

โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งสำหรับกลุ่มเกษตรกร
ENGINE TO PEEL OFF A SEED CASTOR-OIL FOR
PEASANT



นางสาวหทัยรัตน์ เศรษฐพิณณ์
MISS. HATHAIRAT SEITTAPIPAT



A021359

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 1590 021359
ขึ้น เดือน ปี..... 20 คค 2539

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต
สาขาศิลปอุตสาหกรรม โครงการภาควิชาครุศาสตรศิลปอุตสาหกรรม
คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ENGINE TO PEEL OFF A SEED CASTOR-OIL FOR
PEASANT



A THESIS SUBMITTEN IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE DEGREE

BACHELOR OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1996

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์

โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องกะเทาะเมล็ดมะม่วงสำหรับกลุ่มเกษตรกร

นักศึกษา นางสาวหทัยรัตน์ เสริมฤทธิ์พัฒน์

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตรอุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลงนาม
อ. จุฑามาศ ศาวิบุตร	
อ. สถาพร ศิบุญมี ณ ชุมแพ	
อ. ทนอม จันทร์หมื่นไวย	
อ. คารณีย์ เฟื่องตะและ	
อ. ธเนศ ภิรมย์การ	
อ. ศิศุภรณ์ ศิริพันธุ์	
อ. อนันท์ อินทร์คำ	
อ. นิธิร ฤกษ์สงฆ์	
อ. เอกชัย เลิศชาซอง	
อ. ประวิทย์ เหลียงกอบกิจ	

วันเดือนปี ที่สอบ 25 มี.ย. 2539 เวลาสอบ

สถานที่สอบ คณะวิศวกรรมศาสตรอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำออกนอกห้องเรียนโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีการนำไปใช้
(รศ.ดร.ปรีชาพร วงอนุตรโรจน์)

วันที่ 19 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2539

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่ง สำหรับกลุ่มเกษตรกร
นักศึกษา	นางสาวทกัยรัตน์ เศรษฐพิพัฒน์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	อาจารย์นิรัช สุตสังข์
ระดับการศึกษา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
ภาควิชา	สาขาวิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม ครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม
พ.ศ.	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2539

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งสำหรับกลุ่มเกษตรกร ให้มีลักษณะการใช้งานที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายมนุษย์ โดยการออกแบบโครงสร้างให้มีวัสดุที่หาง่ายและง่ายต่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม และเพื่อออกแบบปรับปรุงรูปแบบขนาดสัดส่วนของเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งให้สอดคล้องกับสัดส่วนพฤติกรรมกลุ่มเกษตรกร โดยออกแบบให้ใช้สำหรับกะเทาะเปลือกละหุ่ง โดยใช้ระบบต้นกำลังมอเตอร์ขนาด 1/4 และ 1/2 แรงม้าในการกะเทาะเปลือก เพื่อประหยัดเวลาและเพิ่มผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดละหุ่ง

วิธีการดำเนินการวิจัย โดยการสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์จากเอกสาร และการศึกษาจากของจริง เพื่อเสนอหัวข้อ ข้อมูลเบื้องต้น วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุ และกรรมวิธีการผลิต การวิเคราะห์โครงสร้างและหลักใช้งาน เพื่อสรุปผลการวิเคราะห์สู่การออกแบบ การเขียนแบบเพื่อการผลิต การนำเสนอผลงานข้อมูลฉบับสมบูรณ์ บทคัดย่อและต้นแบบ/หุ่นจำลอง กลุ่มประชากรคือ กลุ่มเกษตรกร

ผลการวิจัยปรากฏว่า ละหุ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่กำลังได้รับการส่งเสริมให้มีการเพิ่มผลผลิต ทางด้านเทคโนโลยีเพื่อช่วยเกษตรกรให้มีความคล่องตัวมากยิ่งขึ้น โดยการใช้เครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่ง โดยใช้ระบบป้อนโดยคน มีอัตราการป้อน 375 กก./ชม. เพอร์เซ็นต์เมล็ดดี 98.85 เพอร์เซ็นต์ เมล็ดไม่กะเทาะ 0.28 เพอร์เซ็นต์ เมล็ดแตก 0.82 มีการสูญเสีย <1 โดยผู้วิจัยได้ออกแบบทางด้านโครงสร้างการจัดวางระบบเครื่องไว้ตั้งเดิมเพราะถ้ามีการเปลี่ยนแปลงอาจทำให้เกิดผลกระทบต่องาน และอัตราการสูญเสียของเมล็ดเพิ่มมากขึ้น วัตถุประสงค์ในการออกแบบเน้นเรื่องความปลอดภัยของผู้ใช้งานตามมาตรฐาน มอก. เครื่องกะเทาะ การจัดเก็บการผลิตจนจบกระบวนการผลิต และเน้นทางด้านทุนการผลิตที่จะต้องมีความเหมาะสมกับเกษตรกรที่ทำการจัดหาซื้อเป็นเจ้า

ของเองได้ วัสดุที่ใช้จะต้องคำนึงถึงวัสดุในท้องถิ่นเป็นหลัก เพื่ออำนวยความสะดวกในการ
จัดหาซื้อเพื่อซ่อมบำรุง จากรูปแบบที่พัฒนาเปลี่ยนแปลงดังกล่าว จะเห็นได้ว่าเป็นประโยชน์
ต่อเกษตรกรโดยตรง ที่จะได้รับทั้งทางด้านความปลอดภัย ความสะดวกสบายขณะใช้งาน
ประหยัดแรงงานในการผลิต และมีการใช้วัสดุที่หาง่าย ทำให้เกษตรกรไม่เกิดความเบื่
หน่ายในการเพาะปลูก และยังเพิ่มผลผลิตให้กับประเทศอีกด้วย อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มราย
ได้ให้กับเกษตรกรเพิ่มมากขึ้น



THESIS TITLE	ENGINE TO PEEL OFF A SEED CASTOR-OIL FOR PEASANT
STUDENT	MISS. HATHAIRAT SEITTAIPAT
THESIS ADVISOR	MR. NIRAT SOODSANG
LEVEL OF STUDY	BACHELOR OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION (INDUSTRIAL DESIGN) B.S.I. ED (INDUSTRIAL DESIGN)
DEPARTMENT	INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION
YEAR	1996

ABSTRACT

This research work has the objective to produce the improved design of the "castor seed husking machine" for the farmers groups to make it more suitable to the dimension of human body. The mechanism of the castor husking machine will be made of easily obtainable materials to make it convenient for production in the industrial system. The castor seed husking machine will be subject to some modifications in order to make it more agreeable with the farmers groups physical dimensions and production orientated behaviour. The machine will be designed exclusively for husking the castor seeds. It is operated by motor of capacity of 1/4 and 1/9 hP for husking operation in order to reduce production time and to increase production after the castor seeds harvest season.

Method of the research. The project will conduct a survey and collect the information by means of interviews, relevant literature or documents and actual observations, with the objective to propose a topic, basic data, data analysis relating to materials and production process, the structural analysis and operating procedures. The results obtained from analysis will be applied to the design, the drawing for production, the proposal of the complete

information, the extract and the prototype/module, the population group versus the farmers groups. The results of the research work show that the castor-oil plant is an economic crop being promoted for increased production introducing new technology so that the farmers can be more flexible in production by using the hand-fed castor seed husking machine with the feeding rate of 375 kgs. per hour. The castor seed husking machine can produce the good castor beans of 98.95%, the unhusked beans of 0.28% , the broken beans of 0.82% with the amount of loss at <1. The researcher had produced the structural design with protective cover and suitable operating system while retaining the original mechanism of the machine. If any basic change is to be made to the machine, it would affect its operating system with increased rate of loss of the castor beans. The objective of the design emphasizes the safety of the machine user in accordance industrial standard Mor.OR.: the husking machine; the store away of the castor beans until the completion of the production process and the low production cost the materials to be used can be obtained locally to facilitate the acquisition of spare parts for repair and maintenance. For the said design having been developed, it is directly beneficial to the farmers as they can both enjoy the safety and the ease of use of the husking machine and the use of materials which can be easily made. As a result, this will encourage the farmers to grow more castor-oil plant as well as to increase production for the country as being the crop providing more income to the farmers.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เพราะได้รับความเมตตาจากอาจารย์ นิรัช สุดสังข์ ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำแนวทาง และคอยให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยอย่างสม่ำเสมอ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ คณะเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม โครงการภาควิชาเศรษฐศาสตร์ ศิลปอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่ได้ให้อบรมแนะนำและให้อำลัใจแก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่สนับสนุนงานวิจัยและคอยแนะนำทางค้ำข้อมูล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (กรุงเทพ) คณะเกษตร

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์พูลประเสริฐ ปิยะอนันต์ และคณะผู้วิจัยเครื่อง กะเทาะละหุ่งรุ่นแดงโม ๑ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐมที่ให้คำแนะนำแนวทางในการออกแบบ และทางค้ำข้อมูลด้วยดี

ขอขอบพระคุณบริษัท สยามน้ำมันละหุ่ง จำกัด ที่ให้การสนับสนุนทางค้ำข้อมูล และคำแนะนำทางค้ำการผลิตน้ำมัน

ขอขอบพระคุณสหกรณ์จังหวัดนครราชสีมา ที่ให้คำแนะนำทางค้ำการเกษตร

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมารดาและญาติพี่น้องที่ได้มอบทุนสนับสนุนงานวิจัย และให้อำลัใจอย่างสม่ำเสมอ จนงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

นางสาวหทัยรัตน์ เสริมฐิพัฒน์

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย	หน้า
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	I
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	V
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VIII
คำอธิบายสัญลักษณ์/คำย่อ/คำนิยามของศัพท์ที่ใช้	XI
บทที่	XV
1. บทนำ	1
เหตุผลในการนำเสนอ	1
วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
ที่มาของปัญหา	2
ปัญหาที่เกิดขึ้น	3
แนวทางการแก้ปัญหา	3
วิธีดำเนินการวิจัย	14
ขอบเขตของการศึกษา	14
ขอบเขตของงานออกแบบ	15
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	15
2. วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	16
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
ปรัชญาการวางแผนการส่งเสริมการเกษตร	20
ตลาดสินค้าเกษตรกรรมของไทย	38
นโยบายและแนวทางการส่งเสริมการเกษตร	43
ประวัติและถิ่นกำเนิดละหุ่ง	48
แหล่งผลิตและที่มา	50
การแบ่งประเภทของละหุ่งทางพฤกษศาสตร์	55
การเขตกรรมของละหุ่ง	69
โรคและแมลง	80
การเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษา	84

เรื่อง	หน้า
ประโยชน์ของละหุ่ง	88
กรรมวิธีการผลิตน้ำมันละหุ่ง	90
ระบบต้นกำลัง	100
ใบพัดลมและชนิดของพัดลม	108
ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล	118
สายไฟ	154
สวิตช์	178
ล้อกับแกนใช้งาน	186
วัสดุและกรรมวิธีการผลิต	196
อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก	215
มิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายและการนำไปใช้	225
3. การรวบรวมและการศึกษาข้อมูล	234
วิธีการสำรวจและการศึกษาข้อมูล	234
แหล่งที่มาของข้อมูล	235
การศึกษาข้อมูล	236
การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์	271
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	297
การออกแบบ	297
แนวทางการออกแบบ	300
แบบถ่ายย่อ	301
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	320
สรุปผลการวิจัย	320
ข้อเสนอแนะ	322
บรรณานุกรม	323
ภาคผนวก	325
ก. แบบอนิเมติวิธานิพนธ์	325
ข. หนังสือตอบรับ	328
ประวัติผู้เขียน	331

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงแผนพัฒนาการเกษตรฉบับที่ 1-5	22
2. แสดงระดับของแผน	25
3. แสดง โครงสร้างการจัดระบบบริหารงานพัฒนาชนบท	28
4. แสดงการจัดตามการส่งเสริมการเกษตร	30
5. แสดงกระบวนการส่งเสริมการเกษตร	32
6. แสดงแผนภูมิการแบ่งส่วนราชการ	36
7. แสดงวิธีการตลาดทั้ง 4 ระดับ	42
8. แสดงการปลูกมะพร้าวในประเทศต่างๆ	51
9. แสดงรายชื่อโรงงานสกัดน้ำมัน	52
10. แสดงเนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และมูลค่าการผลิต	53
11. แสดงเนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และมูลค่าการผลิต	54
12. แสดงปริมาณธาตุอาหารบางชนิดที่ละลายหลุดไปจากดิน	72
13. แสดงขบวนการผลิตน้ำมันและหุง	90
14. แสดงมิติการติดตั้งของมอเตอร์ (ระบายความร้อน)	100
15. แสดงมิติการติดตั้งของมอเตอร์ (ระบายความร้อน)	104
16. แสดงมิติการติดตั้งของมอเตอร์ (ระบายความร้อน)	107
17. แสดงรูปแบบและสมรรถนะภาพต่างๆ ของใบพัด	116
18. แสดงกราฟและสภาพการใช้งานของใบพัด	117
19. แสดงแวนลิ้น	153
20. แสดงรายละเอียดของสายไฟชนิดต่างๆ	156
21. แสดงการนำสายไฟไปใช้งาน	158
22. แสดงกระแสสูงสุดที่ยอมให้ ได้กับสายไฟขนาดต่างๆ	160
23. แสดงกระแสสูงสุดที่ยอมให้ ได้กับสายไฟหุ้มฉนวน PVC ชนิด IV	161
24. แสดงกระแสสูงสุดที่ยอมให้ ได้กับสายไฟหุ้มฉนวน PVC ชนิด IV (ต่อ)	162
25. อุณหภูมิความร้อนของสายไฟ	166
26. แสดงจำนวนกระแสไฟสำหรับสายไฟ	
27. แสดงชนิดของสายไฟโครงสร้าง	
28. แสดงชนิดของสายไฟโครงสร้าง	
29. แสดงชนิดของสายไฟและการนำไปใช้ (ต่อ)	

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
30. แสดงชนิดของสายไฟและการนำไปใช้ (ต่อ)	173
31. แสดงชนิดและคุณสมบัติการใช้งานของไฟฟ้า	175
32. แสดงชนิดและคุณสมบัติการใช้งานของไฟฟ้า (ต่อ)	176
33. แสดงชนิดและคุณสมบัติการใช้งานของสายไฟตามมาตรฐาน มอก.	177
34. แสดงลักษณะของชุดกล่องหัวเสียบ	182
35. แสดงเปรียบเทียบระหว่างของจริงและลักษณะการเขียนแบบ	183
36. แสดงขนาดมาตรฐาน (USS)	199
37. แสดงการเปรียบเทียบการลดความหนาและเกณฑ์ความคาดเคลื่อน	200
38. แสดงคุณสมบัติและประโยชน์ของยาง	207
39. แสดงการสะท้อนของแสงและสีต่างๆ	223
40. แสดงอัตราส่วนระยะมิติของร่างกายส่วนต่างๆ	226
41. แสดงการยกน้ำหนักของมนุษย์และระยะความสูงที่ยกได้	228
42. แสดงขนาดสัดส่วนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบวีซีเอ็มการเอื้อมในท่าต่างๆ	233
43. แสดงพฤติกรรม แบบใช้แรงงานคนกะเทาะ	257
44. แสดงพฤติกรรมการใช้เครื่องกะเทาะ เมล็ดละหุ่ง	258
45. การวิเคราะห์การใช้วัสดุในการผลิตฝาครอบโครงสร้าง	271
46. วิเคราะห์การใช้วัสดุในการผลิตโครงสร้าง	272
47. การวิเคราะห์รูปแบบฐานเครื่อง	273
48. การวิเคราะห์ลักษณะรูปทรง โครงสร้างส่วนจานกะเทาะ	274
49. การวิเคราะห์ลักษณะรูปทรงของปล่องทางออกเมล็ด	275
50. การวิเคราะห์การยึดต่อโครงสร้าง	276
51. การวิเคราะห์ลักษณะ โครงสร้างปล่องเทเมล็ดละหุ่ง	277
52. การวิเคราะห์การยึดติดฝาปล่องใส่เมล็ดละหุ่ง	278
53. การวิเคราะห์การผลิตฝาครอบสายพาน	279
54. การวิเคราะห์การใช้วัสดุในการผลิตฝาครอบสายพาน	280
55. การวิเคราะห์การยึดติดฝาครอบสายพาน	281
56. การวิเคราะห์การเปิดปิดฝาครอบมอเตอร์พัดลม	282
57. การวิเคราะห์การยึดติดฝาครอบมอเตอร์	283
58. การวิเคราะห์ระบบล้อคฝาครอบมอเตอร์	284
59. การวิเคราะห์การใช้วัสดุในการผลิตปล่องลมส่วนการออกของเปลือก	285
60. การวิเคราะห์การยึดต่อปากกล่องทางออกเปลือกเมล็ดละหุ่ง	286

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
61. การวิเคราะห์ชิ้นส่วนรองรับทิศทางการพุ่งของเปลือก	287
62. การวิเคราะห์การยึดติดลงเข้ากับปล่อง	288
63. การวิเคราะห์การใช้วัสดุในการผลิตด้ามจับที่เปิดปิดช่องลม	289
64. การวิเคราะห์ลักษณะการจับที่เปิดปิดช่องลม	290
65. การวิเคราะห์การใช้วัสดุหุ้มที่จับบังคับช่องลม	291
66. การวิเคราะห์ความจำเป็นในการเลือกใช้ล้อ	292
67. การวิเคราะห์การเลือกใช้ล้อ	293
68. การวิเคราะห์จำนวนล้อที่ใช้กับเครื่องกะเทาะ	294
69. การวิเคราะห์ตำแหน่งการจัดวางล้อ	295
70. การวิเคราะห์ลักษณะสวิตช์ที่ใช้เปิดปิดเครื่อง	296

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงเครื่องต้นแบบที่ใช้กะเพาเมล็ดละหุ่ง	3
2. ภาพแสดงลักษณะปากปล่อยเครื่องที่ใช้ระบายเปลือก	4
3. แสดงลักษณะการติดตั้งเพลาลมและมอเตอร์	5
4. แสดงลักษณะข้อต่อสกรูที่ติดตั้งกับแผ่นเหล็ก	6
5. แสดงลักษณะด้ามจับที่ติดตั้งกับโครงสร้างผลิตภัณฑ์	7
6. แสดงตำแหน่งช่องระบายเมล็ดที่กะเพาแล้ว	8
7. แสดง โครงสร้างผลิตภัณฑ์ที่หุ้ม โม่หินที่มีโครงสร้าง 2 ชั้น	9
8. แสดง โครงสร้างกรวยที่ใช้เทเมล็ดละหุ่ง	10
9. แสดงเหล็กฉากติดตั้งมอเตอร์	11
10. แสดงลักษณะช่องลมขณะเปิด	12
11. แสดงลักษณะตัวเครื่องที่ใช้กะเพาเมล็ดละหุ่ง	13
12. แสดงลักษณะของต้นละหุ่ง	59
13. แสดงการงอกของ เมล็ดละหุ่ง	59
14. แสดงต้นละหุ่งการเกิดช่อดอกและผล	62
15. แสดงชนิดของช่อดอกละหุ่ง	63
16. แสดงผลอ่อนละหุ่ง	65
17. แสดงลักษณะภายนอก ภายใน เมล็ดละหุ่ง	67
18. แสดงวงจรของมอเตอร์พัดลม	104
19. แสดงระยะมิติสำหรับใช้ในการติดตั้งตามแนวดิ่ง	106
20. แสดงมิติต่างๆ ในการติดตั้งมอเตอร์	108
21. แสดงรูปแบบของพัดลมแรงเหวี่ยง	109
22. แสดงใบพัดลมแบบโค้งหน้า โค้งหลัง แอร์ปล่อยดี	110
23. แสดง โครงสร้างของพัดลมหลายใบ	113
24. แสดงพัดลมภาระจำกัด	114
25. แสดง ใบพัดลมแบบครีบ	114
26. แสดงประเภทของรองเพลาลูกกลิ้ง	121
27. แสดงการประกอบรองเพลาลูกกลิ้ง	122
28. แสดงรูปแบบล้อยู่ล้อสายพาน	127
29. แสดงการปรับความตึงของสายพาน	132

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
30. แสดงการปรับความตึงของสายพาน	132
31. แสดงการปรับความตึงของสายพาน	133
32. แสดงการปรับความตึงของสายพาน	133
33. แสดงการปรับความตึงของสายพาน	134
34. แสดงการปรับความตึงของสายพาน	134
35. แสดงตำแหน่งของมู่เล่	136
36. แสดงสปริงรับแรงกด	138
37. สปริงกด	138
38. แสดงเกลียวขวาและเกลียวซ้าย	143
39. แสดงเกลียวเดี่ยวและเกลียว 2 ปาก	143
40. แสดงลักษณะการยึดด้วยสกรู	144
41. แสดงการเรียกชื่อส่วนต่างๆ ของสกรูหัวหกเหลี่ยม	144
42. แสดงสกรูแบบยึดตัว	148
43. แสดงสกรูแบบสลักฝัง	148
44. แสดงสกรูมาตรฐาน	149
45. แสดงชนิดของนัต	150
46. แสดงการกระจายแรงที่กระทำต่อเกลียว	151
47. แสดงค่าความแข็งแรงของสกรูตาม DIN	151
48. แสดงค่าความแข็งแรงของนัต	152
49. แสดงสายแข็งและสายตีเกลียว	154
50. แสดงสายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องกำลัง	167
51. แสดงสายไฟทั่วไป	168
52. แสดงสวิตช์แบบกดดับ	178
53. แสดงสวิตช์แบบโยก	179
54. แสดงสวิตช์แบบเลื่อน	179
55. แสดงสวิตช์แบบหมุน	179
56. แสดงสวิตช์แบบต่างๆ	180
57. แสดงสวิตช์แบบต่างๆ (ต่อ)	181
58. แสดงลักษณะตุกกล่องหัวเลียบ	184
59. แสดงการวางตำแหน่งล่อแบบที่ 1	189
60. แสดงการวางตำแหน่งล่อแบบที่ 2	190

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
61. แสดงการวางตำแหน่งล่อแบบที่ 3	191
62. แสดงการต่อชิ้นงานก่อนทำการเชื่อม	214
63. แสดงความสามารถของมือที่สัมผัสกับปุ่มบังคับ	229
64. แสดงความสามารถในการทำงานของอวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกาย	231
65. แสดงขนาดสัดส่วนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบวัดมีการเอื้อม	233
66. แสดงลักษณะเมล็ดละหุ่งพันธุ์ H-22	239
67. แสดงลักษณะทั่วไปของละหุ่ง	240
68. แสดงลักษณะลำต้นและกิ่งก้านของละหุ่ง	241
69. แสดงลักษณะใบของละหุ่ง	242
70. แสดงลักษณะผลละหุ่ง	243
71. แสดงลักษณะเมล็ดละหุ่งที่ใช้กะเทาะเปลือก	244
72. แสดงเครื่องกะเทาะละหุ่งกำแพงแสน 1	246
73. แสดงหลักการทำงานของเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่ง	250
74. แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องกะเทาะละหุ่ง	251
75. แสดงเครื่องกะเทาะถั่วลิสงกำลังคน	252
76. แสดงเครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบติดมอเตอร์	253
77. แสดงภาพเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งแบบเดิม	254
78. แสดงการกะเทาะเปลือกละหุ่งแบบใช้แรงงานคน	255
79. แสดงการเก็บเกี่ยวแบบเป็นช่อและแบบผล	259
80. แสดงการนำเมล็ดละหุ่งตากแดดบนตะแกรง	259
81. แสดง เมล็ดละหุ่งที่กะเทาะแล้วบรรจุลงกระสอบป่านหรือพลาสติก	260
82. แสดงลักษณะกอบสอบพลาสติก	260
83. แสดงน้ำมันละหุ่งที่สกัดจำหน่าย	261
84. แสดง SKETCH DESIGN	310
85. แสดง SKETCH DESIGN	310
86. แสดง SKETCH DESIGN	311
87. แสดง SKETCH DESIGN	311
88. แสดง PRESENTATION	312
89. แสดง PRESENTATION	312
90. แสดง PRESENTATION	313
91. แสดง PRESENTATION	313

