบเขตการออกแบบเป็นตัวบังคับ ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1.4.1 วัสดุที่ใช้ผลิตเป็นสแตนเลส ด้วยกราบวิธีการป้อนขึ้นรูป

5.1.4.2 รูปทรงเป็นทรงสี่เหลี่ยม

5.1.4.3 ลักษณะการทำงานอาศัยความหนักของนิ้วยางเป็นตัวรีด ให้ขนหลุดออกจาก

ตัวไก่อ

5.1.4.4 ภายในถังป่นมีน้ำหล่อเลี้ยง เพื่อชำระเศษขนให้ตกลงสู่กะบะรองรับเศษขน ตลอดเวลาการทำงาน

## 5.2 ข้อเสนอแนะของผู้ทำวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์แต่ละครั้ง แน่ใจว่าไม่มีผลิตภัณฑ์ใดที่ลงตัวและสมบูรณ์ 100% และโครงการนี้หากมีผู้สนใจที่จะนำไปศึกษาวิจัยต่อ หรือเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาปรับปรุงให้ดียิ่ง ๆ ขึ้น ดังนั้น ผู้ทำการวิจัยจึงขอเสนอแนะข้อบกพร่อง ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ไว้ดังนี้

5.2.1 ระบบการทำงานของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากมีระบบกลไกเป็นส่วนประกอบ การออกแบบควรคำนึงถึงความเหมาะสม สอดคล้องกับระบบภายในด้วย

5.2.2 ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากมีชิ้นส่วนหลาย 3 ชิ้นประกอบเข้าด้วยกัน ทำให้สิ้นเปลืองต้นทุนและทำให้ผลิตภัณฑ์ มีราคาที่สูงขึ้นตามไปด้วย

### บรรณานุกรม

- สาคร คันทโชติ และ วิเศษฐ์ ศิริสัมพันธ์. การออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์  
โอเดียนสโตร์, 2529
- อาจารย์ดำรงศักดิ์ ชัยสนิท และ อาจารย์ก่อเกียรติ วิริยะกิจพัฒนา. การตลาดสินค้าเกษตร.  
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิศิษฐ์การพิมพ์,
- สาคร คันทโชติ. วัสดุผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2529
- ศ.ดร.สุวรรณ เกษมสุวรรณ. การเลี้ยงไก่ ฉบับปรับปรุงแก้ไข. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตร,  
2526
- ชัยสวัสดิ์ เทียนวิบูลย์. ทฤษฎีไฟฟ้าประยุกต์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ก.วิวรรณ, 2526.
- เนตรทิพย์ คู่คงวิริยะพันธ์. เทคนิคเครื่องกลไฟฟ้าอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : 2530
- เกษมชัย บุญเพ็ญ. พื้นฐานโลหะแผ่น. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ประกอบแม่ไทร, 2533
- ดร. จุฑารัตน์ ศรีพรหมมา. การจัดการเนื้อสัตว์. กรุงเทพฯ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2528

**แบบอนุมัติวิทยานิพนธ์**  
**คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม**  
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

ด้วยข้าพเจ้า นายสุวรรณ สุวรรณคำ  
 นักศึกษา ภาควิชา ครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม  
 ที่อยู่ บ้านเลขที่ 707 / 13 บ้านป่าแก้ว ต. เมืองพาน อ. พาน  
 จ. เชียงราย หมายเลขโทรศัพท์ (053) 721468

มีความประสงค์ขออนุมัติเขียนวิทยานิพนธ์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา-  
 ตรี สาขา ศิลปอุตสาหกรรม จำนวน 8 หน่วยกิต

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) โครงการออกแบบปรับปรุง "เครื่องถอนขนไก่" ระบบป้อนสำหรับ  
 แม่ค่านเนื้อไก่สดที่ทำการชำแหละและจำหน่ายเอง

ชื่อเรื่อง (ภาษาอังกฤษ)

ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อ. ธเนศ ภิรมย์การ

ที่อยู่ปัจจุบันของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ บ้านเลขที่ 82 / 101

ตรอก/ซอย - ถนน ออณูฯ ตำบล หัวตะเข้ อำเภอ/เขต ลาดกระบัง

จังหวัด กรุงเทพฯ โทรศัพท์ 01 - 6176716

ที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตำบล ลำปลาทิว อำเภอ/เขต ลาดกระบัง จังหวัด กรุงเทพฯ โทรศัพท์ 3266152 - 101 ต่อ 633

## ประวัติผู้เขียน



## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อผู้เขียน	นายสุวรรณ สุวรรณคำ
วัน เดือน ปี เกิด	15 เมษายน 2516
สถาบันที่เกิด	จังหวัดเชียงราย
ที่อยู่ปัจจุบัน	707 / 13 บ้านปากกว้าว ต. เมืองพาน อ. พาน จ. เชียงราย 57120 \
ชื่อบิดา	นายอ้าย สุวรรณคำ
ชื่อมารดา	นางคำ สุวรรณคำ
มีพี่น้อง	2 คน เป็นบุตรคนที่ 1
วุฒิการศึกษาระดับประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านปากกว้าวมิตรภาพที่ 68
วุฒิการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพานพิทยาคม
วุฒิการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปวช.	วิทยาลัยอาชีวศึกษา เชียงราย
วุฒิการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส.	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขต เพราะช่างกรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้