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
92. แสดง PRESENTATION	314
93. แสดง PRESENTATION	314
94. แสดง PRESENTATION	315
95. แสดง PRESENTATION	315
96. แสดง PRESENTATION	316
97. แสดง PRESENTATION	316
98. แสดง PRESENTATION	317
99. แสดง PRESENTATION	317
100.แสดง PRESENTATION	318
101.แสดง PRESENTATION	318
102.แสดงภาพหุ่นจำลอง	319
103. แสดงภาพหุ่นจำลอง	319

คำนิยามศัพท์

1. ละหุ่ง หมายถึง น. ชื่อไม้พุ่มชนิดหนึ่ง เมล็ดเป็นพิษ น้ำมันจากเมล็ดใช้ทำยาได้ ซึ่งมีชื่อเรียกต่างกัันดังนี้
ชื่ออื่นๆ คือ ละหุ่งแดง, ละหุ่งขาว
ประเทศจีนเรียกว่า ปี้มั่ว
ชื่อสามัญ เรียกว่า Castor-Oil Plant
ชื่อวิทยาศาสตร์เรียกว่า Ricinus Communis Linn.
วงศ์เรียกว่า Euphorbiaceae
หมายเหตุ เรียกว่าละหุ่ง (ทั่วไป); มะหุ่ง (พายัพ); คีเตาะ (กะเหรี่ยง-กำแพง); มะโห่ง, มะโห่งเก้น (เชียงใหม่)
2. กะเทาะ หมายถึง ก. ล่อนหลุดออกเป็นชิ้นหรือเป็นแผ่นๆ , ทำให้ล่อนหลุดออก; น. สิ่งของที่หลุดล่อนออก
3. เมล็ด หมายถึง น. ส่วนภายในของผลไม้ที่เพาะเป็นต้นได้
4. กลุ่มเกษตรกร หมายถึง กลุ่มสมาชิก (กลุ่มอาชีพ) โดยมีนโยบายในการช่วยเหลือตนเองและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยมีฐานะเป็นนิติบุคคลมีอำนาจหน้าที่แสวงหาทุน เพื่อดำเนินการให้กิจการก้าวหน้าภายในการสนับสนุนส่งเสริมทางราชการ โดยมีกรมส่งเสริมการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบ
5. การส่งเสริมการเกษตร คือ การให้บริการ หรือการถ่ายทอดความรู้ทางด้านการเกษตรให้กับประชาชนทั่วไป
6. สิ่งเจือปน คือ สิ่งอื่น, ที่ไม่ใช่เมล็ดเช่น เปลือก ฝัก ทราย กรวด หิน ดิน เป็นต้น
7. ประสิทธิภาพการกะเทาะ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักเมล็ดทั้งหมดจากช่องทางออกกับน้ำหนักเมล็ดที่ป้อนเข้าเครื่องกะเทาะทั้งหมด เป็นร้อยละ
8. ประสิทธิภาพการทำความสะอาด หมายถึง อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักเมล็ดที่กะเทาะแล้วกับน้ำหนักเมล็ดที่กะเทาะแล้วรวมกับเมล็ดที่ติดเปลือกที่ไม่กะเทาะและสิ่งเจือปน จากช่องทางออกเมล็ดเป็นร้อยละ
9. การแตกหัก หมายถึง อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักเมล็ดแตกหักจากช่องทางออกกับน้ำหนักน้ำหนักเมล็ดที่ป้อนเข้าเครื่องกะเทาะทั้งหมดเป็นร้อยละ
10. การสูญเสียรวม หมายถึง อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักเมล็ดที่กะเทาะแล้วรวมกับน้ำหนักเมล็ดที่ไม่กะเทาะจากช่องทางออกกับน้ำหนักเมล็ดที่ป้อนเข้าเครื่องกะเทาะทั้งหมดเป็นร้อยละ
11. อัตราการป้อน หมายถึง น้ำหนักเมล็ดที่ป้อนเข้าเครื่องกะเทาะต่อหน่วยเวลา เป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง

12. อัตราการทำงาน หมายถึง น้ำหนักรวมของเมล็ดจากช่องทางออกต่อหน่วยเวลาเป็น กิโลกรัมต่อชั่วโมง
13. ความสามารถในการกะเทาะ หมายถึง อัตราการป้อนที่ให้ประสิทธิภาพการกะเทาะ ดีที่สุดเป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง



เหตุผลในการนำเสนอโครงการวิจัย

ละหุ่ง (CASTOR) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืช ซึ่งมีประโยชน์ในงานอุตสาหกรรมหลายประเภท คือเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตและใช้เป็นสารเริ่มต้นในการสังเคราะห์สารอื่น เช่น ใช้ในอุตสาหกรรมเภสัชภัณฑ์ เป็นยาระบายใช้เป็นส่วนผสมยาฆ่าโรค ส่วนผสมในน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นน้ำมันหล่อลื่นที่มีคุณภาพดีที่สุดในประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตละหุ่ง 1 ใน 6 ประเทศที่สำคัญ กำลังการผลิตภายในประเทศไทยสามารถผลิตได้ถึง 30,000 ตันต่อปี เพราะละหุ่งสามารถปลูกได้เกือบทุกภาคของประเทศไทยประมาณ 27 จังหวัด แต่ความต้องการเมล็ดละหุ่งในโรงงานสกัดน้ำมันภายในประเทศมีถึงปีละ 50,000 ตัน และสามารถขยายการผลิตได้ถึง 100,000 ตัน แต่การผลิตเมล็ดละหุ่งภายในประเทศปัจจุบันสามารถผลิตได้ไม่เกิน 30,000 ตันต่อปี ซึ่งไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด ซึ่งมักจะพบปัญหาเกี่ยวกับการผลิตเริ่มตั้งแต่การปลูกถึงการผลิตหลังการเก็บเกี่ยวทำให้เกิดปัญหาและเรื่องราคาระหว่างละหุ่งในตลาดที่ยังต่ำเป็นต้น¹

ละหุ่งมีพื้นที่ปลูกภายในประเทศร้อยละ 82 ของพื้นที่ทั่วประเทศและมีโรงงานสกัดน้ำมันละหุ่งภายในประเทศรวม 8 โรง มีกำลังการผลิตรวมทั้งหมด 17,806 เมตริกตันต่อปี ซึ่งผลผลิตเมล็ดละหุ่ง 1 เมล็ดเมื่อกะเทาะแล้วจะประกอบไปด้วย 3 เมล็ด ซึ่งปริมาณน้ำมัน 1 เมล็ดจะมีปริมาณน้ำมัน 40 - 45 % เพราะถ้าเก็บเมล็ดหรือกะเทาะเมล็ดไม่มีประสิทธิภาพจะทำให้คุณภาพน้ำมันลดลง²

1 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี. เอกสารการวิจัยพืชไร่. (กรุงเทพฯ: พิมพ์สำนักเอกสารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535) หน้า 1-2

2 วัชรินทร์ บุญวัฒน์. เอกสารการวิจัยพืชไร่. (กรุงเทพฯ: พิมพ์สำนักเอกสารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533) หน้า 288-290

3 นโยบายและแนวทางการส่งเสริมการเกษตร. (กรุงเทพฯ: พิมพ์ที่ฝ่ายเอกสารคำแนะนำ กองเกษตรสัมพันธ์, 2538) หน้า 2-6

นโยบายและแนวทางการส่งเสริมการเกษตรปี 2538 ประกอบด้วยแผนงานส่งเสริมโครงสร้างต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น นโยบายการสนับสนุนให้เกษตรกรมีความมั่นคงด้านราคาและรายได้ ได้แก่ สนับสนุนปัจจัยการผลิตและเทคโนโลยีในพื้นที่เกษตรกรที่มีปัญหาด้านการผลิต การพัฒนาการผลิตสินค้าเพื่อส่งออกหรือเพื่ออุตสาหกรรมแปรรูป จัดหาตลาด เป็นต้น³

ดังนั้นเพื่อสนองตอบนโยบายการผลิตให้ได้ผลผลิตที่รวดเร็วต่อความต้องการของตลาด การผลิตหลังการเก็บเกี่ยวจึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตเร็วขึ้นโดยการนำเอาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลการเกษตรเข้ามาช่วยเพื่อประหยัดเวลาและยังเป็นการส่งเสริมให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น คือ " เครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่ง " ซึ่งสามารถกะเทาะได้ปริมาณ 1 กระสอบ ต่อ 20 - 30 นาที ทำให้การผลิตเมล็ดเร็วขึ้นและสามารถผลิตทันต่อความต้องการของตลาด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งสำหรับกลุ่มเกษตรกร
2. เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งให้สอดคล้องกับพฤติกรรมหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดละหุ่งเพื่อส่งโรงงานสกัดน้ำมัน

ที่มาของปัญหา

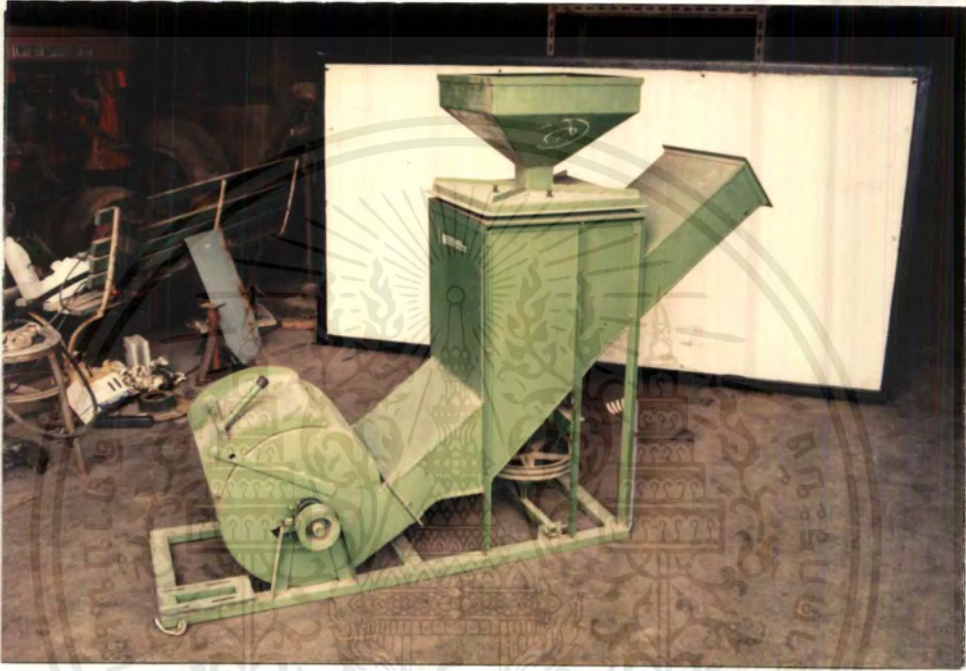
เนื่องจากละหุ่งเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์มากมายที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมซึ่งผลผลิตในปัจจุบันยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ซึ่งกลุ่มเกษตรกรมักจะประสบปัญหาเรื่องการเพาะปลูก และการผลิตเมล็ดละหุ่งหลังการเก็บเกี่ยว จึงมีนโยบายของกรมส่งเสริมการเกษตรให้มีการวิจัยเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งหลังการเก็บเกี่ยวขึ้น เพื่อช่วยให้ผลผลิตทันต่อความต้องการของตลาดและช่วยให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น ซึ่งผู้ใช้และผู้ผลิตมักประสบปัญหาต่าง ๆ เช่น การขนย้าย ขั้นตอนการผลิตเมล็ดละหุ่ง ความปลอดภัย ลักษณะการใช้งานที่ไม่เหมาะสมกับพื้นที่ การถอดประกอบ เป็นต้น และการฟุ้งกระจายของเปลือกเมล็ดที่กะเทาะแล้วที่มีระยะการฟุ้งกระจาย 4 - 5 เมตร ทำให้ต้องติดตั้งในพื้นที่โล่งหรือใช้ในพื้นที่มากและยุ่งยากทำให้ต้องเก็บกวาดหลังการกะเทาะเปลือก เป็นต้น

ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ปัญหา

ลักษณะเครื่องต้นแบบที่ใช้กะเทาะเปลือกเมล็ดละหุ่งเพื่อส่งเสริมการผลิตหลักการเก็บเกี่ยว

ภาพที่ 1

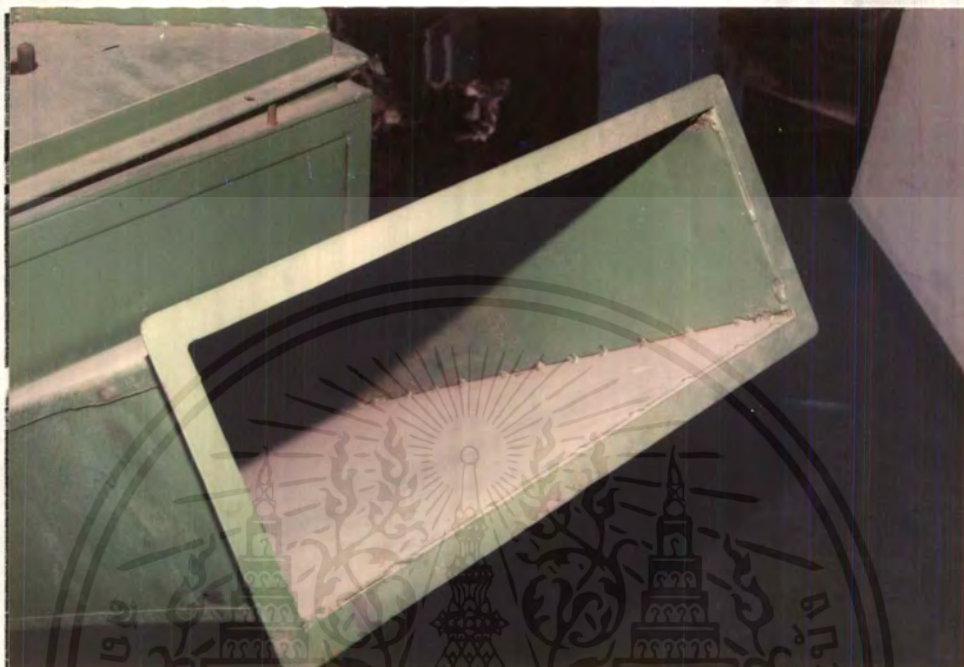
ภาพแสดงเครื่องต้นแบบที่ใช้กะเทาะเมล็ดละหุ่ง



ปัญหาที่เกิดขึ้น 1. ลักษณะช่องระบายเปลือกเมล็ดที่ไม่ต้องการออก มีปัญหาเรื่องการฟุ้งกระจาย ซึ่งมีระยะ 4 - 5 เมตร ทำให้ต้องเสียเวลาหลังการกะเทาะเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2
ภาพแสดงลักษณะปากปล่อง เครื่องที่ใช้ระบายเปลือก

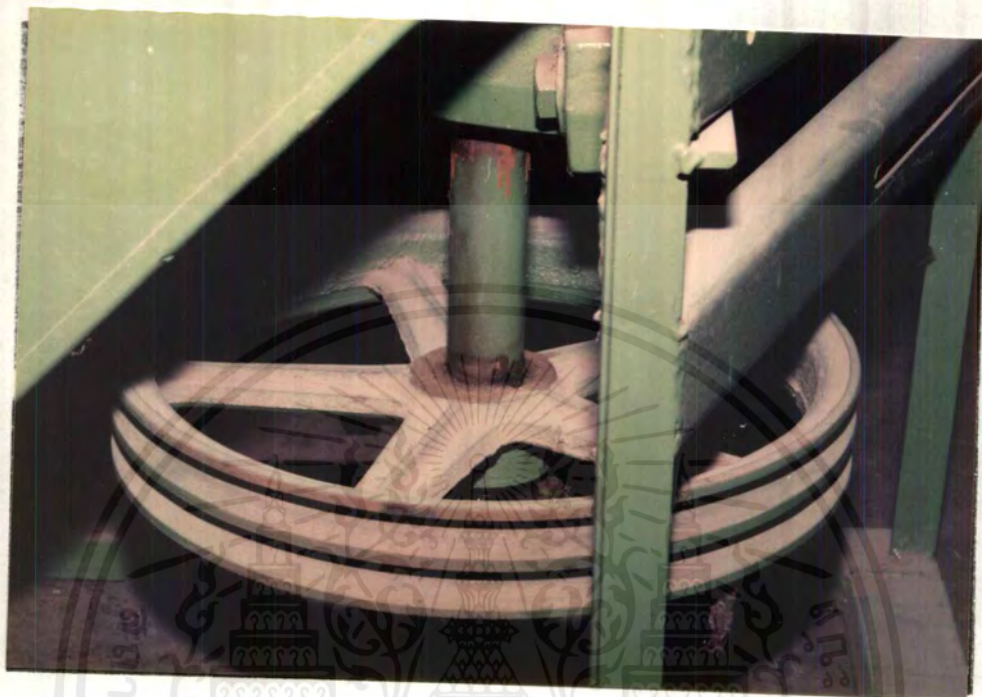


แนวทางการแก้ปัญหา ออกแบบให้มีอุปกรณ์ช่วยป้องกันการฟุ้งกระจายของ เปลือกเมล็ดละหุ่ง เช่น ถัง ก่ลอง ตาข่าย เป็นต้น

ปัญหาที่เกิดขึ้น 2. ลักษณะการติดตั้ง เครื่องไม่มีโครงสร้างผลิตภัณ์ที่คลุมส่วนเพลลาและมอเตอร์ทำให้เกิดอันตรายขณะใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3
ภาพแสดงลักษณะการติดตั้ง เฟลาและมอเตอร์



แนวทางการแก้ปัญหา ออกแบบโครงสร้างผลิตภัณฑ์คลุมส่วนเฟลาและมอเตอร์ เพื่อป้องกันอันตรายขณะใช้งาน
 ปัญหาที่เกิดขึ้น 3. ลักษณะข้อต่อของลมและสกรูล็อคล็อคแน่นกับแผ่นเหล็กทำให้ฝาปิดขณะปิดเปิด ทำให้ต้องออกแรงมากในการปรับ

ภาพที่ 4

ภาพแสดงลักษณะข้อต่อสกรูที่ติดตั้งกับแผ่นเหล็ก



แนวทางการแก้ปัญหา ออกแบบข้อต่อจุดหมุน โดยเลือกใช้วัสดุและ โครงสร้างผลิตภัณฑ์ คล้องตัวขึ้น

ปัญหาที่เกิดขึ้น 4. ลักษณะ โครงสร้างผลิตภัณฑ์ เป็นแผ่นเหล็กซึ่งมีลักษณะคมทำให้เกิดอันตรายขณะใช้งาน

แนวทางการแก้ปัญหา ออกแบบ โครงสร้างผลิตภัณฑ์ให้มีการตัดโค้งลบมุมของ เหล็กแผ่น เพื่อป้องกันอันตราย

ปัญหาที่เกิดขึ้น 5. ลักษณะด้ามจับเพื่อปรับระดับแรงลมมีลักษณะฟืดและติดตั้ง ใกล้เคียง โครงสร้าง ผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดแรงกระแทกขณะใช้งาน

ภาพที่ 5

ภาพแสดงลักษณะด้ามจับที่ติดตั้งกับโครงสร้างผลิตภัณฑ์

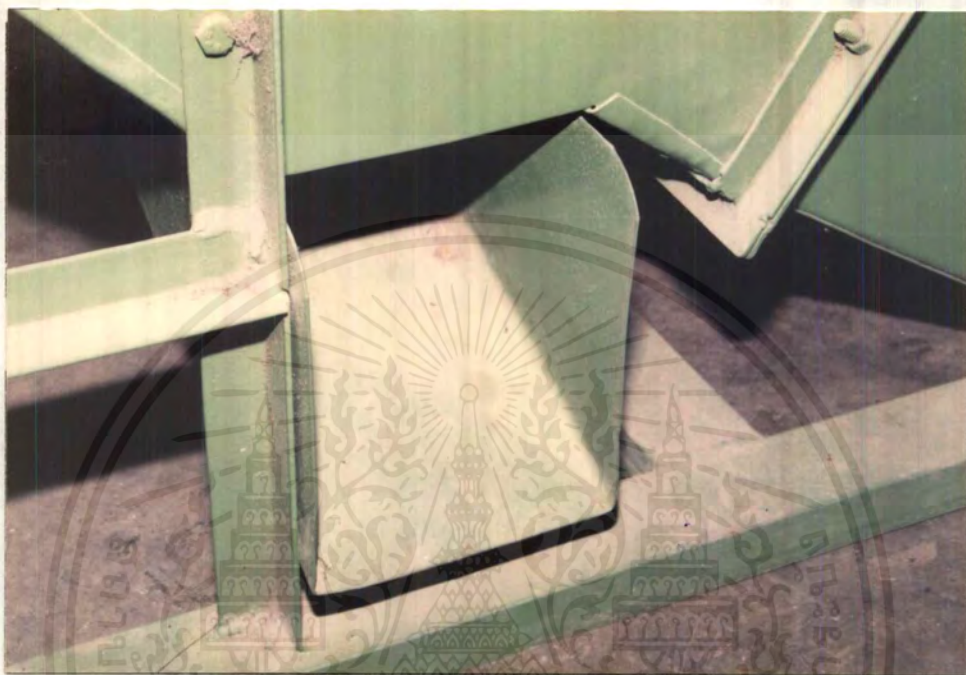


แนวทางการแก้ปัญหา ออกแบบและวิเคราะห์ตำแหน่งการจัดวางคันโยกช่องลมให้มีลักษณะการใช้งานที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการปรับระดับช่องลม
 ปัญหาที่เกิดขึ้น 6. ลักษณะตำแหน่งช่องระบายเมล็ดละหุ่งที่กะเพาะแล้วมีตำแหน่งในการวางต่ำ ทำให้ไม่สามารถวางภาชนะที่รองรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6

ภาพแสดงตำแหน่งช่องระบายเมล็ดที่กะเทาะแล้ว

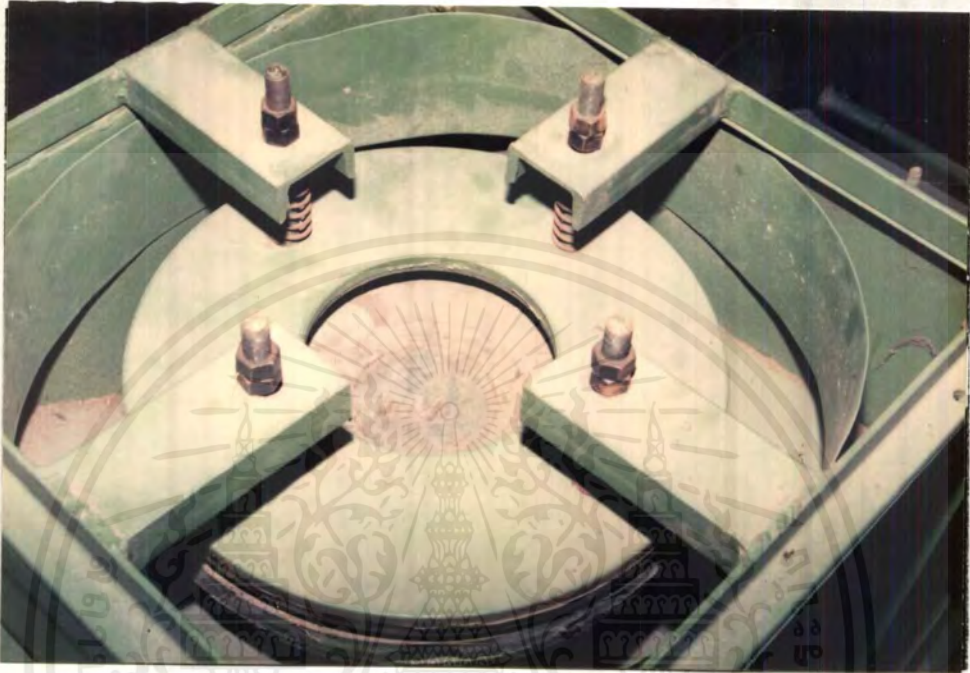


แนวทางการแก้ปัญหา ออกแบบและวิเคราะห์ตำแหน่งช่องระบายเมล็ดที่กะเทาะแล้วให้อยู่ในตำแหน่งที่สามารถรองรับภาชนะได้สะดวก
 ปัญหาที่เกิดขึ้น 7. ลักษณะ โครงสร้างผลิตภัณฑ์ที่หุ้มไม่หนา มี 2 ชั้น ทำให้สิ้นเปลืองวัสดุในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7

ภาพแสดง โครงสร้างผลิตภัณฑ์ที่หุ้ม โม่หินที่มีโครงสร้าง 2 ชั้น



แนวทางการแก้ปัญหา ออกแบบ โครงสร้างผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะ โครงสร้างชั้นเดียวเพื่อลดต้นทุนในการผลิต

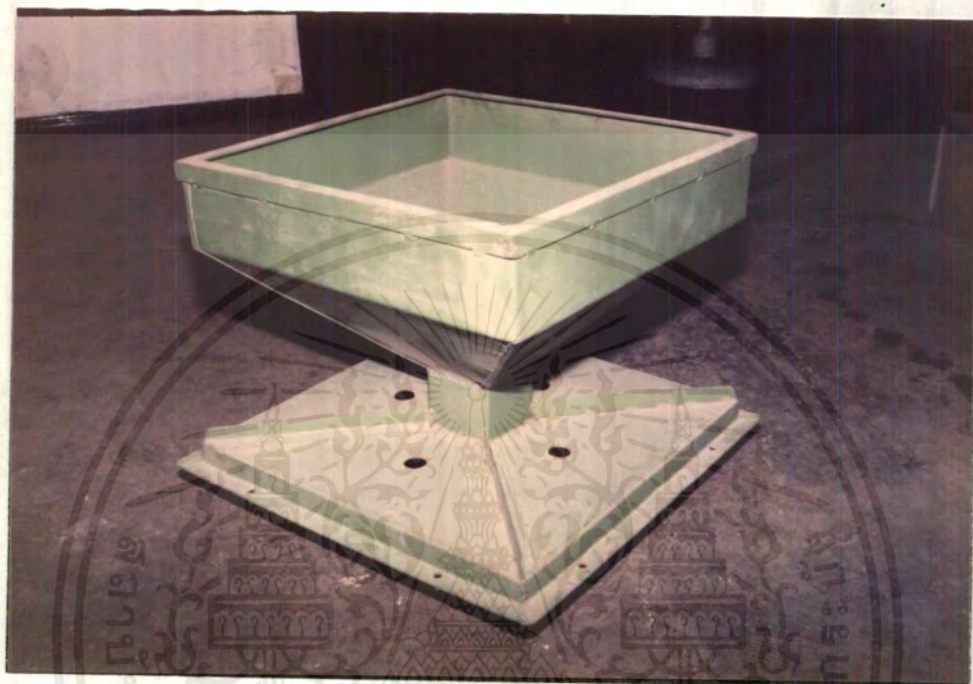
ปัญหาที่เกิดขึ้น 8. ลักษณะ โครงสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีตำแหน่งการล็อก ไม่สมดุลกัน ซึ่งมีถึง 2 ชั้น ทำให้โครงสร้างกรวยและ โครงสร้างหลักประกอบผิดพลาดได้

แนวทางการแก้ปัญหา ออกแบบระบบล็อกให้มีตำแหน่งการล็อกหรือการถอดประกอบเพื่อซ่อมบำรุง ได้สะดวก

ปัญหาที่เกิดขึ้น 9. ลักษณะกรวยที่ใช้ เทแมลล์หล่อหุ้ม ใช้ยึดติดกับ โครงสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะ เหลี่ยมและมีแผ่นเหล็กแหลมยื่นออกมาจากตัว โครงสร้างกรวย ทำให้เกิดอันตรายขณะ ใช้ งาน

ภาพที่ 8

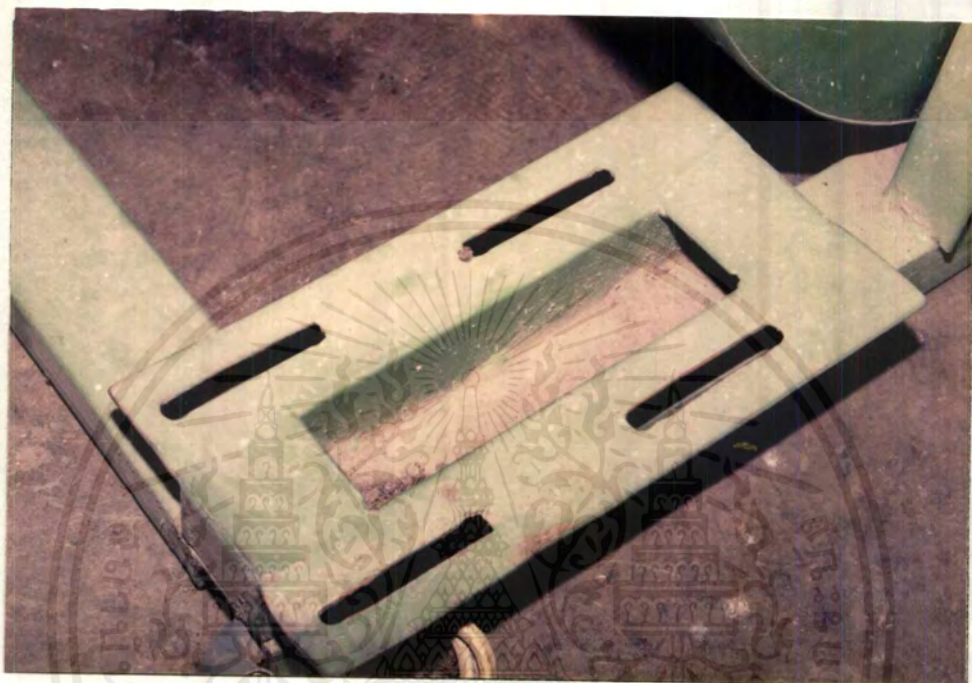
ภาพแสดงลักษณะโครงสร้างกรวยที่ใช้เทเมล็ดละหุ่ง



แนวทางการแก้ปัญหา ออกแบบโครงสร้างกรวยให้เป็นการเชื่อมต่อแบบชิ้นงานเดียว หรือการดัดโค้งแผ่นเหล็กเพื่อแก้ปัญหามุมแหลมคม
ปัญหาที่เกิดขึ้น 10. ลักษณะขาติดตั้งมอเตอร์ที่ขึ้นออกมาจากโครงสร้างผลิตภัณฑ์เพื่อติดตั้งมอเตอร์กับสายพาน ไม่มีโครงสร้างผลิตภัณฑ์คลุมทำให้เกิดอันตรายขณะเครื่องทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 9
ภาพแสดง เหล็กฉากติดตั้งมอเตอร์



แนวทางการแก้ปัญหา ออกแบบโครงสร้างผลิตภัณฑ์คลุมมอเตอร์และสายพานเพื่อป้องกันอันตรายขณะใช้งาน
ปัญหาที่เกิดขึ้น 11. ลักษณะช่องลมที่โครงสร้างผลิตภัณฑ์คลุมใช้แผ่นเหล็กมีขอบแหลมคมทำให้การซ่อมบำรุงเกิดอันตราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

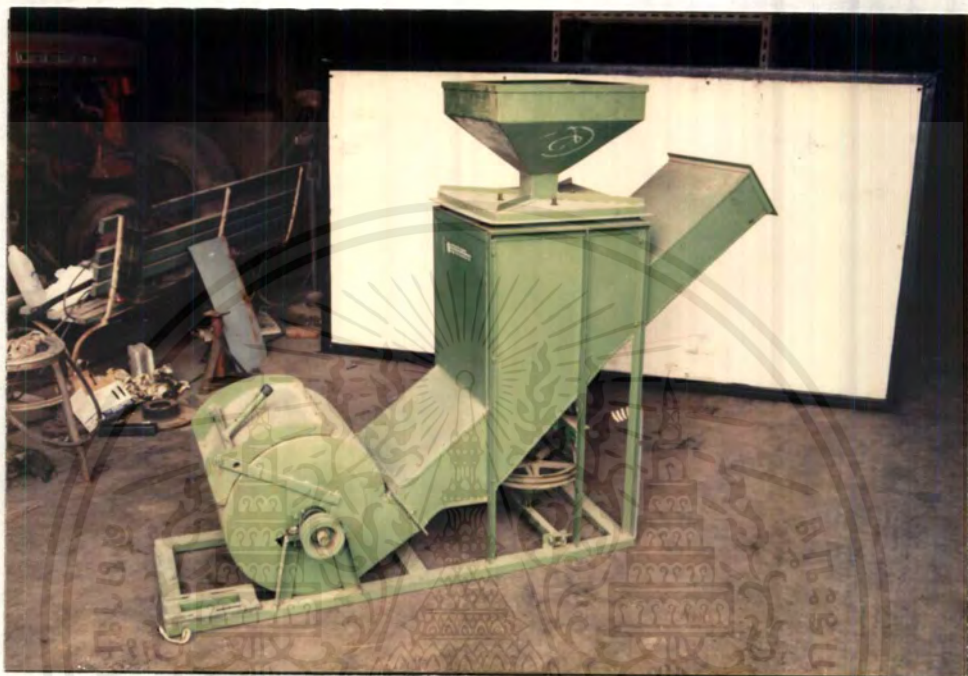
ภาพที่ 10
ภาพแสดงลักษณะช่องลมขณะ เปิด



แนวทางการแก้ปัญหา ออกแบบให้มีลักษณะวัสดุที่ป้องกันอันตรายขณะซ่อมบำรุง โดยการ
ลบมุม การตัดโค้ง หรือขอบยาง เป็นต้น
ปัญหาที่เกิดขึ้น 12. ลักษณะ โครงสร้างเครื่อง ไม่มีล้อทำให้การขนส่งและการติดตั้งลำบาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 11
ภาพแสดงลักษณะตัวเครื่องที่ใช้กะเทาะเมล็ดละหุ่ง



แนวทางการแก้ปัญหา ออกแบบให้ตัวเครื่องมีการติดตั้งล้อเพื่อง่ายต่อการขนย้ายและการติดตั้ง

ปัญหาที่เกิดขึ้น 13. ลักษณะสัณฐานของเครื่องมีขนาด 170 ซม. ทำให้ระยะการเทเมล็ดจะต้องออกแรงในการเทเมล็ดมาก

แนวทางการแก้ปัญหา ออกแบบตัวเครื่องให้มีขนาดสัณฐานสอดคล้องกับพฤติกรรมการเทเมล็ด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เสนอหัวข้อ
2. ข้อมูลเบื้องต้น
3. สรุปข้อมูล
4. วิเคราะห์ข้อมูล
5. สรุปผลการวิเคราะห์
6. แบบร่าง 1 , 2 , 3 (SKETCH DESIGN)
7. การเขียนแบบเพื่อการผลิต (WORKING DRAWING)
8. การนำเสนอ (PRESENTATION)
9. ข้อมูลฉบับสมบูรณ์
10. บทคัดย่อ
11. ต้นฉบับ / หุ่นจำลอง

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

1. การศึกษาข้อมูล " เมล็ดละหุ่ง " โดยศึกษา
 - 1.1 ประวัติการปลูกเมล็ดละหุ่ง
 - 1.2 ขั้นตอนการปลูกเมล็ดละหุ่ง
 - 1.3 การเลือกพันธุ์ที่ใช้ปลูกทั่วประเทศ
 - 1.4 ขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยว
 - 1.5 ปริมาณจังหวัดและเนื้อที่ในการปลูกทั่วประเทศ
 - 1.6 ปริมาณความต้องการของตลาด
 - 1.7 ปริมาณโรงงานผู้สกัดน้ำมันละหุ่ง
 - 1.8 ประโยชน์และนำไปใช้ของ เมล็ดละหุ่ง
2. การศึกษาข้อมูล " กลุ่มผู้ใช้งาน " โดยศึกษา
 - 2.1 นโยบายและแนวทางการส่งเสริมการเกษตร
 - 2.2 ความหมายของกลุ่มเกษตรกร
 - 2.3 ประเภทของกลุ่มเกษตรกร
 - 2.4 ระดับการรวมตัวของกลุ่มเกษตรกร
 - 2.5 พฤติกรรมการผลิตหลังการเก็บเกี่ยวของกลุ่มเกษตรกร
 - 2.6 ขนาดสัดส่วนของมนุษย์ที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุด
คณะกรรมการอุตสาหกรรม สจล.

3. การศึกษาข้อมูล " เครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่ง " โดยศึกษา
- 3.1 ขนาดสัดส่วนของเครื่อง
 - 3.2 วัสดุที่ใช้ในการผลิต
 - 3.3 กรรมวิธีการผลิต
 - 3.4 ขั้นตอนการทำงานของเครื่อง
 - 3.5 อุปกรณ์และมอเตอร์ที่ใช้กับเครื่อง
 - 3.6 จิตวิทยาการใช้สื่กับเครื่องจักรกลการเกษตร
 - 3.7 ผลลัพธ์ที่ได้และผลลัพธ์ใกล้เคียง

ขอบเขตของงานออกแบบ

1. ออกแบบเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งสำหรับกลุ่มเกษตรกร
2. ออกแบบเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งให้มีลักษณะสอดคล้องกับพฤติกรรมการกะเทาะเมล็ดละหุ่ง
3. ออกแบบเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งเพื่อสนองนโยบายการส่งเสริมการเกษตร โดยการใช้มอเตอร์เป็นระบบต้นกำลัง
4. ออกแบบเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งให้ง่ายต่อการขนส่งและการติดตั้ง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อให้ได้เครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งเพื่อสนองนโยบายการส่งเสริมการเกษตร
2. เพื่อให้ได้เครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งที่มีลักษณะการใช้งานสอดคล้องกับพฤติกรรมหลังการเก็บเกี่ยว
3. เพื่อให้ได้เครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งที่ง่ายต่อการติดตั้งและการขนส่ง
4. เพื่อให้ได้เครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งสำหรับกลุ่มเกษตรกร เพื่อให้ได้ผลผลิตที่รวดเร็ว และเป็นการเพิ่มรายได้แก่เกษตรกร

1530

บทที่ 2

วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ละหุ่ง เป็นพืชไร่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยชนิดหนึ่ง ประโยชน์ของน้ำมันละหุ่งมีอยู่มากมาย เช่น เครื่องสำอาง ยา แต่ในปัจจุบันก็นำน้ำมันละหุ่งมาเป็นน้ำมันหล่อลื่นเครื่องบิน อยู่ น้ำหอม น้ำมันใส่ผม ใช้ผสมน้ำยาสำหรับฟอกหนัง น้ำมันผสมสี ยาถ่าย ดันใช้ทำกระดาน กากละหุ่งใช้ทำปุ๋ย (ดุสิต , 2525)

การผลิตละหุ่งในประเทศไทยมีปริมาณไม่แน่นอน บางปีผลิตสูง บางปีผลิตต่ำ เช่น ปี 2528/29 มีปริมาณการผลิต 3,180 ตัน แต่ในปี พ.ศ. 2529/30 มีปริมาณการผลิตเพียง 28,700 ตัน เพราะเนื่องจากภัยแล้ง และในปี พ.ศ. 2533/34 ผลิตเหลือเพียง 278,000 ตัน เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกลดลง (ดุสิต , 2525) ซึ่งเมล็ดละหุ่งที่ผลิตในระยะแรกส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศเกือบทั้งหมด จนกระทั่งปีพ.ศ. 2522 รัฐบาลห้ามส่งเมล็ดออกนอกประเทศ เนื่องจากเกษตรกรไม่สามารถผลิตละหุ่งได้เพียงพอกับความต้องการของโรงงานอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันละหุ่งภายในประเทศได้ (อารีย์, 2532) จึงได้ส่งน้ำมันละหุ่งไปจำหน่ายต่างประเทศแทนเมล็ดละหุ่ง โดยในปี พ.ศ. 2529 ประเทศไทยส่งออกน้ำมันละหุ่งจำนวน 8,791 ตัน มีมูลค่า 141.599 ล้านบาท ปีพ.ศ. 2533 ส่งออก 3,422 ตัน มีมูลค่า 96.675 ล้านบาท (สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2533-34) ซึ่งในปัจจุบันเกษตรกรยังขาดความรู้เรื่องการผลิตหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดละหุ่ง ในขั้นตอนการกะเทาะเปลือกซึ่งเกษตรกรยังใช้อุปกรณ์ทดแทน คือ ไม้ทุบหรือใช้รถไถเดินตามล่าเปลือกให้แตก ซึ่งทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเมล็ดละหุ่งค่อนข้างมาก จึงมีการออกแบบเครื่องกะเทาะละหุ่งขึ้น โดย นายพลประเสริฐ ปิยะอนันต์ เป็นผู้คิดค้นเครื่องต้นแบบขึ้นตามนโยบายการส่งเสริมการเกษตรเพื่อเพิ่มรายได้ และเพิ่มผลผลิตให้ทันต่อความต้องการของตลาด

ดังนั้นในการเสนอวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเรื่องการออกแบบปรับปรุงเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งสำหรับกลุ่มเกษตรกร เพื่อให้สอดคล้องพฤติกรรมการใช้งานและการผลิตในระบบอุตสาหกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้ค้นคว้าและสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวกับกะเทาะเมล็ด ไว้ดังนี้

นายพลประเสริฐ ปิยะอนันต์ : 2532 ได้วิจัยโครงการพัฒนาเครื่องกะเทาะละหุ่งซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

สาเหตุที่ผลผลิตละหุ่งน้อยกว่าความต้องการ เนื่องจากปัญหาและอุปสรรคหลายประการ คือ

1. ชาดแคลนละหุ่งพันธุ์ดี อายุสั้น ต้นเตี้ย เกษตรกรยังคงใช้พันธุ์พื้นเมืองซึ่งเป็นพันธุ์อายุยาว ผลผลิตต่ำ และต้นสูง ทำให้การเก็บเกี่ยวยากลำบาก
2. ปัญหาเรื่องโรค แมลง และศัตรูพืชทำลายผลผลิต
3. เกษตรกรขาดความรู้เรื่องระบบการปลูกพืชแซมละหุ่ง
4. ราคาตลาดในท้องถิ่นอยู่ในระดับต่ำ
5. ชาดแคลนแรงงานในการกะเทาะเปลือก เนื่องจากเกษตรกรปลูกละหุ่งเป็นพืชรอง ดังนั้นแรงงานส่วนใหญ่จึงใช้ในการเก็บเกี่ยวพืชหลักอื่นๆ แรงงานในการกะเทาะเปลือกจึงถูกจำกัด นอกจากนี้การกะเทาะยังสิ้นเปลืองเวลามาก โดยต้องนำละหุ่งพันธุ์มีเปลือกหนามาก การกะเทาะทำได้ลำบาก จึงทำให้เกษตรกรเบื่อหน่าย
6. ชาดแคลนเครื่องกะเทาะละหุ่งที่มีคุณภาพ

ปลายปี 2529 ได้พัฒนาและปรับปรุงเครื่องกะเทาะละหุ่งแบบบราซิล (BLASI) ต้นแบบจากประเทศบราซิล ซึ่งเป็นเครื่องกะเทาะละหุ่งที่อาศัยต้นกำลังจากเครื่องยนต์สูบลม 8 แรงม้า สามารถกะเทาะและตัดทำความสะอาดแยกเปลือกได้ โดยอาศัยแบบสามารถกะเทาะละหุ่งพันธุ์ลูกผสมเมล็ดเล็กได้ดี แต่กะเทาะละหุ่งพันธุ์พื้นเมืองเมล็ดใหญ่ได้ไม่ดี

ต่อมา พ.ศ. 2530 ได้ออกแบบประดิษฐ์เครื่องกะเทาะละหุ่งก้ำแกงแสน 1 โดยเน้นถึงระบบการกะเทาะให้สามารถกะเทาะได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และระบบการป้อนให้สามารถป้อนได้มากขึ้น

และในปี 2531 ได้สร้างเครื่องกะเทาะละหุ่งก้ำแกงแสน 2 เพื่อให้สามารถกะเทาะละหุ่งพันธุ์พื้นเมืองได้ดีขึ้น รวมทั้งออกแบบระบบการป้อนโดยการใช้กะพ้อเป็นตัวลำเลียง ซึ่งทำให้สามารถป้อนละหุ่งเข้าเครื่องได้สะดวกขึ้น ประหยัดแรงงาน และการป้อนเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งเครื่องกะเทาะละหุ่งแบบก้ำแกงแสน 2 เป็นเครื่องขนาดเล็กที่เหมาะสมกับเกษตรกรรายใหญ่ที่มีพื้นที่ปลูกเป็นร้อยไร่ หรือไม่กี่เป็นจุดรับซื้อของโรงงานฯ มากกว่า

ดังนั้น ภาควิชาเกษตรกลวิธาน โดยนายพลประเสริฐ ปิยะอนันต์ ประกอบกับการขอความร่วมมือจากกรมส่งเสริมการเกษตร ขอให้ออกแบบเครื่องกะเทาะละหุ่งชนิดที่ใช้กำลังจากเครื่องยนต์ขนาดเล็ก หรือมอเตอร์ไฟฟ้า และมีความสามารถการทำงาน

เหมาะสมกับกลุ่มเกษตรกร หรือเกษตรกรรายย่อยที่ปลูกมะม่วงเป็นพืชหลัก แต่มีเนื้อที่ปลูกไม่ใหญ่มาก และมีราคาถูกลงสามารถซื้อเป็นเจ้าของได้ ดังนั้นจึงได้มีการออกแบบและปรับปรุงเครื่องกะเทาะมะม่วงแบบก้ำแวงแสนรุ่นแบบแดงโม 1 ขึ้นมา เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการส่งเสริมให้กับเกษตรกรต่อไป

นายพิษณุ เอกศิลป์ : 2531 ได้วิจัยโครงการสีข้าวแบบแรงเหวี่ยง วัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นกว่าเดิม และสามารถผลิตได้ง่าย ต้นทุนในการผลิตและการบำรุงรักษาไม่สูงเกินไป การออกแบบโดยคำนึงถึง วิธีการผลิต วัสดุ และต้นทุนในการผลิต โดย PORM ของเครื่องสีมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม ส่วนจานเหวี่ยงมีลักษณะกลม วัสดุที่ใช้เป็นเหล็กแผ่น , เหล็กฉากขนาด 2 นิ้ว เป็นโครงทั้งหมด โดยการเชื่อม

การออกแบบให้ SYSTEM มีลักษณะตามรูปข้างล่างนี้ SLOTS จะมีอยู่จำนวนเท่าใดแล้วแต่การออกแบบ SLOTS จะทำหน้าที่ควบคุมตำแหน่งการยิงกระทบกับเป้า จากการที่เมล็ดข้าวพุ่ง ทำให้ปลายของเมล็ดข้าวปักเข้ากับเป้ากระทบ และเมล็ดข้าวกระทบบนเป้าจะทำให้เกิดการฉีกขาดของเปลือกข้าว ฉะนั้นการเหวี่ยงของจานเหวี่ยงจะต้องมีความเร็วที่เหมาะสมเพื่อข้าวจะได้ฉีกเปลือกออกพอดี และปริมาณเมล็ดข้าวหักน้อย

นายวุฒิชัย ตางาม : 2520 ได้วิจัยการกะเทาะเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ซึ่งมีลักษณะการกะเทาะ 2 ลักษณะ คือ การกะเทาะด้วยมือ และกะเทาะด้วยเครื่องจักร ซึ่งเครื่องจักรที่ใช้กะเทาะมีขนาด 50x62x110 (ก.ขย.ขส.) มีน้ำหนักประมาณ 70 กก. โครงสร้างเป็นเหล็กฉาก ขนาด 1/8" ใช้การยึดด้วยการเชื่อมไฟฟ้า ใช้มอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้า ความเร็วรอบ 1430 รอบต่อนาที ระบบการทำงานของเครื่องโดยการใช้ใบมีดเคลื่อนที่ขึ้นลง

สรุปผลการสัมมนาทางวิชาการ ของกลุ่มพืชไร่ตระกูลถั่วและพืชไร่น้ำมัน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ : 2529 ได้สรุปสถานการณ์การผลิตการตลาดมะม่วง และงานเกษตรวิศวกรรม ด้านพืชไร่ตระกูลถั่ว และพืชไร่ น้ำมัน พอสรุปได้ดังนี้

ด้านการผลิต

ปี 2527/28 โลกผลิตมะม่วงประมาณ 983,000 เมตริกตัน เพิ่มจากปี 2526/27 ร้อยละ 6.62 ทั้งนี้เพราะอินเดีย จีน และบราซิล ได้ขยายพื้นที่ปลูกมากขึ้น ซึ่งการผลิตมะม่วงของไทยไม่แน่นอนจะมีพื้นที่ปลูกอยู่ระหว่าง 88,000 ถึง 200,000 ไร่ ผลิตตั้งแต่

15,000–25,000 ตัน ในปี 2527/28 ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ประมาณ 25,000 ตัน ทั้งนี้ เพราะได้เร่งรัดการปลูกแบบเน้นหนักและขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้น

ด้านการตลาด

ตลาดภายในประเทศ บริษัทสยามน้ำมันและหุง จำกัด เป็นผู้ซื้อเมล็ดละหุ่งรายใหญ่ ของประเทศมีกำลังการผลิต 30,000 ตัน/ปี และสามารถขยายการผลิตได้ 50,000–60,000 ตัน/ปี น้ำมันส่วนใหญ่ส่งไปขายต่างประเทศร้อยละ 99 และกากอีก ร้อยละ 63 ส่วนที่เหลือจำหน่ายในประเทศ ดังนั้น ราคาของเมล็ดละหุ่งจึงขึ้นอยู่กับตลาด ต่างประเทศเป็นสำคัญ ราคาที่รับซื้อหน้าโรงงานในปี 2528 กิโลกรัมละ 8.50 บาท เพิ่ม จากปี 2527 เล็กน้อยคือปี 2527 รับซื้อ ก.ละ 8.00 บาท ในปัจจุบันนี้ราคาน้ำมันของ ตลาดโลกลดต่ำลง จึงทำให้ราคารับซื้อเมล็ดละหุ่งลดต่ำลงไปด้วย

ตลาดน้ำมันละหุ่งต่างประเทศที่สำคัญได้แก่ สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น ซึ่งเป็นผู้ใช้ รายใหญ่

ภาวะตลาดในประเทศปี 2529 คาดว่าจะดีขึ้น เพราะบริษัทสยามน้ำมันและหุงได้ ขยายงานในรูปแบบของอุตสาหกรรมต่อเนื่อง โดยร่วมกับชาวญี่ปุ่น เพื่อผลิตซีเมนต์เทียม ซึ่ง มีความต้องการใช้ละหุ่งปีละประมาณ 37,000 ตัน

ปัญหาการผลิต

1. ขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ดีให้ผลผลิตสูง
2. มีศัตรูทำความเสียหายมาก การใช้ยากำจัดไม่คุ้มกับการลงทุน
3. ผลผลิตต่อไร่ต่ำ
4. เกษตรกรปลูกละหุ่งแบบทั่วไร่ไปลายนา ไม่มีการดูแลเอาใจใส่
5. ต้องลงทุนสูงในการกะเทาะเปลือกเพราะขาดเครื่องมือต้องใช้คนแกะ
6. ราคาที่เกษตรกรได้รับต่ำเมื่อเทียบกับพืชอื่น จึงทำให้เกษตรกรหันไปปลูกพืชอื่น

งานเกษตรวิศวกรรม ด้านพืชไร่ตระกูลถั่ว และพืชไร่ไขมัน : 2528 พอสรุปได้ดังนี้
พัฒนาเครื่องนวดถั่วเขียวขนาดเล็ก ใช้เครื่องยนต์เป็นขับเคลื่อน 7 แรงม้า สามารถ ถอนถั่วเขียวที่เก็บเกี่ยวเฉพาะฝักและตากแห้ง ความชื้นประมาณ 14 – 18 % ได้ชั่วโมงละ 450 – 550 กิโลกรัม ความสะอาด 99.0% เมล็ดแตกหักน้อยกว่า 1.0% ความงอกประมาณ 90 % ซึ่งเป็นประสิทธิภาพการทำงานเป็นที่ยอมรับของเกษตรกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางกองเกษตรวิศวกรรมจะดำเนินการทดสอบการใช้งานระยะยาวอีกครั้งหนึ่งแล้วจึงจะทำการเผยแพร่และสนับสนุนให้โรงงานเอกชนนำไปผลิตต่อไป

พัฒนาเครื่องผลิตฝักถั่วลิสง โดยร่วมกับภาควิชาวิศวกรรมการเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในการพัฒนาสาริตเผยแพร่เครื่องจักรกลเกษตร สำหรับชุดถั่วลิสง ผลิตฝักถั่วลิสง และการกะเทาะถั่วลิสง

เครื่องผลิตฝักถั่วลิสง เป็นแบบเท้าถีบใช้แรงงานคน สามารถผลิตได้ชั่วโมงละประมาณ 10 - 17 กิโลกรัม/ชั่วโมง แล้วแต่ความชื้นของถั่ว การแตกหักต่ำกว่า 1% ฝักที่มีหนวดติดอยู่ประมาณ 15%

เครื่องกะเทาะนั้นทั้งแบบใช้แรงงานคนและแรงมอเตอร์ไฟฟ้า แบบใช้แรงงานคน หนูกะเทาะได้ชั่วโมงละ 60 - 75 กิโลกรัม (ฝัก) เมล็ดแตกหักประมาณ 3 - 6 % ประสิทธิภาพการกะเทาะประมาณ 95 % แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 1.0 แรงม้า กะเทาะได้ชั่วโมงละ 300 - 320 กิโลกรัม (ฝัก) เมล็ดแตกหักประมาณ 4 - 6 % ประสิทธิภาพการกะเทาะประมาณ 95 - 99 % ขณะนี้เริ่มมีโรงงานเอกชนนำแบบเครื่องผลิตและเครื่องกะเทาะไปผลิตจำหน่ายแก่เกษตรกรแล้ว

การดำเนินการศึกษาและออกแบบเครื่องกะเทาะละหุ่งแบบแรงเหวี่ยง โดยได้ศึกษาถึงสภาพและลักษณะการกะเทาะละหุ่งในปัจจุบันนี้ ซึ่งพบว่าส่วนใหญ่ยังใช้แรงงานคน ฟาดตี หรือทุบ หรือบางท้องที่ใช้รถแทรกเตอร์ย่ำ ซึ่งมีขีดความสามารถต่ำ คือ กะเทาะได้เพียงวันละประมาณ 5 - 15 กิโลกรัม/คน นอกจากนี้ยังมีประสิทธิภาพต่ำด้วย คือมีการแตกหักสูงกว่า 10% ความสะอาดต่ำ เกิดการสูญเสีย คือ กะเทาะไม่หมดสูง ความยุ่งยากในการกะเทาะละหุ่งนี้เป็นอุปสรรคประการหนึ่งที่ทำให้การขยายพื้นที่เพาะปลูกละหุ่งซึ่งเป็นพืชที่มีศักยภาพสูงในด้านการตลาดไม่ได้ผลเท่าที่ควร ซึ่งในขณะนี้ทางกองวิศวกรรมได้ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องกะเทาะละหุ่งแบบแรงเหวี่ยง เรียบร้อยแล้ว

2.1 ปรัชญา การวางแผนการส่งเสริมการเกษตร

การส่งเสริมการเกษตรเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดความรู้ของบุคคลต่อบุคคล โดยทั่วไปจะเป็นงานหลักของทางรัฐที่ต้องจัดบริการทางด้านนี้ให้แก่เกษตรกรและประชาชน โดยทั่วไป จากบทที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการเกษตรในประเทศไทย ท่านได้ทราบมาแล้วว่าการส่งเสริมการเกษตรในประเทศไทยเป็นหน้าที่หลักที่สำคัญของรัฐที่จะต้องทำ จน

ในปี พ.ศ. 2511 ได้มีการตั้งหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงคือ กรมส่งเสริมการเกษตร เพื่อทำหน้าที่ดังกล่าวและในปี พ.ศ. 2529 ได้มีเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรระดับตำบลกระจายอยู่ทั่วทุกตำบลในประเทศไทยแล้ว

การส่งเสริมการเกษตร มาจากคำว่า agricultural extension หมายถึง "การบริการ การให้หรือการถ่ายทอดความรู้ทางด้านการเกษตรไปยังเกษตรกรหรือประชาชนทั่วไป ให้มีความรู้ทางด้านการเกษตรอันจะเป็นผลดีต่ออาชีพหรือต่อการเกษตร โดยส่วนรวม"

ศาสตราจารย์ ท่านอง สิงคาลวณิช¹ ให้ความหมายของการส่งเสริมการเกษตร ไว้ว่าการส่งเสริมการเกษตรเป็นกิจกรรมเสริมหรือการแพร่ขยายความรู้ทางเกษตรในระบบการศึกษาลักษณะหนึ่งที่น่ามาจากสถาบันการศึกษาสู่บุคคลเป้าหมายหรือผู้ที่ได้รับการส่งเสริมในที่นี้ได้แก่ ผู้ประกอบการเกษตร ซึ่งอยู่นอกสถาบันการศึกษา จึงจัดได้ว่าเป็น การศึกษานอกโรงเรียน (out-of-school education) หรือการศึกษานอกระบบโรงเรียน (non-formal education)

นโยบายโดยทั่วไปของหน่วยงานอย่างกรมส่งเสริมการเกษตรก็จะดำเนินการตามนโยบายของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติที่ว่าด้วยแผนพัฒนาการเกษตร ซึ่งอาจสรุปได้ว่าเป็นนโยบายของรัฐบาลนั่นเอง ดังที่ พลเอกเปรม ติณสูลานนท์ นายกรัฐมนตรีของไทยได้ประกาศเป็นนโยบายไว้ว่า ในปี พ.ศ. 2529 จะขอให้ปีของการเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตทางเกษตร โดยจะเพิ่มปริมาณการผลิตให้มากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ใคร่ขอนำสาระสำคัญบางส่วนของแผนพัฒนาการเกษตร ซึ่งได้บรรจุเข้าไว้ในแผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติตั้งแต่ฉบับที่ 1 จนถึงฉบับที่ 5 มาให้ศึกษาประกอบจะได้ทราบว่า นโยบายในอดีตที่ผ่านมาที่ได้กำหนดไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติเป็นอย่างไรบ้าง

¹ ท่านอง สิงคาลวณิช "ความหมาย ปรัชญา นโยบายและวัตถุประสงค์การส่งเสริมการเกษตร" ในเอกสารการสอนชุดวิชา ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช กรุงเทพมหานครการพิมพ์ 2525 หน้า 148-149

ตารางที่ 1
แสดงแผนพัฒนาการเกษตรฉบับที่ 1 - ฉบับที่ 5
แผนพัฒนาการเกษตร

ฉบับที่ 1 (2504-2509)	ฉบับที่ 2 (2510-2514)	ฉบับที่ 3 (2515-2519)	ฉบับที่ 4 (2520-2524)	ฉบับที่ 5 (2525-2529)
1. เน้นการเพิ่มผลผลิตและปริมาณส่งออกของพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ	1. เน้นการขยายการผลิต การเกษตรโดยปรับปรุง โครงสร้างพื้นฐานทาง เศรษฐกิจและสังคม	1. เน้นการพัฒนาชนบท ควบคู่กับการพัฒนา การเกษตร	1. เน้นการกระจาย รายได้	1. เน้นการกระจาย รายได้
2. เน้นการบริการปัจจัย ที่เป็นพื้นฐานการผลิต ทางเกษตร	2. เน้นการจัดบริการและ สวัสดิการแก่เกษตรกร	2. เน้นการแก้ปัญหาการ ราคาสินค้า	2. เน้นการรักษาระดับ ราคาสินค้า	2. เน้นการแก้ปัญหาความยากจน ในเขตชนบทล้าหลัง
3. เน้นการจัดระเบียบสังคม ของเกษตรกร	3. เน้นการส่งเสริมการ เกษตรที่เป็ระบบ	3. เน้นการวางแผนการ เกษตร โดยคำนึงถึง ตลาด	3. เน้นการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติ	3. เน้นการรักษาเสถียรภาพ ทางเศรษฐกิจ
		4. เน้นการส่งเสริม ในระดับท้องที่	4. เน้นการปรับปรุง ระบบส่งเสริม	4. เน้นความร่วมมือระหว่าง รัฐบาลเอกชน
				5. เน้นการนำแผนไปปฏิบัติ ให้ได้ผลอย่างจริงจัง
				6. เน้นการสร้างความเป็นธรรม ในสังคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นโยบายเมื่อได้กำหนดไว้แล้วในทางปฏิบัติโดยทั่วไปหน่วยงานจะนำนโยบายดังกล่าวเป็นแนวทางไปปฏิบัติ เป็นแนวทางในการดำเนินงานโดยจะนำไปวางแผน แผนงาน โครงการและย่อยไปถึงกิจกรรมก็จะเป็นการปฏิบัติตามนโยบายดังกล่าว ตามรูปต่อไปนี้



2.1.1 วิธีการส่งเสริมการเกษตร²

วิธีการส่งเสริมการเกษตรมี 3 วิธีใหญ่ๆ (METHODS หรือ ADPOACHES) ดังนี้

วิธีส่งเสริมรายบุคคล เป็นการถ่ายทอดความรู้หรือการสื่อสารตัวต่อตัวระหว่างเจ้าหน้าที่ส่งเสริม กับบุคคลเป้าหมาย ซึ่งอาจเป็นเกษตรกร แม่บ้าน เยาวชน หรือบุคคลอื่น

วิธีการส่งเสริมแบบกลุ่ม (GROUP THODS) เป็นการถ่ายทอดความรู้หรือการสื่อสาร การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างเจ้าหน้าที่ส่งเสริมกับกลุ่มบุคคลเป้าหมาย ซึ่งอาจจะเป็นกลุ่มเกษตรกร กลุ่มแม่บ้าน กลุ่มเยาวชน หรือกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง โดยการประชุม การสาธิต ทัศนศึกษา การจัดฝึกอบรมพิเศษ การจัดงานวันเกษตร เป็นต้น

²ดร.บุญธรรม จิตต์อนันต์, ส่งเสริมการเกษตร (กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2536). หน้า 43-69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการส่งเสริมมวลชน (MASS METHODS) เป็นวิธีที่เข้าถึงกลุ่มใหญ่ หรือ มวลชนโดยอาศัยสื่อ เช่น หนังสือพิมพ์ นิตยสาร เอกสารเผยแพร่ วิทยุ โทรทัศน์ การประกวด เป็นต้น

นอกจากนี้มีการใช้วิธีการส่งเสริมแบบผสม เช่น การใช้วิธีส่งเสริมผสมกัน 2-3 วิธี ในเรื่องเดียวกันเพื่อให้ได้ผลสูงสุด การใช้หน่วยส่งเสริมการเกษตรเคลื่อนที่ที่มีโอกาสใช้ วิธีส่งเสริมหลายๆ อย่าง

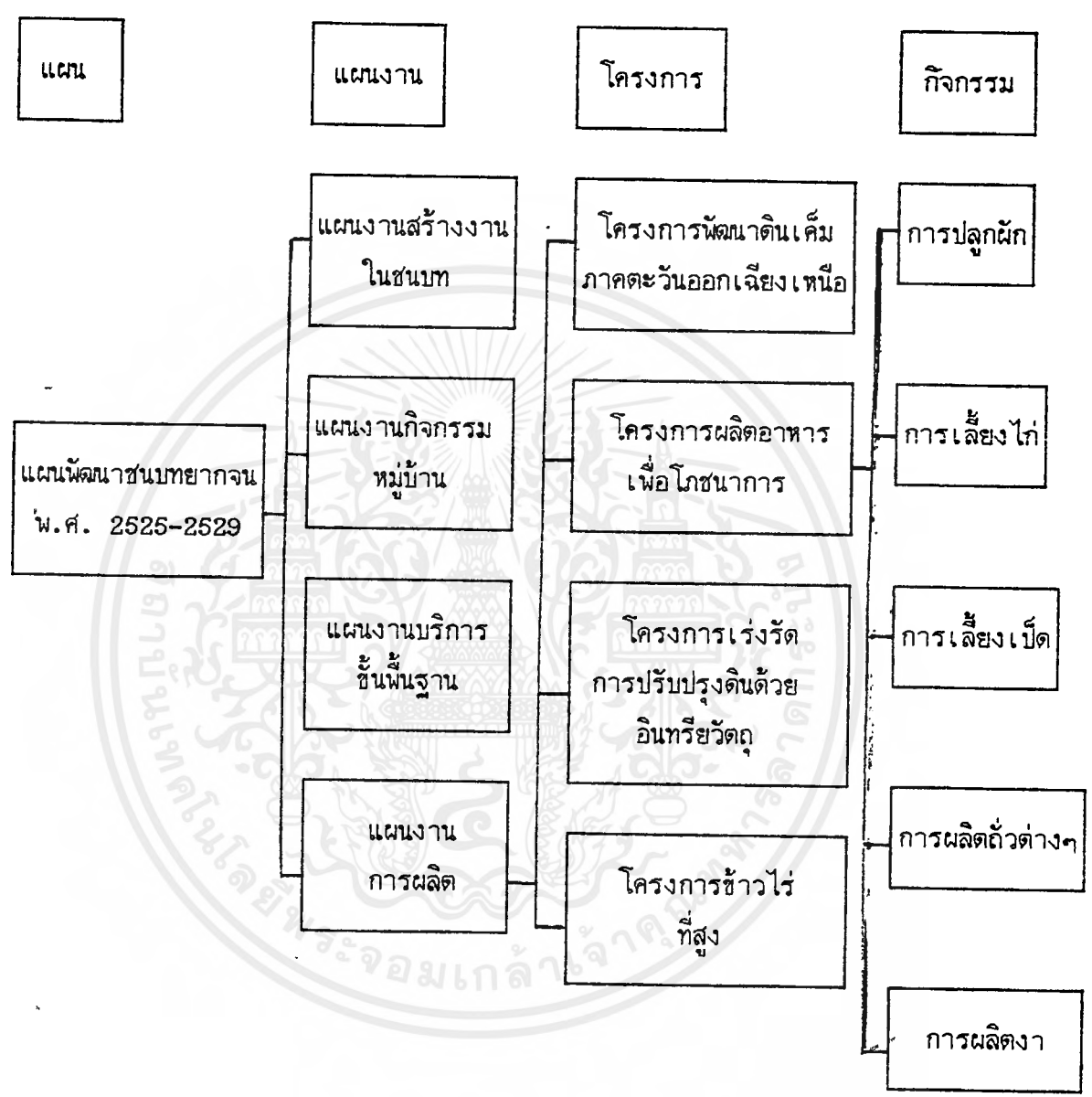
2.1.2. การวางแผนงานการส่งเสริมการเกษตร

แผนงาน (Program) มีความหมายเช่นเดียวกับคำว่าแผน เพียงแต่ระดับต่ำกว่า เช่น ในแผนพัฒนาชนบทยากจนจะประกอบด้วยหลายแผนงาน เช่น แผนงานสร้างงาน ในชนบท แผนงาน กิจกรรมหมู่บ้าน แผนงานบริการขั้นพื้นฐาน และแผนงานการผลิต เป็นต้น โครงการ (Project) มีความหมายเช่นเดียวกับ "แผน" และ "แผนงาน" ต่างกันแต่เป็นเพียงระดับย่อยกว่าแผนงาน หรือจะกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าโครงการนั้นแตกย่อยมาจากแผนงาน

กิจกรรม (Activity) เป็นการแตกย่อยลักษณะของโครงการออกเป็นส่วนๆ แต่ละส่วนคือกิจกรรมนั่นเอง ในบางหน่วยงานอาจจะเปลี่ยนจากคำว่ากิจกรรมเป็นโครงการย่อย

ในการอธิบายในเข้าใจในความหมายดังกล่าว อดีตักดิ์ ได้แสดงถึงระดับของแผน แผนงาน โครงการ และกิจกรรมไว้ดังนี้

ตารางที่ 2
ผังแสดงระดับของแผน



ประเภทแบ่งตามระยะเวลา ใช้ระยะเวลามาแยกประเภทของแผน ดังนี้

1. แผนระยะยาว (long-term plan หรือ long-range plan) เป็นแผนที่กำหนด ระยะเวลาดำเนินงานไว้ประมาณ 6-10 ปี เช่น การวางแผนด้านทหาร ด้านผังเมือง และการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ

2. แผนระยะปานกลาง (intermediate plan) เป็นแผนที่กำหนดระยะเวลาดำเนินงานไว้มากกว่า 2 ปี โดยปกติจะอยู่ในช่วงประมาณ 3-5 ปี เช่น แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ซึ่งมีระยะเวลา 5 ปี (ยกเว้นฉบับที่ 1)

แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 1 พ.ศ. 2504-2509

แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2510-2514

แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2515-2519

แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 4 พ.ศ. 2520-2524

แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 5 พ.ศ. 2525-2529

แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 6 พ.ศ. 2530-2534

แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 7 พ.ศ. 2534-2539

นอกจากนี้ยังมีแผนของหน่วยงานต่างๆ ของรัฐบาล รัฐวิสาหกิจ และเอกชน

3. แผนระยะสั้น (short-term plan หรือ short-range plan) หรือแผนประจำปี (annual plan) เป็นแผนที่กำหนดระยะเวลาดำเนินงานไว้ประมาณ 1-2 ปีเป็นแผนที่มักทำขึ้นโดยอาศัยกรอบหรือเค้าโครงจากแผนระยะปานกลางเป็นหลัก เช่น โครงการตามงบประมาณของหน่วยราชการต่างๆ ซึ่งเริ่มต้นในเดือนตุลาคมของทุกๆ ปี

ประเภทแบ่งตามชื่อและจุดมุ่งหมายของแผน

กรณีนี้จัดทำแผนโดยใช้ชื่อของงาน กิจกรรม จุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ของแผน ซึ่งมีชื่อแตกต่างกันไป เช่น แผนพัฒนาชนบท แผนพัฒนาการศึกษา แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม แผนพัฒนามหาวิทยาลัย แผนพัฒนาการเกษตร แผนพัฒนาอาชีวศึกษา แผนการวางผังเมือง

ประเภทแบ่งตามระดับ

เป็นการแบ่งประเภทของแผน โดยใช้ระบบการบริหารงานมาจัดระดับของแผน คือจัดตามเขตที่ตั้งของหน่วยบริหาร และจัดตามระดับสายการบังคับบัญชา

จัดตามเขตที่ตั้งของหน่วยบริหาร

1. แผนระดับชาติ เป็นแผนของชาติ ซึ่งกำหนดขึ้นโดยรัฐบาลของแต่ละประเทศ ซึ่งมีที่ทำการอยู่ในเมืองหลวง เช่น แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แผนการศึกษาแห่งชาติ แผนการพัฒนาชนบทแห่งชาติ ซึ่งถือว่าเป็นแผนในระดับสูงสุดสำหรับนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริหารประเทศโดยรัฐบาล

2. แผนระดับภาค เป็นแผนจัดทำขึ้นเฉพาะภาค เช่น แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ แผนพัฒนาระดับภาคอยู่ในความรับผิดชอบของศูนย์พัฒนาภาค

3. แผนระดับจังหวัด เป็นแผนของแต่ละจังหวัด เรียกว่า แผนพัฒนาจังหวัด อยู่ในความรับผิดชอบของคณะกรรมการพัฒนาจังหวัด (กพจ.) ซึ่งมีผู้ว่าราชการจังหวัดเป็นประธาน

4. แผนระดับอำเภอ เป็นแผนของแต่ละอำเภอ เรียกว่า แผนพัฒนาอำเภอ อยู่ในความรับผิดชอบของคณะกรรมการพัฒนาอำเภอ (กพอ.) ซึ่งมีนายอำเภอเป็นประธาน

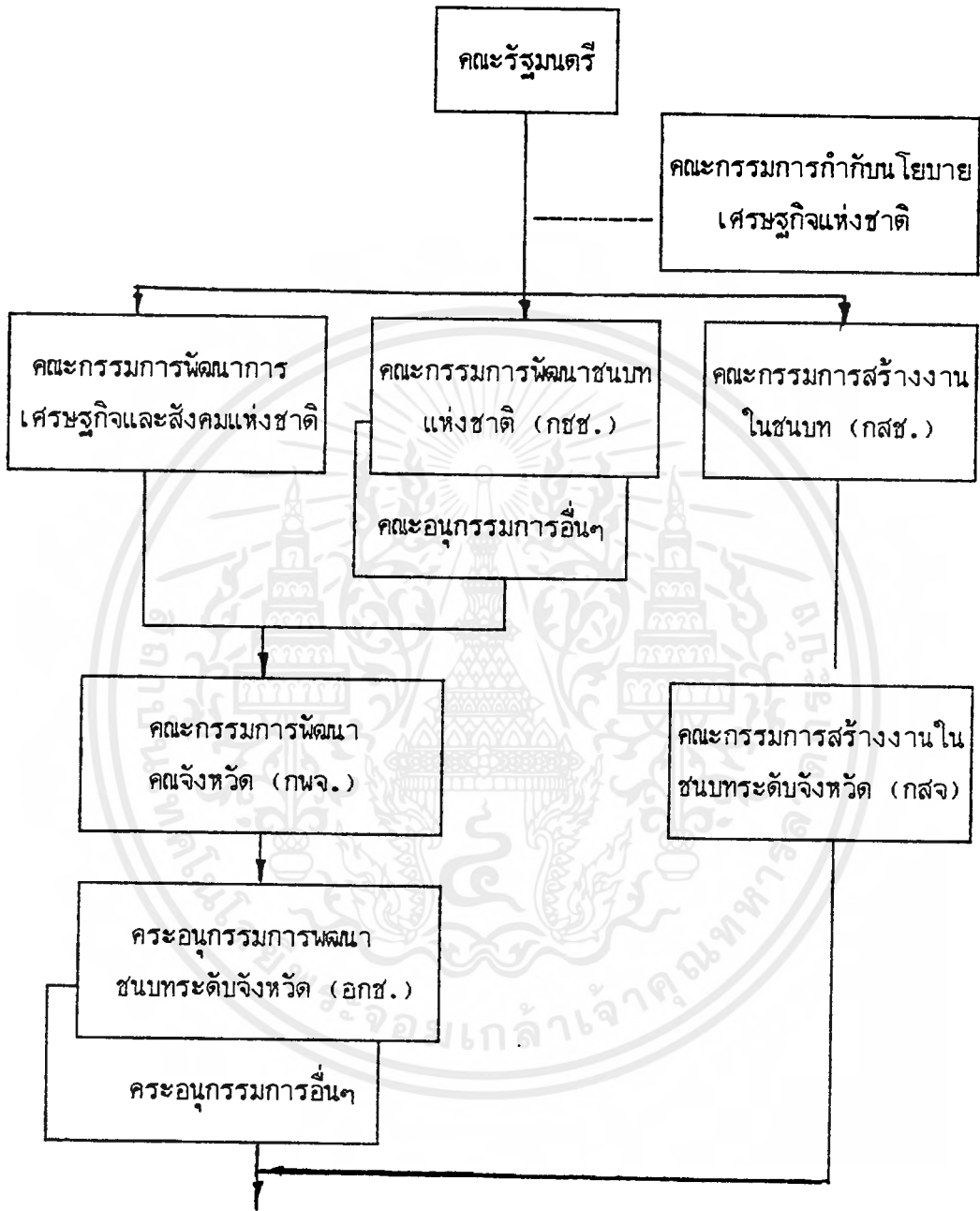
5. แผนระดับตำบล เป็นแผนของแต่ละตำบล เรียกว่า แผนพัฒนาตำบล ซึ่งมีความสำคัญ เพราะอยู่ในระดับล่างสุด ที่เข้าถึงชาวบ้าน หรือประชาชนอย่างแท้จริง แผนพัฒนาตำบลอยู่ในความรับผิดชอบของคณะกรรมการสภาตำบล (กสต.) ซึ่งมีกำนันเป็นประธาน ในการจัดทำแผนพัฒนาตำบล สภาตำบลได้รับความร่วมมือจากคณะกรรมการสนับสนุนการปฏิบัติงานพัฒนาชนบทระดับตำบล (คปต.)

ในการทำแผนพัฒนาการเกษตรจะมีขั้นตอนหลายขั้นตอน โดยมากจะเริ่มมาจากหน่วยงานระดับปฏิบัติและทำแผนส่งไปยังหน่วยงานระดับสูงกว่าเพื่อให้พิจารณาเมื่อเห็นชอบก็จะส่งต่อไปยังคณะรัฐมนตรีซึ่งจะมีคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติช่วยพิจารณาก่อนการลงก่อน และในการทำแผนดังกล่าวขั้นตอนของการทำก็มีความแตกต่างกันตามความเหมาะสมของสภาพการณ์จึงได้มีขั้นตอนของการทำแผนพัฒนาการเกษตร 2 ลักษณะ คือ ก่อนปี พ.ศ. 2522 ลักษณะหนึ่งและหลังจากปี 2522 อีกลักษณะหนึ่งดังภาพ

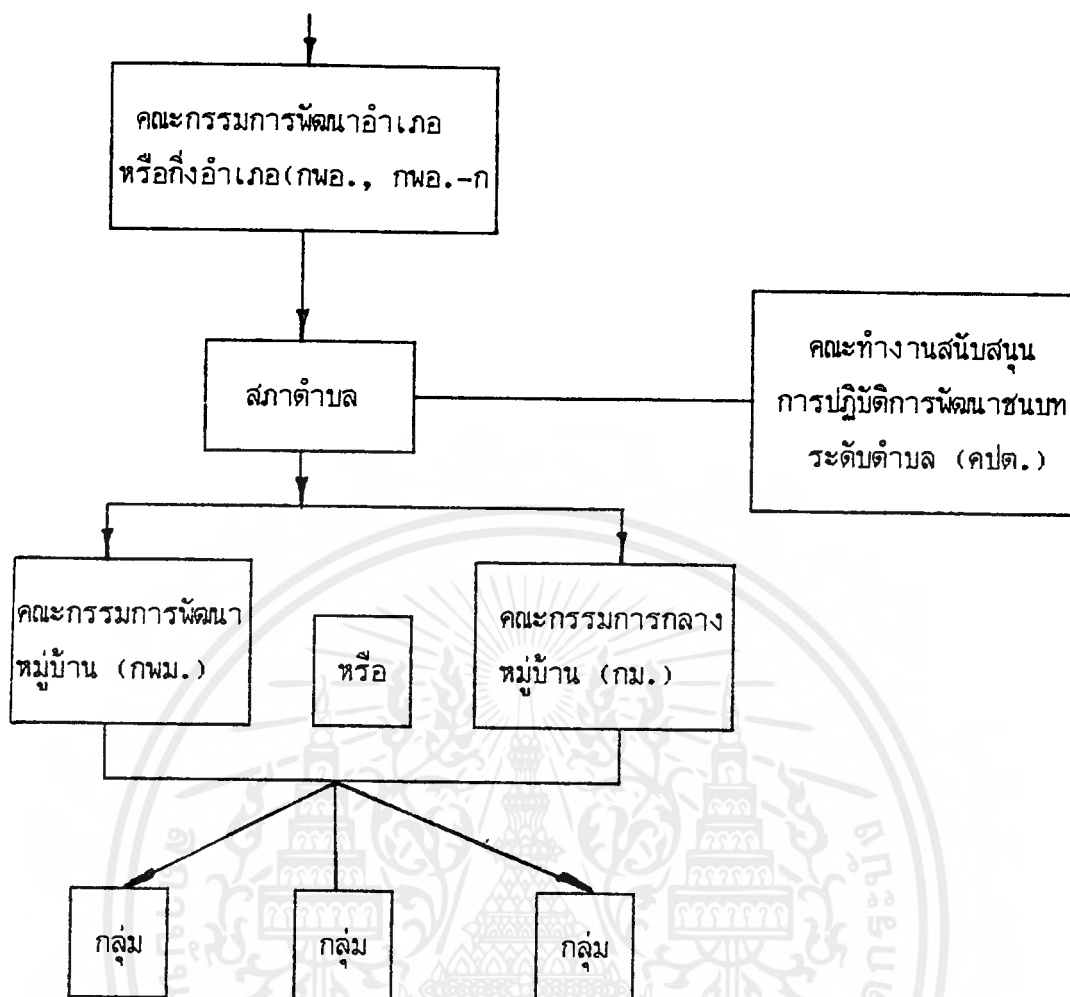
ในการวางแผนโดยทั่วไปจะมีหลักให้พิจารณาดังนี้

1. ต้องมีความคิดล่วงหน้าของผู้วางแผน
2. ต้องมีการพิจารณาถึงสิ่งที่จะทำโดยรอบครอบ
3. คิดหาช่องทางแห่งความสำเร็จ
4. พิจารณานโยบาย เป้าหมาย และวัตถุประสงค์
5. พิจารณาวิธีการดำเนินงาน การติดตามและประเมินผลงาน

ตารางที่ 3
แสดง โครงสร้างการจัดระบบบริหารงานพัฒนาชนบท



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่มา : ศูนย์ประสานการพัฒนาชนบทแห่งชาติ, แผนพัฒนาชนบทพื้นที่ยากจนประจำปี 2527-2529

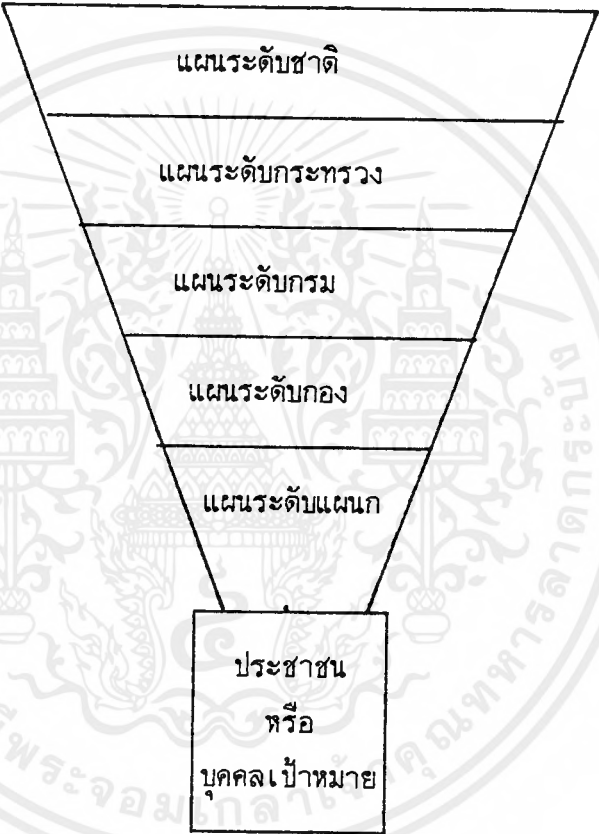
(กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ยูไนเต็ต โปรดักชั่นส์, พ.ศ. 2526), หน้า 8.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดตามระดับสายการบังคับบัญชา

หน่วยงานต่างๆ มีการจัดระบบบริหารภายในลดหลั่นกันไปตามระดับ และหน้าที่รับผิดชอบ มีแผนงานรับช่วงกันเป็นทอดๆ จากแผนใหญ่ไปสู่แผนเล็ก โครงการ หรืองานที่นำไปปฏิบัติได้สะดวก มีผลต่อบุคคลเป้าหมาย

ตารางที่ 4
ภาพแสดงการจัดตามระดับสายการบังคับบัญชา



2.1.3. งานส่งเสริมการเกษตร

งานส่งเสริมการเกษตร หรือเรียกโดยย่อว่า "งานส่งเสริม" จัดเป็นการให้การศึกษาเกระบบโรงเรียน (non-formal education) ซึ่งบุคคลเป้าหมายเรียนรู้จากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมโดยตรงหรือทางอื่นโดยการทดลองและปฏิบัติจริง ศาสตราจารย์ทำนอง สิงคาลวนิช³ กล่าวว่า

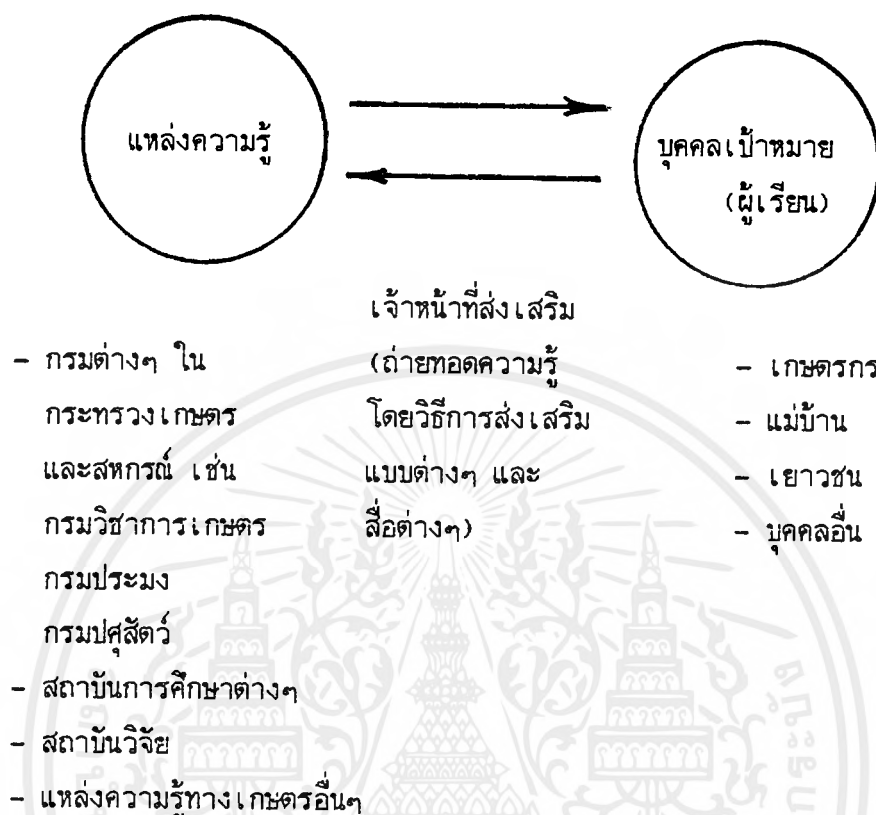
³ ทำนอง สิงคาลวนิช, ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการส่งเสริมการเกษตร (กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์เอเชีย, 2526), หน้า 147.

"งานส่งเสริม คือการบริการการศึกษาแบบเสริม หรือขยายออกไปสู่ประชาชนทั่วไป ให้ได้รับความรู้เพิ่มเติมให้สามารถประกอบอาชีพ และประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิตได้ทั้งครอบครัว"

ลินคอล์น เคลซี (Lincoln D. Keisey) กล่าวว่า "งานส่งเสริมเป็น การศึกษานอกระบบโรงเรียน ซึ่งผู้ใหญ่และเยาวชนเรียนโดยการปฏิบัติ เป็นงานที่ประสานร่วมมือกันระหว่างรัฐบาล สถาบันศึกษาทางเกษตร และประชาชน เพื่อให้การศึกษา และการบริหาร ที่สอดคล้องกับความต้องการของประชาชน วัตถุประสงค์ที่สำคัญของงานส่งเสริมก็เพื่อพัฒนาประชาชน"

งานส่งเสริมการเกษตรเป็นกระบวนการ เรียกว่า กระบวนการส่งเสริมการเกษตร (agricultural extension process) คล้ายๆ กับกระบวนการติดต่อสื่อสาร⁵ (communication process) คือ มีแหล่งความรู้ เช่น กรมต่างๆ ในกระทรวงเกษตร และสหกรณ์ สถาบันการศึกษา สถาบันวิจัย และแหล่งความรู้ทางเกษตรอื่นๆ มีเจ้าหน้าที่ส่งเสริมทำหน้าที่ถ่ายทอดข่าวสารและความรู้ต่างๆ (โดยวิธีการส่งเสริมและใช้สื่อชนิดต่างๆ) ไปยังจุดหมายปลายทาง คือผู้รับ ได้แก่ บุคคลเป้าหมายต่างๆ เช่น เกษตรกร แม่บ้าน เยาวชน หรือบุคคลอื่น ขณะเดียวกันก็รับฟังปัญหา ความคิดเห็นจากบุคคลเป้าหมายด้วย ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงกระบวนการส่งเสริมให้ได้ผลตามที่มุ่งหวัง

ตารางที่ 5
แสดงกระบวนการส่งเสริมการเกษตร⁴



2.1.4 บทบาทและหน้าที่ของผู้บริหารกรมส่งเสริมการเกษตร

ในการบริหารงานส่งเสริมการเกษตร ผู้บริหารทุกระดับตั้งแต่อธิบดี รองอธิบดี เลขาธิการกรม ผู้อำนวยการกอง ผู้อำนวยการสำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาค เกษตร จังหวัด และเกษตรอำเภอมีบทบาทและหน้าที่ดังที่กล่าวแล้วคือมีหน้าที่วางแผน จัดรูปงาน หรือองค์การ จัดหาทรัพยากรนิเทศ และควบคุมงาน คือทำการบริหารงานเป็นระบบซึ่ง การบังคับบัญชาที่กำหนดไว้ในโครงสร้างของหน่วยงาน

⁴ Lincoln D, Kelsey and Cannon C. Hearne, Cooperative Extension Work

(New York : Comstock Publishing Associates, 1963X, หน้า (1).

⁵ ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในบทที่ 4 (โสตทัศนูปกรณ์ในการส่งเสริมการเกษตร) เรื่อง บทบาทของโสตทัศนูปกรณ์ในกระบวนการติดต่อสื่อสารเชื่อมโยงติดต่อกัน ลดหลั่นลง มาเป็นระดับหรือสนับสนุนซึ่งกันและกันเป็นทอดๆ ตามสาย

การจัดรูปงานของกรมส่งเสริมการเกษตร

กรมส่งเสริมการเกษตรได้ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 21 ตุลาคม พ.ศ. 2510 ตามพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2510 โดยให้โอนบรรดากิจการ ทรัพย์สิน หนี้สิน ข้าราชการ ลูกจ้าง และเงินงบประมาณของสำนักงานปลัดกระทรวงเกษตร ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานส่งเสริมและเผยแพร่การเกษตร ของกรมกลีกรม-เฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานส่งเสริมและเผยแพร่การเกษตร งานปราบโรค งานปราบศัตรูพืช ของกรมการข้าว-เฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานส่งเสริมและเผยแพร่การเกษตร ไปเป็นของกรมส่งเสริมการเกษตร และตามพระราชบัญญัตินี้ ทำให้ทรัพย์สิน หนี้สิน ข้าราชการ ลูกจ้าง ของสำนักงานกลีกรมจังหวัดและสำนักงานข้าวจังหวัด ต้องร่วมกันไปสังกัดอยู่ในสำนักงานเกษตรจังหวัด และให้ขึ้นกับกรมส่งเสริมการเกษตร ซึ่งมีหน้าที่ความรับผิดชอบในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเร่งรัดผลผลิตของการเกษตร ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ตามนโยบายของรัฐบาล^๑

กรมส่งเสริมการเกษตร สังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มีอำนาจหน้าที่ตามพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2510 คือมีอำนาจหน้าที่เกี่ยวกับการเผยแพร่และการถ่ายทอดวิทยาการเกษตรแผนใหม่ที่เหมาะสมแก่เกษตรกร ตลอดจนการให้บริการต่างๆ เพื่อให้เกษตรกรสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพให้ตรงกับความต้องการของตลาด และยกระดับฐานะ และคุณภาพชีวิตของครัวเรือนเกษตรกรให้สูงขึ้นทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม

ภารกิจของกรมส่งเสริมการเกษตร ตามอำนาจหน้าที่ดังกล่าว มี 6 ประการ คือ

1. เสนอแนะแนวคิด และโอกาสในการประกอบอาชีพแก่เกษตรกรให้สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม การเมือง และอนุรักษ์ไว้ซึ่งสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติและชีวิต ฯลฯ
2. ถ่ายทอดเทคโนโลยีทางการเกษตรที่เหมาะสม โดยเป็นตัวกลางในการนำวิทยาการจากสถาบันวิจัยหรือแหล่งความรู้ต่างๆ มาปรับปรุงและเผยแพร่แก่ประชากรเป้าหมาย และรับปัญหาจากประชาชนในพื้นที่มาพิจารณาแก้ไข หรือถ่ายทอดไปสู่สถาบันวิจัยเพื่อหาแนวทางแก้ไขต่อไป

^๑ สำนักนายกรัฐมนตรี, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษ เล่ม 84 ตอนที่ 101, วันที่ 20 ตุลาคม 2510, หน้า 1.

3. ส่งเสริมให้มีการผลิตพืชอาหาร ให้เพียงพอกับความต้องการในท้องถิ่น พืชที่ทดแทนการนำเข้าและเพื่อการอุตสาหกรรมในประเทศ พืชที่เป็นสินค้าส่งออกและพืชเศรษฐกิจประจำท้องถิ่น โดยเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนการผลิต

4. ให้บริการ และสนับสนุนปัจจัยการผลิตบางประเภทแก่เกษตรกรในกรณีเกิดภาวะประสบภัยธรรมชาติ ศัตรูพืชระบาดรุนแรง จนเกษตรกรไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ เพื่อให้การผลิตของเกษตรกรและของประเทศเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

5. ส่งเสริมและสนับสนุนให้เกษตรกรมีการรวมตัวเป็นสถาบันเกษตรกรอันได้แก่ กลุ่มเกษตรกร กลุ่มแม่บ้านเกษตรกร กลุ่มเยาวชนเกษตร และกลุ่มกิจกรรม ซึ่งเป็นกลุ่มที่จัดตั้งขึ้นในระดับพื้นที่หรือในระดับตำบล (ก่อนการรวมกลุ่มเป็นสหกรณ์) เพื่อให้มีส่วนร่วมในการพิจารณาใช้เทคโนโลยีการผลิต และเป็นฐานในการจำหน่ายและกระจายรายได้อย่างยุติธรรม

6. ประสานงานกับหน่วยงานในสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในการเผยแพร่ความรู้ทางการผลิตพืช ปศุสัตว์ ประมง และป่าไม้ในระดับพื้นที่ปฏิบัติการ รวมทั้งประสานงานกับหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชนในการพัฒนาการเกษตร ในทุกๆ ด้าน เพื่อประโยชน์ของเกษตรกรและของประเทศชาติ

หลังจากการก่อตั้งกรมส่งเสริมการเกษตร โดยการรวมงานส่งเสริมและเผยแพร่การเกษตรจากสำนักงานปลัดกระทรวงเกษตร กรมกลีกรวม และกรมการข้าวแล้ว ในระยะต่อมาได้มีการปรับปรุงโครงสร้างและการบริหารงานตามความเหมาะสมในบางส่วน ปัจจุบันกรมส่งเสริมการเกษตรมีโครงสร้างและการแบ่งส่วนราชการบริหารงานดังนี้

ราชการบริหารส่วนกลาง

มีหน่วยงานระดับกอง 18 หน่วยงาน ได้แก่ สำนักงานเลขานุการกรม กองการเจ้าหน้าที่กองคลัง กองแผนงาน กองฝึกอบรม กองเกษตรสัมพันธ์ กองพัฒนาการบริหารงานเกษตร กองส่งเสริมพืชสวน กองส่งเสริมพืชไร่ นา กองส่งเสริมธุรกิจเกษตร กองขยายพันธุ์พืช กองป้องกันและกำจัดศัตรูพืช สำนักงานส่งเสริมการเกษตร 6 ภาค (ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคตะวันตก) นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานที่จัดตั้งขึ้นภายใน 2 หน่วยงาน คือ สถาบันพัฒนาและส่งเสริมปัจจัยการผลิต สถาบันเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อเกษตรกร

ในแต่ละหน่วยงานระดับกองที่กล่าวมา มีหน่วยงานย่อยภายในที่เรียกว่า ฝ่ายงาน หรือ กลุ่ม มีจำนวนแตกต่างกันไป

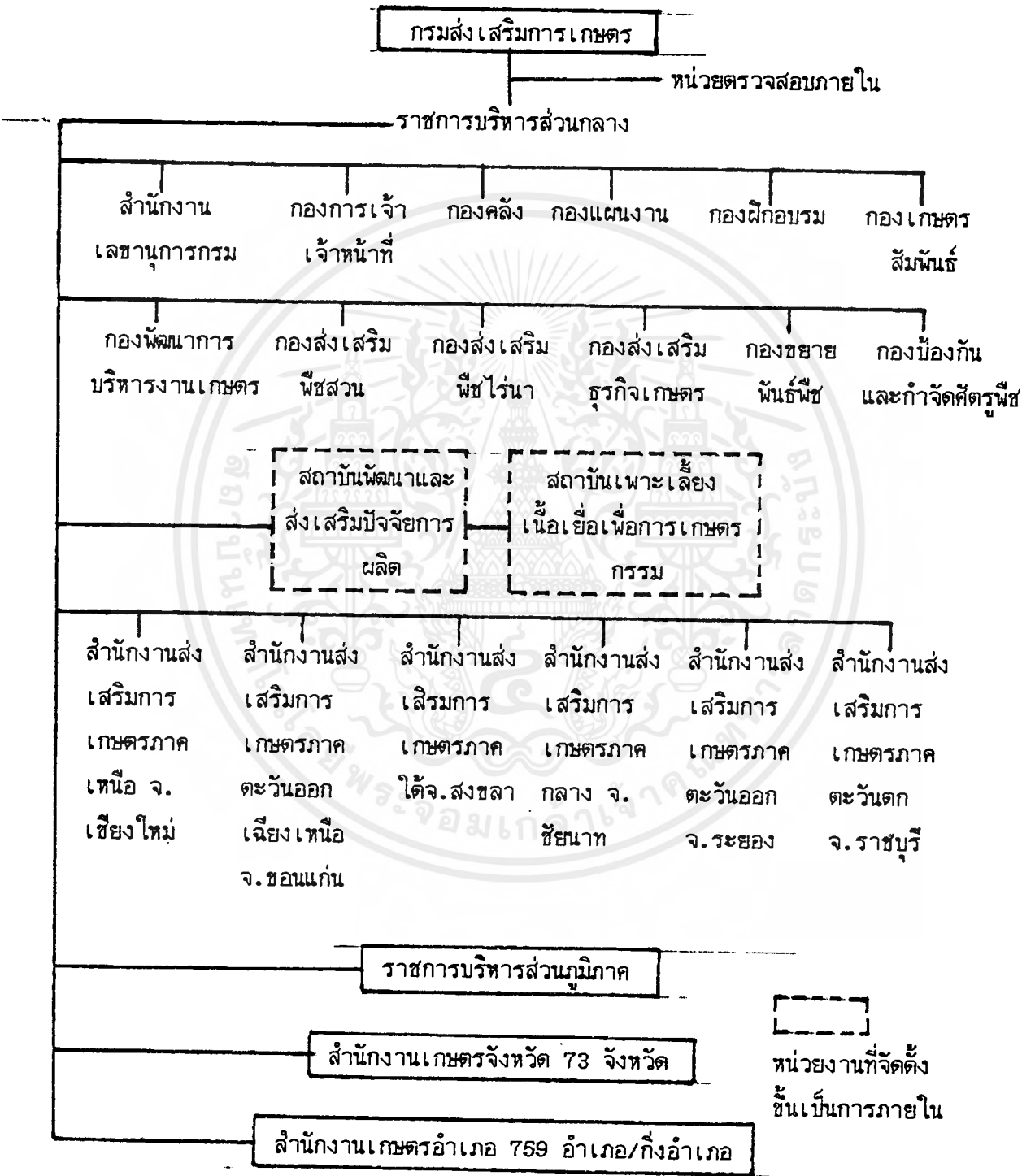
ด้านการบริหาร มีอธิบดีเป็นผู้บังคับบัญชาสูงสุดของกรม มีรองอธิบดีฝ่ายบริหาร รองอธิบดีฝ่ายวิชาการ และรองอธิบดีฝ่ายส่งเสริมและฝึกอบรม เป็นผู้ช่วย ส่วนในระดับกองมี เลขาธิการกรมเป็นผู้บังคับบัญชาสำนักงานเลขาธิการกรม ผู้อำนวยการกองเป็นผู้บังคับบัญชากองต่างๆ และผู้อำนวยการสำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาค เป็นผู้ควบคุมดูแลสำนักงานส่งเสริมการเกษตรในแต่ละภาค



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6
แสดงแผนภูมิการแบ่งส่วนการ

แผนภูมิการแบ่งส่วนราชการ



ที่มา : กองการเจ้าหน้าที่ กรมส่งเสริมการเกษตร, 2536 หน้า 206

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5. ปัจจัยสำคัญเพื่อการพัฒนาการเกษตร⁷ (ESSENTIALS FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT)

ในการพัฒนาการเกษตร มีปัจจัยสำคัญ 5 ประการที่ต้องพิจารณา คือ

2.1.5.1. ตลาดสำหรับผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งการพัฒนาการเกษตรจำเป็นต้องมีตลาดรองรับผลผลิตต่างๆ และราคาที่สูงเพียงพอที่จะทดแทนต้นทุนแรงงาน จะต้องเป็นผู้ซื้อ คือ ตลาดภายในประเทศและต่างประเทศ เพื่อให้ผลิตได้ตรงกับความต้องการของตลาด

2.1.5.2. การใช้เทคโนโลยีทางเกษตรที่เหมาะสม คือการใช้เทคนิคใหม่ๆ หรือวิธีการใหม่ๆ เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร นอกจากนี้ยังรวมถึงวิธีการต่างๆ ที่เกษตรกรพยายามใช้แรงงานและที่ดินให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2.1.5.3. การซื้อหาวัสดุและอุปกรณ์การเกษตรได้สะดวกในท้องถิ่น สิ่งเหล่านี้จำเป็นต้องมีความพร้อมและสะดวกที่จะซื้อหาในท้องถิ่น เพื่อสนองความต้องการของเกษตรกรอย่างเพียงพอ

2.1.5.4. สิ่งจูงใจสำหรับเกษตรกร ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญในการพัฒนาการเกษตร เพราะเป็นสิ่งจูงใจให้เกษตรกรยอมรับไปใช้

2.1.5.5. ความสะดวกในการขนส่ง คือความสะดวกในการขนส่งซึ่งเกษตรกรต้องอาศัยเส้นทางคมนาคมเพื่อออกไปซื้อหาวัสดุอุปกรณ์ และถือได้ว่าเป็นสิ่งจูงใจแก่เกษตรกรที่ช่วยลดต้นทุนในการผลิต และเพิ่มราคาให้กับผลผลิต

⁷ดร. บุญธรรม จิตต์อนันต์ , ส่งเสริมการเกษตร (กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2536).

2.2. ตลาดสินค้าเกษตรกรรมของไทย

ตลาด คือ การดำเนินการธุรกิจในการนำสินค้าและบริการให้เคลื่อนย้ายจากผู้ผลิตมายังผู้บริโภค เพื่อให้ถึงมือผู้บริโภคในเวลา สถานที่ รูปร่างที่ผู้บริโภคต้องการในราคาที่ผู้บริโภคปรารถนาจะซื้อหรือเป็นการเชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิตกับผู้บริโภคในระบบเศรษฐกิจแบบเลี้ยงตัวเอง

เมื่อพิจารณาถึงลักษณะกิจกรรมการตลาดผู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการตลาดโดยทั่วไปเรียกว่า "คนกลาง" ซึ่งหมายถึง นายหน้าและสถาบันต่างๆ ที่มีหน้าที่การตลาด

2.2.1. การวิเคราะห์สถาบันการตลาดสามารถแยกได้ดังนี้

คนกลาง คือ บุคคลที่เกี่ยวข้องในการซื้อขายสินค้าหรือบริการสินค้า ซึ่งดำเนินการธุรกิจของเขาอยู่ระหว่างผู้ผลิตกับผู้บริโภค ดังนี้ขบวนการต่างๆ เช่น แปรรูป การแปรรูป การขนส่ง ล้วนแล้วต้องอาศัยคนกลางทั้งสิ้น ซึ่งสามารถแบ่งคนกลางในตลาดได้เป็น

1. พ่อค้า (MERCHANTS) หมายถึงคนกลางที่ทำหน้าที่ซื้อขายและแลกเปลี่ยนสินค้าทั้งระดับขายปลีกและขายส่ง พ่อค้าจะทำหน้าที่รวบรวมสินค้าจากผู้ผลิตจากแหล่งผู้ผลิตไปจำหน่ายแก่ผู้บริโภค ยังรวมไปถึงสถาบันการเกษตร กลุ่มเกษตรกร และหน่วยงานต่างๆ ของรัฐ
2. ตัวแทนหรือนายหน้า ทำหน้าที่ติดต่อซื้อสินค้าระหว่างพ่อค้ารวบรวมท้องถิ่นกับพ่อค้าขายส่ง นายหน้าเป็นผู้แจ้งราคาซื้อขายในแต่ละวันให้แก่พ่อค้ารวบรวม ซึ่งผลตอบแทนจากการบริการไม่ต่ำกว่าร้อยละ 0.5 ของปริมาณหรือมูลค่าซื้อขาย
3. ผู้ให้บริการ คือ คนกลางที่ทำหน้าที่ให้บริการด้านการตลาดต่างๆ
4. พ่อค้าเก็งกำไร คือ คนกลางที่ทำธุรกิจซื้อขายโดยมุ่งหวังผลตอบแทนจากการเปลี่ยนราคาเป็นสำคัญ
5. สถาบัน คือ องค์กรต่างๆ ที่จัดตั้งขึ้นเพื่อทำหน้าที่ให้บริการอำนวยความสะดวกในด้านการตลาดต่างๆ ทางด้านการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความเคลื่อนไหวของราคา การส่งออก

การจัดองค์กรในตลาด

1. วิธีการตลาด คือ ช่องทางการเคลื่อนย้ายผลิตผลหรือสินค้าจากผู้ผลิตไปสู่ผู้บริโภค ทำหน้าที่บริการค้ำกับค่าใช้จ่าย
2. การรวมธุรกิจเข้าด้วยกัน คือการทำให้สามารถใช้ปัจจัยการผลิตทุกอย่าง ได้สมบูรณ์ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บุญจิต จิตาภิวัฒนกุล และลัดดา นิสาลบุตรกล่าวว่า¹ โดยทั่วไปแล้วสินค้าเกษตรจะมีวิธีการตลาดตามตลาดระดับต่างๆ ดังที่แสดงในรูปที่ (1) เช่นเกษตรกรอาจส่งผลผลิตไปตามวิถีตลาดตามตลาดระดับท้องที่และท้องถิ่นไปสู่ตลาดระดับขายปลีกแล้วส่งผู้บริโภครีโกล หรือเกษตรกรส่งผลผลิตเข้าสู่ตลาดระดับท้องที่และท้องถิ่นแล้วส่งผู้บริโภครีโกลโดยตรง ดังวิถี ก. ในรูปที่ (1) เกษตรกรอาจส่งผลผลิตไปตามระบบของสหกรณ์หรือสถาบันเกษตรกรเพื่อส่งผู้บริโภครีโกล ดังวิถี ง. ในรูปที่ (1) ก็ได้ ซึ่งสถาบันเหล่านี้อาจเริ่มตั้งแต่ในตลาดระดับท้องที่และท้องถิ่นขึ้นไป อย่างไรก็ตาม การที่สินค้าเกษตรจะส่งผ่านวิถีได้นั้น ย่อมขึ้นอยู่กับลักษณะสินค้าและสิ่งแวดล้อมของแหล่งผลิตนั้นๆ

สำหรับตลาดระดับต่างๆ ที่ได้แบ่งออกตามรูปที่ (1) โดยที่คำว่าตลาดนั้น หมายถึงสถานที่ซึ่งมีการซื้อขายหรือแลกเปลี่ยนสินค้านั้น จะอธิบายตลาดในระดับต่างๆ โดยสังเขปดังต่อไปนี้

ตลาดท้องที่ท้องถิ่น (Local assembly market) เป็นตลาดที่ใกล้เกษตรกรมากที่สุด โดยที่สินค้าเกษตรจะผ่านตลาดนี้เพื่อการรวบรวมเป็นอันดับแรก ซึ่งอาจจะมีการจัดหรือคัดเลือกคุณภาพต่างๆ บ้างเล็กน้อย หรือเก็บรักษาไว้บ้างเพื่อจัดส่งต่อไป ตลาดนี้อาจจะอยู่ตามหมู่บ้านหรือตำบล ซึ่งส่วนใหญ่จะมีปัญหาด้านการขนส่ง เพราะอยู่ห่างไกลชุมชนและการคมนาคมไม่สะดวกนัก ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสูง ซึ่งยังผลให้ราคาในตลาดท้องถิ่นต่ำกว่าราคาในตลาดท้องถิ่นและตลาดระดับอื่นมาก

การซื้อขายในตลาดนี้ส่วนใหญ่ดำเนินไปโดยการต่อรองระหว่างเกษตรกรกับพ่อค้าเป็นรายๆ โดยอาจทำได้ด้วยวิธีการเหมาเป็นไร่แล้วผู้ซื้อจะทำการเก็บเกี่ยว หรือซื้อขายตามน้ำหนักของสินค้า ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของสินค้านั้น การซื้อขายจะใช้ทั้งเงินสดและให้เครดิตล่วงหน้าแล้วชำระคืนในรูปผลผลิต พ่อค้าที่ทำการค้าขายอยู่ในตลาดนี้ส่วนใหญ่จะเป็นพ่อค้าท้องถิ่น (Local merchants) พ่อค้าเร่หรือพ่อค้าจร (Hawker merchants) และตัวแทน (Commission agents) เป็นต้น

¹บุญจิต จิตาภิวัฒนกุล และลัดดา นิสาลบุตร "แนวความคิดในเรื่องคนกลางและต้นทุนการตลาดสินค้าเกษตร"

ในเอกสารการสอนชุดวิชา ตลาดสินค้าเกษตรกับเศรษฐกิจของไทย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช กรุงเทพฯ :

บริษัทวิคตอรี เพาเวอร์พอยท์จำกัด 2526 หน้า 6-8

ตลาดกลางท้องถิ่น (Central assembly markets) ตลาดนี้จะห่างไกลจากเกษตรกรออกไป สินค้าเกษตรที่รวบรวมเข้าสู่ตลาดนี้จะมีปริมาณมากขึ้นและเริ่มมีการเพิ่มค่าของสินค้าโดยการเก็บรักษา ปรับปรุง และจัดชั้นคุณภาพหรือแปรรูปเป็นต้น ตลาดนี้ส่วนใหญ่จะเป็นศูนย์กลางของคมนาคมที่สำคัญของจังหวัด เช่นในอำเภอสำคัญต่างๆ ตลาดนี้จะต่างจากตลาดท้องถิ่นอย่างเห็นได้ชัดคือ ปริมาณและชนิดของสินค้าเกษตรที่ทำการซื้อขายมีมากกว่า พร้อมทั้งพ่อค้าจะมีหลักแหล่งที่แน่นอนกว่า และสะดวกในการติดต่อ เช่น อำเภอพยุหะคีรี ซึ่งเป็นตลาดกลางข้าวเปลือกในท้องถิ่น และอำเภอปากช่อง ซึ่งเป็นตลาดกลางข้าวโพดในท้องถิ่น เป็นต้น

ระบบการซื้อขายของตลาดกลางท้องถิ่น เริ่มทวีความซับซ้อนมากขึ้นกว่าตลาดท้องถิ่นการกำหนดราคาระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขายทั้งการซื้อขายรายวันและล่วงหน้า การแข่งขันระหว่างพ่อค้าในตลาดเดียวกันและตลาดอื่น และบทบาทของระบบธนาคารต่อพ่อค้าจะมีมากขึ้นพ่อค้าที่ทำธุรกิจอยู่ในตลาดนี้ได้แก่ พ่อค้าขายส่ง ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ พ่อค้าแปรรูปตัวแทนและสถาบันเกษตรกรต่างๆ ในบรรดาพ่อค้าดังกล่าวจะมีการค้าขายแบบเฉพาะสินค้าเกษตรชนิดเดียว หรือสองสามชนิดเท่านั้น โดยเฉพาะสินค้าที่มีปริมาณการผลิตมากเช่น ข้าวโพดและมันสำปะหลัง พ่อค้าจะทำการซื้อขายสินค้าชนิดนั้นๆ เพียงอย่างเดียว เป็นต้น

ตลาดกลางปลายทางหรือตลาดกลางขายส่ง (Terminal markets or center wholesale markets) ตลาดระดับนี้เป็นจุดหรือระดับสุดท้ายในการรวบรวมสินค้าเกษตร ซึ่งในระดับนี้จะมีการเก็บรักษามีการจัดคุณภาพขั้นสุดท้ายตามมาตรฐานที่รัฐจัดตั้งขึ้น หรือเป็นที่ยอมรับกันในวงการค้า การซื้อขายในตลาดระดับนี้จะดำเนินไปเพื่อนำไปสู่มือผู้บริโภคหรือโรงงานแปรรูปทั้งในประเทศและต่างประเทศ ลักษณะของตลาดปลายทางนี้จะตั้งอยู่ ณ จุดที่มีทั้งความสะดวกในด้านคมนาคมและการติดต่อ เช่น กรุงเทพมหานคร ด้วยเหตุนี้การซื้อขายในตลาดระดับนี้จึงสามารถกระทำได้โดยผู้ซื้อและผู้ขายไม่จำเป็นต้องพบหน้ากัน

กลไกของตลาดระดับนี้จะซับซ้อนมากที่สุด เมื่อเทียบกับตลาดในระดับอื่นๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว การกำหนดราคาจะเป็นไปได้หลายรูปแบบ และปัจจัยของการกำหนดราคาจะคลุมถึงปัจจัยทางเศรษฐกิจและการเมือง ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ระบบการเงินที่ซับซ้อนทั้งภายในประเทศและระหว่างประเทศ เป็นกลไกที่ขาดเสียมิได้ในการดำเนินธุรกิจ บรรดาพ่อค้านักธุรกิจ ได้แก่ นายหน้า พ่อค้าขายส่ง พ่อค้าเก็งกำไร พ่อค้าส่งออก พ่อค้าให้บริการ พ่อค้าโรงงานแปรรูป และสถาบันหรือองค์กรของรัฐบาล เป็นต้น

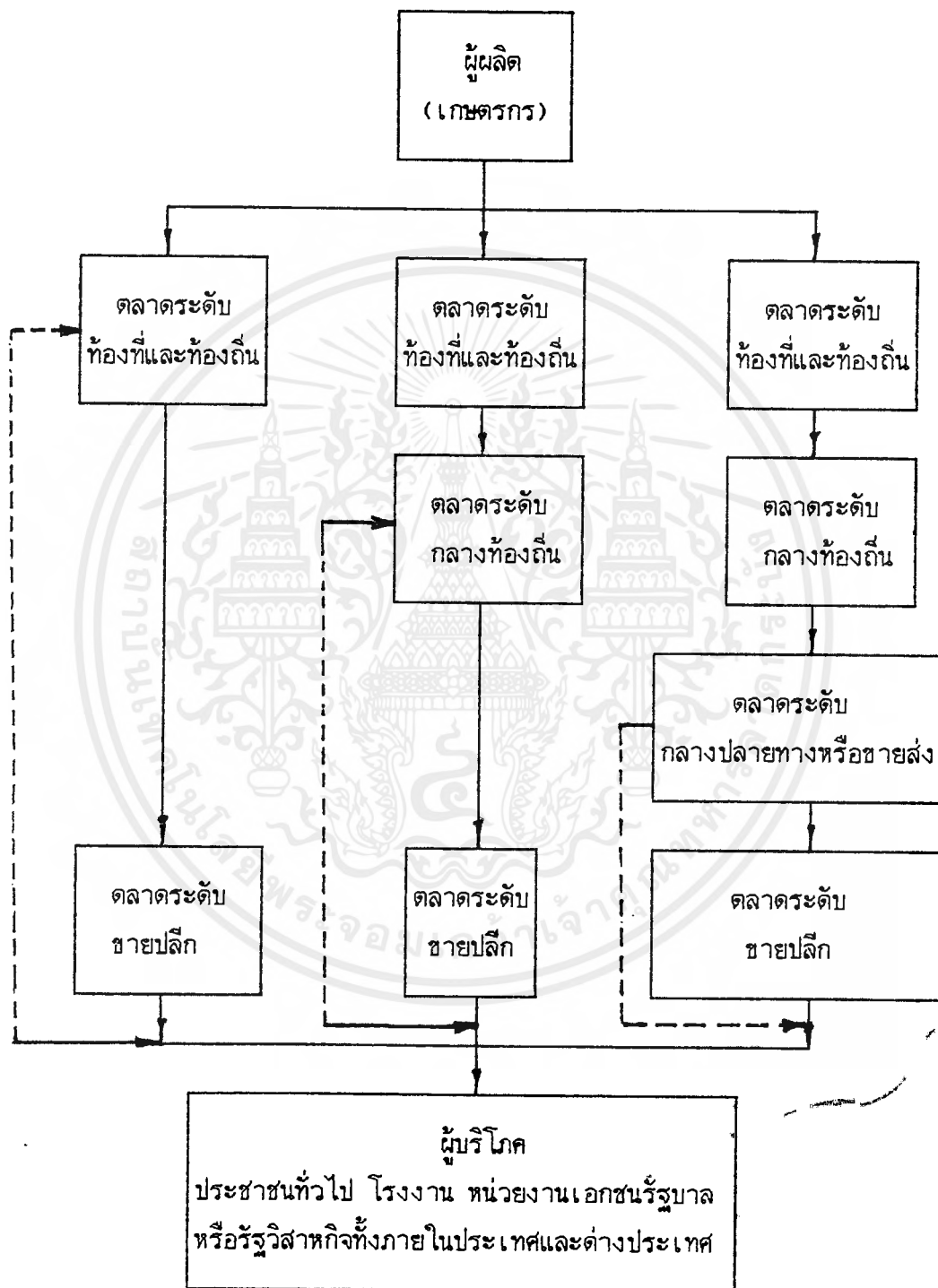
ตลาดขายปลีก (Retail markets) เป็นตลาดที่มีการขายสินค้าสู่มือผู้บริโภค หรือเป็นตลาดที่ใกล้กับผู้บริโภคมากที่สุด และขายสินค้าเกษตรทั้งที่เป็นสินค้าสดที่ไม่ได้ผ่านการแปรรูปแล้ว ตลาดระดับนี้จะเป็นตลาดที่เราทุกคนซื้อข้าวปลาอาหารประจำวัน หรือเป็นตลาดนัดที่จัดขึ้นตามเวลาและสถานที่ที่ได้กำหนดไว้ อย่างไรก็ตามการจัดให้ตลาดขายปลีกอยู่ในตลาดขายปลีกอยู่ในตลาดสินค้าเกษตรระดับต่างๆ ก็เพื่อที่จะให้ครบวิธีการตลาดนั่นเอง ทั้งนี้โดยความเป็นจริงแล้ว ตลาดสินค้าเกษตรระดับต่างๆ นั้นจะมีตลาดขายปลีกอยู่ด้วย เพราะในแต่ละระดับตลาดย่อมมีการขายปลีกให้แก่ผู้บริโภคโดยตรง



ตารางที่ 7

แสดงวิธีการตลาดทั้ง 4 ระดับจะเป็นตามรูปต่อไปนี้ (รูปที่ 1)

วิธีการตลาดทั้ง 4 ระดับจะเป็นตามรูปต่อไปนี้



ที่มา : เอกสารการสอนของวิชาตลาดสินค้าเกษตรกรรมกับเศรษฐกิจของไทย

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช หน้า 7

2.3. นโยบายและแนวทางการส่งเสริมการเกษตร

จากการประกาศใช้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) แล้วนั้น ปี 2535 นับเป็นปีแรกที่หน่วยงานต่างๆ จะเริ่มดำเนินการตามแนวทางพัฒนาที่กำหนดไว้ในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 7 กรมส่งเสริมการเกษตรจึงได้กำหนดนโยบายและแนวทางการส่งเสริมการเกษตร

2.3.1. นโยบายและแนวทางการส่งเสริมการเกษตรปี 2535¹

ปี 2535 เป็นปีแรกของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 ที่ดำเนินต่อจากฉบับที่ 6 โดยเน้นโครงสร้างการผลิตทางการเกษตร การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและปรับปรุงคุณภาพสินค้า การเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตร การสนับสนุนให้เกษตรกรรู้จักวางแผนการผลิต การเพิ่มรายได้นอกการเกษตรแก่เกษตรกร โดยมีเป้าหมายที่จะรักษาอัตราการขยายตัวของภาคเกษตร ยกระดับรายได้ของเกษตรกรและสนับสนุนให้เกิดความเป็นธรรมในการกระจายรายได้ พัฒนาคุณภาพชีวิตของเกษตรกร รวมทั้งอนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติ ดังนั้นจึงได้กำหนดแนวทางการดำเนินงานการเกษตร ปี 2535 ขึ้น ดังนี้

ด้านการพัฒนาประสิทธิภาพและปรับโครงสร้างการผลิต

1. ส่งเสริมให้เกษตรกรปรับปรุงระบบการปลูกพืชและระบบไร่นาสวนผสม
2. ปรับปรุงระบบการผลิตทางการเกษตรให้เป็นการผลิตเชิงธุรกิจ โดยเน้นพืชส่งออก พืชอุตสาหกรรม และพืชจำหน่ายในท้องถิ่น
3. กำหนดแหล่งส่งเสริมการปลูกพืชเศรษฐกิจให้เหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่ และความต้องการของตลาด
4. สนับสนุนความคิดริเริ่ม และการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการปรับเปลี่ยนการผลิต โดยให้ความรู้ทางการผลิตสินค้าเกษตรและข่าวสาร
5. การวางแผนการใช้ที่ดิน และน้ำในเขตชลประทาน ให้เป็นระบบ
6. ส่งเสริมการเพาะปลูกให้เหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่และนำไปสู่ความรู้แก่เกษตรกรในการเลือกใช้นวัตกรรม

¹กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, นโยบายและแนวทางการส่งเสริมการเกษตร (กรุงเทพฯ : พิมพ์เผยแพร่เอกสารคำแนะนำ , พ.ศ. 2535), หน้า 1-12

7. เร่งรัดงานวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชและสนับสนุนการวิจัยเกี่ยวกับวิธีการใหม่ๆ ในการขยายพันธุ์พืช

8. ส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตปุ๋ยอินทรีย์ หรือปุ๋ยหมักเพื่อใช้ในการเพาะปลูก

9. แนะนำและถ่ายทอดความรู้ในการใช้ปัจจัยการผลิตให้ถูกต้องและคุ้มค่าการลงทุน

10. ส่งเสริมการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและปรับปรุงคุณภาพสินค้าให้ตรงตามความต้องการของตลาด

ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลตอบแทน การใช้เครื่องจักรกลการเกษตรในเชิงเศรษฐกิจ

ให้ความรู้ด้านการใช้เครื่องจักรกลและเครื่องทุ่นแรงทางการเกษตรแก่เกษตรกร โดยการจัดฝึกอบรม การสาธิต และเผยแพร่ผ่านสื่อต่างๆ

ส่งเสริมให้เกษตรกรรวมกลุ่ม เพื่อให้ได้มาซึ่งเครื่องจักรกลการเกษตร และร่วมกันใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่

11. ส่งเสริมการพัฒนารูปแบบและวิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

12. เผยแพร่ข่าวสารการตลาดที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของสินค้าเกษตรแก่เกษตรกรอย่างทั่วถึง และทันต่อเหตุการณ์

ด้านการเพิ่มรายได้และทรัพย์สิน

1. การส่งเสริมสถาบันเกษตรกรให้มีการดำเนินงานธุรกิจเกษตร

ส่งเสริมการดำเนินงานระหว่างเกษตรกรและผู้ผลิตสินค้า

ส่งเสริมให้เกษตรกรและสถาบันเกษตรกรทำการเกษตรในลักษณะตลาดข้อตกลง

สนับสนุนให้มีตลาดกลางสำหรับสินค้าเกษตร เพื่อลดขั้นตอนการตลาด

2. การพัฒนาสินค้าเกษตร

ให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องการผลิตสินค้าเกษตรให้มีคุณภาพ

ให้ความรู้แก่เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคต่างๆ

พัฒนาระบบข้อมูลข่าวสารการตลาดสินค้าเกษตร

ประสานงานระหว่างองค์กรเกษตรกรกับตลาดท้องถิ่นและโรงงานอุตสาหกรรม

3. การสนับสนุนการมีรายได้เสริม

ประสานงานกับหน่วยงานหรือองค์กรเอกชนที่เกี่ยวกับการฝึกอบรมอาชีพ

ประสานงานกับแหล่งสินเชื่อและจัดหาตลาด เพื่อสนับสนุนการดำเนินการตามกิจกรรมนอกฤดูการเกษตรของแต่ละท้องถิ่น

ด้านการพัฒนาคุณภาพชีวิต

1. การปรับปรุงคุณภาพการดำเนินงานของสถาบันเกษตรกร
2. การช่วยเหลือเกษตรกรรายย่อยและยากจน
3. สนับสนุนการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติที่เสื่อมโทรม

ด้านการฟื้นฟูการเกษตร

1. จัดทำแผนการผลิตของเกษตรกร
2. การสนับสนุนการผลิตตามแผนการผลิตของเกษตรกร

ด้านบริหารและพัฒนาการเกษตรและสหกรณ์

1. ปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารงานส่งเสริมการเกษตรให้ดียิ่งขึ้น
2. ปรับปรุงและพัฒนาระบบส่งเสริมการเกษตรให้มีประสิทธิภาพและเป็นเอกภาพ

2.3.2. นโยบายและแนวทางการส่งเสริมการเกษตรปี 2538²

นโยบายและแนวทางการส่งเสริมการเกษตรปี 2538 ยังคงต้องยึดถือนโยบายยุทธศาสตร์ และมาตรการส่งเสริมการเกษตร โดยกำหนดวัตถุประสงค์หลัก 4 ประการ คือ

1. เพื่อรักษาเสถียรภาพของการผลิตสาขาพืชให้มีอัตราขยายตัวร้อยละ 2.9
2. เพื่อกระจายรายได้และยกระดับรายได้ของเกษตรกรให้เพิ่มขึ้นร้อยละ 7
3. เพื่อพัฒนาคุณภาพสถาบันเกษตรกร
4. เพื่อสนับสนุนการอนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติ

²กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, นโยบายและแนวทางการส่งเสริมการเกษตร (กรุงเทพฯ : พิมพ์ฝ่ายเอกสารคำแนะนำ , พ.ศ. 2538), หน้า. 2 - 6

แนวทางการดำเนินงาน

กำหนดเขตและจดทะเบียนผู้ปลูกพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศ
จัดทำทางเลือกที่เหมาะสมให้กับเกษตรกรโดยการกระจายการผลิต
ส่งเสริมเกษตรกรจัดทำแผนการผลิตพืชที่ถาวรและให้ผลตอบแทนสูง
สนับสนุนปัจจัยการผลิตและเงินลงทุนดอกเบี้ยต่ำ
ส่งเสริมสนับสนุนการพัฒนาการเกษตรในพื้นที่ที่รัฐได้ลงทุนในการจัดโครงสร้างพื้นฐานทางการผลิตไว้ดีแล้วให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

ตัวอย่างโครงการที่สนับสนุน

โครงการปรับระบบการเกษตรในเขตชลประทานลุ่มน้ำเจ้าพระยา
โครงการปรับโครงสร้างและระบบการผลิตการเกษตร
โครงการเร่งรัดการผลิตรั้วใหม่เพื่อใช้ในภาคอุตสาหกรรม
โครงการพัฒนาการผลิตมันสำปะหลังเพื่อเพิ่มศักยภาพด้านการผลิตและการตลาด
งานส่งเสริมการผลิตพืชสวน
โครงการส่งเสริมและพัฒนาการผลิตพืชไร่ต่างๆ
นโยบายการสนับสนุนให้เกษตรกรมีความมั่นคงด้านราคาและรายได้
สนับสนุนปัจจัยการผลิตและเทคโนโลยีในพื้นที่ที่เกษตรกรมีปัญหาด้านการผลิต
พัฒนาการผลิตสินค้าเกษตรเพื่ออุตสาหกรรมแปรรูปเพื่อส่งออกในพื้นที่มีศักยภาพ
จัดหาตลาดและดำเนินการลักษณะครบวงจร ในแหล่งที่มีศักยภาพ

แนวทางการดำเนินงาน

ส่งเสริมเอาใจใส่เป็นพิเศษแก่เกษตรกรผู้มีรายได้น้อย โดยช่วยแนะนำสู่ทางการตลาดรวมทั้งสนับสนุนเทคโนโลยี ปัจจัยการผลิตที่จำเป็นและโอกาสในการลงทุนทั้งด้านการผลิตทางการเกษตร การแปรรูป อุตสาหกรรมขนาดย่อมและธุรกิจเกษตร
วิเคราะห์สถานการณ์ด้านการตลาดของสินค้าเกษตรหลัก ทั้งภายในและต่างประเทศ

สนับสนุนการรวมตัวเป็นกลุ่มเพื่อเป็นกลไกด้านวิชาการและการดำเนินธุรกิจ ปรับปรุงคุณภาพผลผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด และปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต โดยถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสม ลดต้นทุนการผลิต ส่งเสริมการใช้จักรกลไถนา

ส่งเสริมการผลิตเพื่อป้อนโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร
สนับสนุนการดำเนินธุรกิจเกษตรในลักษณะของตลาดกลางและตลาดข้อตกลงล่วงหน้า

นโยบายการส่งเสริมสถาบันเกษตรกรและพัฒนาคุณภาพชีวิตของเกษตรกรและสิ่งแวดล้อม

เพื่อพัฒนาให้สถาบันเกษตรกรมีความเข้มแข็งสามารถเป็นแกนกลางในการพัฒนาการเกษตรให้เป็นประโยชน์แก่สมาชิกอย่างจริงจัง โดยมีเป้าหมายการดำเนินงานภายใต้นโยบายนี้ ดังนี้

กลุ่มเกษตรกร

กลุ่มแม่บ้านเกษตรกร/สตรีเกษตรกร

กลุ่มยุวเกษตรกร และเยาวชนเกษตร

กลุ่มส่งเสริมการเกษตร

เกษตรกรก้าวหน้า

นโยบายการพัฒนาระบบบริหารงานส่งเสริมการเกษตร

เพื่อปรับระบบบริหารงานส่งเสริมการเกษตรให้มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยมีเป้าหมายการดำเนินงานภายใต้นโยบายนี้ดังนี้

ส่วนราชการในสังกัดกรมส่งเสริมการเกษตร

ระบบงานส่งเสริมการเกษตร

บุคลากรในสังกัดกรมส่งเสริมการเกษตร

แนวทางการดำเนินงาน มีดังนี้

กระจายอำนาจการบริหารงานส่งเสริมการเกษตรไปสู่ภูมิภาคอย่างเป็นระบบ ให้มีการจัดสรรและใช้กำลังคนอย่างเหมาะสม รวมทั้งให้มีการพัฒนาคุณภาพของบุคลากรให้สามารถปฏิบัติงานในหน้าที่อย่างมีประสิทธิภาพ

สนับสนุนบุคลากรให้ดำเนินงานส่งเสริมการเกษตรตามระบบที่วางไว้
โดยสนับสนุนความดีความชอบและขวัญกำลังใจด้วยความเป็นธรรม

ให้มีการจัดทำแนวทางการพัฒนาการเกษตรในระดับจังหวัด อำเภอ ตำบล
และหมู่บ้าน

สนับสนุนให้นำเอาเทคนิค วิธีการบริหารอุปกรณ์ที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพ
มาช่วยอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน

ปรับปรุงวิธีการจัดเก็บข้อมูลให้ถูกต้อง โดยปฏิบัติตามคำแนะนำและขั้นตอน
ในคู่มือการจัดเก็บ

ให้มีการติดตาม ประเมินผลงานส่งเสริมการเกษตรอย่างเป็นระบบและ
สอดคล้องต่อเนื่องกันตั้งแต่ระดับ กรม ภาค และจังหวัด

2.4. ละหุ่ง (CASTOR)

2.4.1. ประวัติและถิ่นกำเนิด¹

ละหุ่งเป็นพืชเมืองร้อนและเข้าใจว่ามีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศเอธิโอเปีย
เพราะพบว่าพืชนี้ขึ้นอยู่กระจัดกระจายทั่วไปในแอฟริกาตะวันออก โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน
ประเทศเอธิโอเปีย ซึ่งทั้ง De Candolle และ Vavilov ก็เห็นสอดคล้องกันว่าประ
เทศเอธิโอเปียน่าจะเป็นถิ่นกำเนิดดั้งเดิมของละหุ่ง เพราะพบละหุ่งชนิดที่มีเมล็ดเล็กอยู่
ทั่วไปแถบลุ่มแม่น้ำ Nile และ Ethiopia อย่างไรก็ตามจากข้อมูลที่มีอยู่ทำให้หลายคน
เข้าใจว่ามีการนำพืชนี้มาใช้ประโยชน์ในแถบทวีปเอเชียตะวันตกเฉียงใต้ ทั้งนี้เพราะว่าได้
มีหลักฐานที่พบทั่วไปในบริเวณดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณ Jarmo ซึ่งอยู่แถบภูเขา
Zagros ในประเทศอิรักเดี่ยวนี้นี้ซึ่งมีอายุประมาณ 6,000 ปีก่อนคริสตกาล ดังนั้นแถบนี้จึง
น่าจะมีการรู้จักใช้ประโยชน์จากละหุ่งในการใช้รักษาโรคมาก่อนที่อื่น และนับว่าเป็นบริเวณ
หนึ่งที่มีชุมชนอาศัยอยู่เก่าแก่ที่สุดในโลกแห่งหนึ่งซึ่งมีอายุประมาณ 9,000 ปี

การใช้ประโยชน์จากละหุ่งก็มีหลักฐานพบในหลุมฝังศพในประเทศอียิปต์ ซึ่งมีอายุ
3,000-4,000 ปีก่อนคริสตกาล และหลักฐานการใช้น้ำมันละหุ่งในสมัยหลังๆ ก็ปรากฏเช่น
เดียวกัน คือการใช้น้ำมันละหุ่งในการให้แสงสว่างของชาวอียิปต์โบราณ และวิธีการบีบ
เอาน้ำมันละหุ่งจากเมล็ด ซึ่งวิธีบีบน้ำมันนี้จะบดเมล็ดก่อนแล้วนำเมล็ดที่บดนี้มาใส่ตะกร้า
แล้วบีบเอาน้ำมันออกมา ซึ่งวิธีนี้ก็ยังคงใช้กันอยู่ในบางประเทศจนกระทั่งทุกวันนี้

¹ดูลิต ศิริพงษ์, พืชเศรษฐกิจ เล่ม 2, พิมพ์ครั้งที่ 4 (กรุงเทพฯ : พิมพ์สำนัก
เอกสาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525) หน้า 634-636

ถึงแม้ว่าชาวอียิปต์รู้จักใช้น้ำมันละหุ่งในการทำยา เครื่องสำอาง และให้แสงสว่างมานานจนกระทั่งถึงเมื่อต้นคริสต์ศตวรรษก็ตาม แต่ปัจจุบันก็มีการปลูกละหุ่งน้อยมากในประเทศนี้ ในประเทศอิสราเอลก็กล่าวถึงละหุ่งในภาษา Hebrew มาประมาณ 750 ปีก่อนคริสตกาล และปัจจุบันนี้อิสราเอลก็เป็นประเทศหนึ่งที่ผลิตละหุ่งลูกผสมเป็นการค้า

การกล่าวถึงละหุ่งในหนังสือของอินเดียชื่อ *Susruta Ayurveda* ซึ่งมีอายุประมาณ 2,000 ปีก่อนคริสตกาล จึงอาจเป็นไปได้ว่าละหุ่งมีถิ่นกำเนิดใน 2 แห่ง คือในประเทศอินเดียและเอธิโอเปีย ส่วนประเทศจีนก็มีการกล่าวถึงละหุ่งเช่นกันแต่เมื่อประมาณ 618-506 ปีมาแล้ว เข้าใจว่าถูกนำเข้าจากอินเดียมากกว่า

ประมาณกลางคริสต์ศตวรรษชาวอาหรับก็นำละหุ่งไปปลูกตามแหล่งต่างๆ ในขณะที่แผ่ขยายอาณาเขตไปยังแอฟริกาและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนในสมัยโรมันก็ได้มีการนำละหุ่งเข้าไปในประเทศจากประเทศอียิปต์และเปอร์เซีย จากนั้นก็กลายเป็นพืชที่ปลูกทั่วไปทางทิศตะวันออกซึ่งมีอากาศเหมาะสมต่อละหุ่ง ต่อมาชาวยุโรปก็นำละหุ่งไปยังทวีปอเมริกาและมีการนำเข้าไปยังอังกฤษด้วยในปี ค.ศ. 1540 ซึ่งในระยะนั้นใช้ปลูกเป็นไม้ประดับมากกว่า ต่อมาประมาณ ค.ศ. 1788 ก็มีการใช้น้ำมันละหุ่งทำยารักษาโรคต่างๆ ในประเทศอังกฤษ

ถึงแม้ในประเทศรัสเซียจะปลูกละหุ่งมานานหลายศตวรรษ แต่ก็ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากละหุ่งอย่างกว้างขวาง การปลูกละหุ่งในประเทศนี้เริ่มต้นเมื่อกลางศตวรรษที่ 19 แต่ก็อยู่ในวงจำกัด จนกระทั่งปี ค.ศ. 1945 จึงปลูกกันมากขึ้น เพื่อใช้ในการทำยาเป็นหลัก นอกจากนั้นก็ใช้เป็นไม้ร่มเงาและบังลม โดยเลือกชนิดที่มีขนาดสูงใหญ่

การแพร่กระจายของละหุ่งเข้าสู่ญี่ปุ่นโดยผ่านทางประเทศเกาหลี คงเกิดขึ้นหลังจากที่ละหุ่งเข้าไปยังประเทศรัสเซียแล้ว แต่การปลูกละหุ่งในประเทศญี่ปุ่นก็เพื่อใช้เป็นไม้ร่มเงาและไม้ประดับ ดังนั้นจึงเลือกใช้ประเภทใบที่มีสีสนับสวยงามมากกว่า

การแพร่กระจายของละหุ่งสู่ประเทศอเมริกา คิดว่าคงจะเป็นที่รู้จักกันในช่วงที่มีการค้าทาสจากทวีปแอฟริกา ซึ่งในระยะแรกก็ไม่ใช่ที่แพร่หลายมากนัก เพียงแต่บางคนเชื่อว่าใช้ป้องกันศัตรูพืชบางชนิดได้ จึงนำไปปลูกรอบต้นไม้หรือสวนครัว การปลูกละหุ่งอย่างจริงจังเพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรมเพิ่งมาเริ่มประมาณปี ค.ศ. 1850

คำว่า *castor* เป็นชื่อที่พ่อค้าชาวอังกฤษใช้เรียกละหุ่ง โดยเข้าใจผิดคิดว่าเป็นชนิดเดียวกับ *Vitax agnus-castus* ซึ่งเป็นพืชน้ำมันชนิดหนึ่ง ซึ่งชาวสเปนและชาวปอร์ตุเกสในประเทศจาไมกาเรียกว่า *agno-casto* ส่วนชื่อ *Ricinus* นั้นได้มาจากชาวโรมัน ซึ่งเห็นลักษณะของเมล็ดละหุ่งคล้ายกับเห็นสุนัขจึงเรียกทั้ง 2 อย่างเหมือนกันว่า *ricinus*

สำหรับละหุ่งที่ปลูกอยู่ในประเทศไทยยังไม่สามารถตรวจสอบหลักฐานได้ว่ามีการนำเข้าสู่ประเทศและมีการปลูกกันมาตั้งแต่เมื่อใด แต่การแพร่กระจายของละหุ่งเข้าสู่ประเทศไทยและอินโดนีเซียนั้นผ่านมาจากประเทศอินเดีย และพันธุ์ที่เกษตรกรใช้ปลูกกันทั่วไปทุกวันนี้เป็นประเภทเมล็ดใหญ่

2.4.2. แหล่งผลิตและที่มาของเมล็ดละหุ่ง

ละหุ่ง (CASTOR) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่ง อยู่ในตระกูล EUPHORBIACEAE และมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า RICINUS COMMUNIS 2 มีประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมหลายประเภท ทั้งที่เป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตหรือใช้เป็นสารเริ่มต้นในการสังเคราะห์สารอื่น เช่น ใช้ในอุตสาหกรรม เกล็ดมันต์ เป็นยาระบายอ่อนๆ ใช้เป็นส่วนผสมของยารักษาโรค เป็นส่วนผสมในน้ำมันเชื้อเพลิง ใช้ในอุตสาหกรรมพลาสติก น้ำมันหล่อลื่น ไนลอน หมึกพิมพ์ และวัตถุระเบิด เป็นต้น และเป็นน้ำมันหล่อลื่นที่คุณภาพดีที่สุดในโลกรวมไปถึงเครื่องสำอางด้วย ความจริงแล้วละหุ่งไม่ใช่พืชตระกูลถั่ว ละหุ่งไม่ใช่พืชที่เป็นอาหาร ไม่ว่าจะเป็นเมล็ดหรือน้ำมันที่สกัด แต่น้ำมันละหุ่งสามารถจะรับประทานได้หลังจากผ่านกรรมวิธี เพื่อทำลายสารพิษด้วยความร้อน ตัวอย่างเช่น น้ำมันละหุ่งที่ใช้ในการประกอบยา²

แหล่งผลิตละหุ่งที่สำคัญของโลก ได้แก่ ประเทศอินเดีย บราซิล รัสเซีย ไทย ปากีสถาน ฟิลิปปินส์ สาธารณรัฐประชาชนจีน และมารากัว ซึ่งการผลิตละหุ่งของโลกในปัจจุบันมีประมาณ 953,500 ตัน ส่วนการผลิตภายในประเทศมีผลผลิตเคลื่อนไหวอยู่ระหว่าง 3-4 หมื่นตัน แต่บางปี ก็ลดลงเนื่องจากสภาพแวดล้อม ดินฟ้าอากาศ ละหุ่งสามารถปลูกได้เกือบทุกภาคของประเทศ แหล่งปลูกเดิมได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ อุตรดิตถ์ พิษณุโลก ตาก แพร่ ชัยภูมิ นครราชสีมา เลย บุรีรัมย์ ขอนแก่น สุพรรณบุรี กาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ราชบุรี เพชรบุรี ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี และสระบุรี ส่วนจังหวัดที่มีแนวโน้มที่จะเป็นแหล่งปลูกใหม่ ได้แก่ จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี อุทัยธานี กำแพงเพชร ลำพูน สุโขทัย (กองแผนงานและโครงการพิเศษ กรมส่งเสริมการเกษตร ปี 2530 - 31)

² กรมวิชาการเกษตร , ละหุ่งลูกผสมพันธุ์ CH-3 (กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอกสาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2535), หน้า 1 - 2

การผลิตล้หู่ของประเทศไทยในอดีตที่ผ่านมา (เมล็ดล้หู่) ส่วนใหญ่จะส่งจำหน่ายต่างประเทศ คงเหลือใช้ภายในประเทศเพียงเล็กน้อย ตั้งแต่ปี พ.ศ.2522 เป็นต้นมาถึงปัจจุบัน ความต้องการใช้เมล็ดล้หู่ในประเทศไทยเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีโรงงานสกัดน้ำมันเริ่มก่อตั้งภายในประเทศมีรวม 8 โรง ซึ่งความต้องการเมล็ดล้หู่ของโรงงานสกัดน้ำมันภายในประเทศมีถึงปีละ 50,000 ตัน และสามารถขยายกำลังผลิตไปได้ถึง 100,000 ตัน แต่การผลิตเมล็ดล้หู่ในประเทศไทยปัจจุบันได้เพียงไม่เกิน 30,000 ตันต่อปี ซึ่งไม่เพียงพอับความต้องการของตลาด กำลังการผลิตรวมทั้งหมดของโรงงานสกัดน้ำมันทั้งหมด 17,806 เมตริกตัน ประเทศไทยเคยส่งเมล็ดล้หู่เป็นสินค้าออกอันดับหนึ่งของโลก ซึ่งประเทศไทยจัดเป็นผู้ผลิตล้หู่อันดับ 5 รองจากบราซิล อินเดีย รัสเซีย เนื่องจากประเทศผู้ผลิตรายใหญ่อื่นๆ ต่างก็มีโรงงานสกัดน้ำมันล้หู่ภายในประเทศ และมีมาตรการห้ามส่งเมล็ดล้หู่ออกนอกประเทศ อนุญาตให้ส่งออกเฉพาะน้ำมันล้หู่ วิธีการดังกล่าวนี้บ่ว่าก่อให้เกิดประโยชน์แก่ประเทศผู้ผลิตล้หู่ได้เอง ปัจจุบันทางรัฐบาลได้มีประกาศห้ามส่งเมล็ดล้หู่เป็นสินค้าออกตั้งแต่เดือนตุลาคม 2522 เป็นต้นมา ทั้งนี้เพื่อให้มีเมล็ดล้หู่สำหรับป้อนโรงงานสกัดน้ำมันภายในประเทศได้เพียงพอ

ตารางที่ 8
แสดงการปลูกล้หู่ในประเทศต่างๆ

บริเวณ	เนื้อที่ปลูก (เฮกแตร์)	ประเทศที่สำคัญ
เอเชีย	473,000	อินเดีย บังกลาเทศ ไทย
อเมริกาใต้	277,000	บราซิล ปอร์ตุเกส เอกวาดอร์
รัสเซีย	200,000	บริเวณตอนใต้ของประเทศที่ค่อนข้างชื้น
จีน	180,000	บริเวณค่อนข้างชื้น
แอฟริกา	96,000	เอธิโอเปีย ซูดาน
อเมริกาเหนือ	36,000	อเมริกา เม็กซิโก ไฮติ
ยุโรป	25,000	รูเมเนีย

* เขียนโดย R.E. Stafford, Research Leader, Agricultural Research Service, U.S. Dept. of Agriculture, in cooperation with Texas A & M University, Agricultural Research and Extension Center, Vernon,

Texas 76384 and B.E. Caldwell, Staff Scientist (Oil Seeds)
National Program Staff, Agricultural Research Service, U.S. Dept.
of Agriculture Beltsville, Maryland 20705.

ตารางที่ 9
รายชื่อโรงงานสกัดน้ำมันละหุ่ง

ลำดับที่		อัตราการผลิต (เมตริกตัน/ปี)
1.	บริษัทสยามน้ำมันละหุ่งจำกัด	สมุทรปราการ 17,520
2.	โรงงานสกัดน้ำมันพืชแผ่นนิ่มมงคล	สมุทรปราการ 100
3.	บริษัทนำเจริญอุตสาหกรรม จำกัด	สงขลา 50
4.	ทสจ. อุตสาหกรรมเกษตรผล	กทม. 32
5.	ทสจ. เล้าทองแสง	กทม. 60
6.	ข้าวฮัง	นครปฐม 12
7.	โรงงานเลี้ยงเงงเซ็ง	กทม. 10
8.	ธัญกิจ	ราชบุรี 2

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

ตามรายงานของ FAO ระบุว่าทั่วโลกผลิตละหุ่งได้ 3-4 แสนตันต่อปี ทวีปอเมริกา
ใต้โดยเฉพาะบราซิลผลิตละหุ่งได้มากที่สุด รองลงมาคือทวีปเอเชียโดยมีอินเดียผลิตได้สูง
สุดในทวีปนี้ ส่วนแหล่งผลิตละหุ่งภายในประเทศ มีปลูกทั่วทุกภาคของประเทศรวมเนื้อที่
ปลูกในจังหวัดดังกล่าวนี้คิดเป็นร้อยละ 82 ของเนื้อที่เพาะปลูกทั้งประเทศ

ตารางที่ 10
แสดงเนื้อที่เพาะปลูกละหุ่ง ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ ปี พ.ศ.
2520/21-2524/24

ปี	เนื้อที่เพาะปลูก (1,000 ไร่)	ผลผลิต (1,000 ตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)
2520/21	241	37.1	154
2521/22	271	37.3	137
2522/23	312	35.5	114
2523/24	264	34.5	131
2524/25	277.1	36.0	130

ที่มา : ศูนย์สถิติการเกษตรปีเพาะปลูก 2524/2525

ตารางที่ 11
แสดงเนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต ราคา และมูลค่าของผลผลิตที่
ขายได้ของละหุ่ง ปีเพาะปลูก 2521 ถึง 2530-31

ปีเพาะปลูก เริ่ม เมษายน	เนื้อที่เพาะปลูก 1,000 ไร่	ผลผลิต 1,000 ตัน	ผลผลิตเฉลี่ย ต่อไร่ กก.	ราคาเกษตรกร ขายได้ บาท/กก.	มูลค่าของผลผลิต ตามราคา เกษตรกรขายได้ ล้านบาท
2521-22	271.4	37.3	137	4.98	165.7
2522-23	311.5	35.5	114	5.39	191.5
2523-24	264.0	34.5	131	6.02	207.5
2524-25	277.1	36.0	130	5.73	206.1
2525-26	275.5	34.4	130	5.15	177.4
2526-27	267.5	34.5	129	5.90	203.6
2527-28	267.3	32.7	122	6.53	213.4
2528-29	272.5	25.4	93	11.17	283.7
2529-30	318.1	31.8	100	6.90	283.1
2530-31	263.4	28.7	109	5.33	153.0

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4.3. การแบ่งประเภทของละหุ่งทางพฤกษศาสตร์³

ละหุ่งเป็นพืชอยู่ในตระกูล Euphorbiaceae และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Ricinus communis L. โดย Linnaeus เป็นผู้รวบรวมพืชทั้งหมดไว้มีเพียง species เดียว คำว่า Ricinus เป็นภาษาลาตินแปลว่า dog tick หมายถึงตัวเห็บที่เกาะสุนัข ซึ่งโดยธรรมชาติผลละหุ่งมักเกิดเป็นกลุ่ม ๆ คล้าย ตัวเห็บที่เกาะอยู่กับสุนัข ส่วนคำว่า communis มาจากภาษาโรมันแปลว่าเกิดเป็นกลุ่มๆ เมื่อรวมความหมายของคำทั้งสองเข้าด้วยกันก็หมายถึงลักษณะของผลละหุ่งที่เกิดเป็นกลุ่มๆ นั่นเอง

ต่อมาเมื่อนักวิทยาศาสตร์หลายท่านพยายามจะแบ่งประเภทของละหุ่งจาก Linnaeus type ให้แตกแยกออกเป็น varieties โดยอาศัยความแตกต่างของเมล็ด ช่อดอก เป็นต้น แต่การแยกโดยวิธีนี้นักชีววิทยาไม่เห็นพ้องด้วย

ต่อมานักชีววิทยาชาวรัสเซีย G.M. Popova ได้เป็นผู้แบ่ง species communis ออกเป็น subspecies โดยอาศัยหลัก eco-geographical grouping ดังนี้
THE PERSIAN VARIETY (SUBSPECIES PERSICUS G. POPOVA)

พวกนี้มีลักษณะเด่นชัด 2 ลักษณะ คือ ช่อดอกยาวแคบเป็นรูปกรวยและเมล็ดกลมรี เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง แต่ส่วนมากผลของพวกนี้เมล็ดจะแตกกระจายออกเมื่อผลละหุ่งแห้ง

SUBSPECIES นี้มีลักษณะใกล้เคียงกันมากและโดยอาศัยความแตกต่าง MORPHOLOGY ได้แบ่งละหุ่งใน SUBSPECIES นี้ออกเป็น 4 TYPES คือ

TYPE I อายุประมาณ 85 - 100 วัน ช่อแน่นยาวและแคบ ผลมีหนาม มีการแตกกิ่งก้านสาขาไม่มาก ให้จำนวนผลมาก ฉะนั้นการปลูกควรปลูกให้ชิดกันมากที่สุด จะให้ผลผลิตสูง ใน TYPE นี้จัดเป็นละหุ่งที่ให้ผลผลิตสูงสุด

TYPE II อายุประมาณ 96 - 126 วัน มีขนาดลำต้นใหญ่ ใบใหญ่ ช่อดอกหนาทึบ ลำต้นมีทั้งที่มีขนและไม่มีขน มีกิ่งก้านสาขามาก

TYPE III อายุประมาณ 80 - 100 วัน ช่อดอกทลวม ผลมีหนามมีหนามเล็ก แตกกิ่งก้านสาขามาก ลำต้นมีขนหรือไม่มีขน

TYPE IV อายุประมาณ 95 - 130 วัน ช่อดอกทลวม จำนวนดอกน้อยมีดอกอยู่ที่ส่วนล่างและกลางช่อเท่านั้น กิ่งก้านสาขาน้อย แต่ขนาดลำต้นสูง 120-200 ซม.

THE CHINESE VARIETY (SUBSPECIES CHINENSIS G. POPOVA)

³วัชรินทร์ บุญวัฒน์ , พืชเศรษฐกิจ เล่ม 1 , พิมพ์ครั้งที่ 4 (กรุงเทพฯ : พิมพ์สำนักเอกสาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2525) หน้า 289-295

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUBSPECIES พบอยู่ทางตะวันตกของจีน และแมจูเรีย มีอายุ 75-97 วัน
ลักษณะช่อดอกสั้นทลวมแต่ใหญ่ ช่อดอกเป็นรูปกรวย เมล็ดกลมยาวสีเทา การแตกกิ่ง
ก้านสาขามาก อาจมีมากถึง 13 กิ่ง ให้ผลผลิตต่ำ มีอายุสั้น และผลเป็นแบบ
NON-SHATTERING

SUB-TYPE ของ SUBSPECIES นี้มีดังนี้

TYPE I ลำต้นมีไข ผลมีหนามอายุประมาณ 80-97 วัน ความสูงของต้น
90-150 เซนติเมตร จัดว่าเป็น TYPE ที่ให้ผลผลิตสูงสุด

TYPE II มีลักษณะคล้าย TYPE I ยกเว้นสีของลำต้นมีสีเขียวปนม่วง

TYPE III อายุประมาณ 77-85 วัน ลำต้นสีม่วง เปลือกของ CAPSULE

บาง

THE ZANZIBAR VARIETY (SUBSPECIES ZANZIBARINUS G. POPOVA)

SUBSPECIES นี้พบแถบ TROPICAL ในแอฟริกา อเมริกา และยุโรป บ่งชี้เป็น
ไม้ประดับมีเมล็ดรูปวงเหลี่ยม ช่อดอกทรงกระบอก ผลมีขนาดใหญ่ มีกิ่งก้านสาขามาก
ใบใหญ่

THE INDO-AFRICAN VARIETY

SUBSPECIES พบกระจายอยู่ทั่วไปทั้ง 4 ทวีป จะเป็นพันธุ์ละทุ่งประเภทนี้ประ
มาณ 88 % และมีคุณค่าทางการผสมพันธุ์มากที่สุด จะมีเมล็ดยาว CARUNCIE แฉบ ยัง
แบ่งออกเป็น SUB-TYPES ดังนี้

TYPE I พบใน AFRICA มีความสูงปานกลาง ลักษณะต้นเล็กบาง มีกิ่ง
ก้านสาขา ใบเล็ก ต้นสีเขียว ไม่มีไข ช่อดอกสั้นและทลวมมาก ผลมีหนาม และมีเมล็ดเล็ก

TYPE II อยู่แถบ TROPICAL จัดเป็นพวกที่มีอายุสั้น แต่กับพบทางภาค
เหนืออินเดียและทางใต้ของอัฟกานิสถานพวกนี้มีอายุสั้น ต้นขนาดใหญ่ ใบใหญ่ ต้นสีเขียว
หรือแดง อาจมีไขหรือไม่มีไข ช่อดอกมีขนาดปานกลาง ฐานช่อดอกใหญ่

TYPE III พบในอัฟกานิสถาน อิหร่าน และประเทศทางเมดิเตอร์เรเนียน
ตะวันออก

TYPE IV เป็นพวกที่มีขนาดและอายุปานกลาง ใน TYPE มีอายุแตกต่างกัน
ถึงแม้ว่าจะมีพันธุ์และชนิดของละทุ่งมากดังได้กล่าวมาแล้ว พันธุ์ละทุ่งในแต่ละ
Subspecies และ Sub-types สามารถผสมกันได้ทั้งสิ้น และมันยังมีการถ่ายทอดลักษณะ
ต่าง ๆ กันได้อย่างอิสระ เป็นการแสดงให้เห็นว่าละทุ่งพันธุ์ต่าง ๆ เหล่านี้น่าจะมาจาก
กลุ่มเดียวกันแล้วได้แพร่กระจายไปในถิ่นต่างๆ ในภายหลัง เมื่อกาลเวลาผ่านไปละทุ่งใน
แต่ละท้องถิ่นก็จะปรับสภาพของมันเองให้เข้ากับสภาพแวดล้อมจึงเกิดมีพันธุ์ละทุ่งแตกต่างกัน
ดังกล่าว

2.4.4.1. ธรรมชาติของละหุ่ง

ลักษณะโดยทั่วไปของละหุ่ง เป็นพืชที่มีขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ อาจสูงถึง 10-12 ม. ตามธรรมชาติมีอายุข้ามปี อาจมีอายุยืน 10 ปี ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสถานที่ปลูก

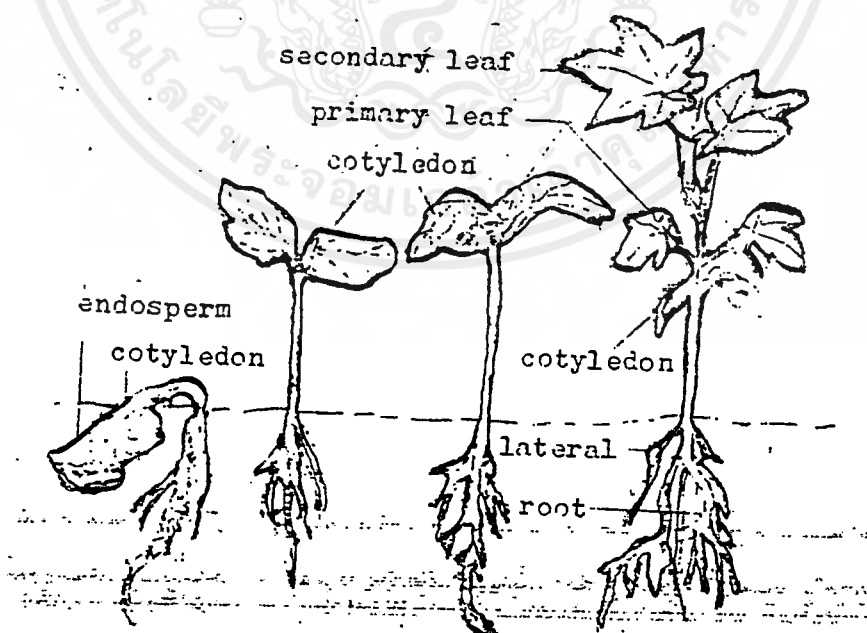
ต้นละหุ่งมีระบบรากแก้ว และมีรากแขนงขนาดใหญ่ที่แผ่ออกทางด้านข้างมีลำต้นตั้ง ทรงกลม และกลวง ผิวลำต้นเกลี้ยง มีสีเขียว แตง หรือม่วง ลำต้นแตกกิ่งก้าน ข้อสั้นหรือยาว ใบสีเขียว แตง หรือสีทอง มีขนาดใหญ่ อาจมีเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 60 ซม. เป็นจักใหญ่ 5-11 อัน ขอบใบเป็นจักเล็ก มีเส้นใบชัดเจน ก้านใบยาว การเกิดของใบตามข้อบนลำต้นหรือกิ่งจะเรียงสลับกัน ใบที่ 5 อยู่เหนือใบจริงคู่แรก (ข้อที่ 2) ตามลำต้น กิ่ง ก้านใบ หรือผิวใบ อาจมีหรือไม่มีขนสีขาวจับ ช่อดอกออกปลายกิ่ง ประกอบด้วยดอกเพศผู้อยู่ส่วนล่างและเพศเมียอยู่ส่วนบนอาจมีบางพันธุ์ที่มีดอกเพศเมียล้วน ดอกเพศผู้ไม่มีกลีบดอก แต่กลีบรองดอกห่อหุ้มเกสรเพศผู้สีเหลืองจำนวนมากไว้ภายใน ดอกเพศเมียซึ่งจะกลายเป็นฝักก็ไม่มีกลีบดอก มีส่วนประกอบส่วนล่างเป็นรังไข่ ตรงปลายเป็นปลายเกสรตัวเมียสีแดงหรือสีเหลืองหรือเขียวอมเหลือง 3 อัน ปลายเป็นแฉก หลังจากดอกเพศเมียถูกผสมจากละอองเกสรแล้ว รังไข่จะพัฒนาเป็นผล ซึ่งประกอบด้วย 3 เมล็ด ผลรูปร่างทรงกลม มีหนามหรือไม่มีหนาม เมล็ดรูปร่างทรงรูปไข่ หรือทรงเหลี่ยม แต่ปลายมน ปลายข้างหนึ่งมีส่วนยื่นออกมาเด่นชัดสำหรับเป็นทางน้ำซึมผ่านเข้า เมล็ดเรียกว่า caruncle เมล็ดผิวเรียบเป็นมัน ด้านหนึ่งแบน ส่วนอีกด้านหนึ่งนูน เมล็ดมีหลายสี ส่วนมากมีหลายขนาดแตกต่างกันตามพันธุ์ เปลือกเมล็ดบางและเปราะ ภายในประกอบด้วยอาหารสะสมสำหรับต้นอ่อน และมีน้ำมันเป็นองค์ประกอบที่สำคัญประมาณ 40-60 เปอร์เซ็นต์

2.4.4.2. ราก ใช้ระบบรากแก้ว หยั่งลึก 5-6 เมตร ซึ่งการหยั่งลึกของรากแก้วขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศและพันธุ์ ละหุ่งมีระยะต้นกล้าเปราะ ถ้าย้ายปลูกไม่ประสบผลสำเร็จ เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่รากจะหยั่งลึกลงในดินตามแนวตั้ง 3 เมตร รากที่แตกออกจากรากแขนงจะมีความยาวประมาณ 30-50 ซม.

ภาพที่ 12
ภาพแสดงต้นละหุ่ง



ภาพที่ 13
ภาพแสดงการงอกของเมล็ดละหุ่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4.3 ลำต้น

ลำต้นทรงกระบอก กลวงภายใน ลำต้นเกลี้ยงไม่มีขน เป็นผิววาว มี และไม่มีไขสีขาว (WAX หรือ BLOOM) ปกคลุม ลำต้นมีทั้งสีเขียวเคลือบ สีเขียวกับแดง สีแดงจนถึงสีม่วง ลำต้นมีข้อเป็นที่เกิดของใบ มีทั้งข้อถี่และห่าง จำนวนข้อตั้งแต่ 6-70 ข้อ ปลายกิ่งเป็นที่เกิดของช่อดอก

การแตกกิ่งก้านเป็นลักษณะของพันธุ์ บางชนิดแตกกิ่งมากน้อย ขึ้นอยู่กับ สภาพแวดล้อม ความห่างของข้อเรียกว่า ปล้อง ดังนั้นละหุ่งเดียวจึง ไม่มีสัมพันธ์กับจำนวน ข้อ ฤดูปลูกก็มีผลถึงจำนวนข้อของละหุ่งด้วย ซึ่งลักษณะเหล่านี้ก็แตกต่างกันตามสายพันธุ์

ไซที่ฉาบอยู่ตามลำต้นและส่วนต่างๆ มีประโยชน์และได้รับอิทธิพลของ สภาพแวดล้อม เช่นถ้ามีแดดจ้ามจะมีปริมาณไซมากขึ้น ถ้ามีหมอกไซจะมีน้อย ฉะนั้นการมี ไซจึงอาจมีประโยชน์สำหรับแหล่งอากาศร้อนจัดเพราะให้ผลผลิตสูงกว่า และช่วยป้องกัน แมลงและอากาศเย็นได้ด้วย ด้วยวิภาพของต้นละหุ่งเหมือนกับพวกใบเลี้ยงคู่ แต่ต่างกันที่ VASCULAR BUNCLES แต่ไม่มี BARK ปกคลุม

1. ความสูง ละหุ่งเจริญเติบโตไม่ถึงจะสูงเพียง 1-3 ฟุต แต่ถ้าสมบูรณ์ จะสูงได้ 10-14 ฟุต ความสูงคงที่ 2-3 ฟุตเท่านั้น ละหุ่งที่ปลูกเป็นการค้าควรเป็นพันธุ์ ที่มีความสูง 5-6 ฟุตเท่านั้น ถ้าสูงเกินไปจะเกิดปัญหาเรื่องการ โค่นล้ม

2. สีของต้นละหุ่ง ลักษณะสีแตกต่างตามสภาพแวดล้อม สีโดยทั่วไปที่ปรากฏพบมักเป็นสีเขียว แดง น้ำตาล ซึ่งมีทั้งสีเข้มและสีจาง ได้พบลักษณะสีของต้นละหุ่งดังนี้

แดงเข้ม ส่วนของต้น ก้านใบมีสีแดงเข้ม

แดงเหลืองเขียว ต้นและก้านใบมีสีแดงเกือบทั้งหมด แต่จะมีสีเขียวในส่วนของต้น

สีเขียวเหลืองแดง ส่วนของข้อ ส่วนถูกแสงจะเป็นสีแดงจางหรือชมพู ถ้าไม่ถูก แสงจะเป็นสีเขียว

สีเขียวตลอด

2.4.4.4. ใบ

ใบละหุ่งเป็นใบเดี่ยวแบบ PALMATELY LOBED จำนวน LOBES มี ตั้งแต่ 7-11 ส่วนมากจำนวน LOBES มีพบมากอยู่ระหว่าง 9-10 ขนาดของใบแตกต่างกันตามพันธุ์ ส่วนสีของใบปกติมีสีเขียว แต่มักจะสัมพันธ์กับสีของลำต้น โดยเฉพาะส่วน ก้านใบ ปกติใบอ่อนจะเป็นสีแดง และจะเป็นสีเขียวเมื่อใบแก่

ใบขนาดใหญ่ ส่วนใหญ่สีเขียว นอกจากนั้นมีสีแดง สีเงิน สีทอง และใบ

ลาย ซึ่งใช้ปลูกเป็นไม้ประดับ ใบมีก้านยาว 20-50 ซม. ตัวใบมีแฉก 7-11 แฉก รอบใบเป็นรอยจัก ลำต้นและโคนก้านมีต่อมน้ำหวาน ต่อมน้ำหวานที่สร้างและขับถ่ายสารพวกน้ำตาลต่างๆ คิดเป็น 97 % การขับถ่ายขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิต่ำจะขับถ่ายมาก ใบที่เกิดตามข้อข้อแรกเป็นใบเลี้ยง 1 คู่ จะมีชีวิตอยู่นานจนถึงอายุออกดอกจึงร่วงไป (สำหรับพันธุ์อายุสั้น) ไปเจริญที่ข้อ 2 จะโตเต็มที่เมื่อละต่งมีอายุประมาณ 1 สัปดาห์หลังจากออกข้อที่ 3 จะเป็นที่เกิดของใบจริงเดี่ยว การเกิดถัดไปจะหมุนเวียนรอบต้น

2.4.4.5. ช่อดอก

โดยปกติ MAIN AXIS จะให้กำเนิดช่อดอก 1 ช่อ สำหรับละต่งพันธุ์ธรรมชาติจะเกิดขึ้นภายหลังจากต้นละต่งมีข้อ 6-12 ข้อ ส่วนในละต่งพวก WILD TYPES ซึ่งดอกชุดแรกที่จะเกิดขึ้นเมื่อละต่งสูงมากมีข้อถึง 70 ข้อหรือมากกว่านี้

การเกิดช่อดอก ระยะแรกปรากฏเห็นเป็นตา (BUD) จนเห็นเป็นช่อดอก กินเวลา 8-15 วัน เมื่อช่อดอกเจริญเต็มที่ก็เป็นการง่ายที่จะลอกชนิดของดอกตัวผู้และชนิดของดอกตัวเมีย รวมถึงรูปร่างของช่อดอกของละต่ง แต่ละพันธุ์ซึ่งจะมีรูปร่างแตกต่างกันไปด้วย

ช่อดอกละต่งจะประกอบด้วยดอกตัวผู้และดอกตัวเมียเกิดอยู่บนช่อดอกเดียวกัน หรือบนก้านของช่อดอก (peduncle) อันเดียวกัน จึงจัดว่าเป็นพืช monoecious ช่อดอกเป็นแบบ raceme แต่เนื่องจากดอกเกิดเป็นกลุ่ม (cluster) จึงอาจเรียกว่า branched raceme หรือ panicle cluster ปกติดอกตัวเมียจะเกิดที่ปลายช่อดอกหรืออยู่ตอนส่วนบนและดอกตัวผู้ที่อยู่ส่วนล่าง ดอกตัวผู้มี sepals 5 อัน และมีจำนวน anther มากซึ่งเกิดอยู่บนก้านและองเกสรที่แตกแยกออกจากกันและกัน (repeatedly branching filaments) ส่วนดอกตัวเมียมี styles 3 อันซึ่งเชื่อมติดอยู่ด้วยกันที่ฐาน style แต่ละอันมีลักษณะเป็นรอยผ่า (two cleft) และมีขนยาวๆ ปกคลุมอยู่ทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมียไม่มีกลีบดอก

ตามธรรมชาติช่อดอกละต่งจะมีดอกตัวเมียอยู่ในปริมาณระหว่าง 30-50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ตอนส่วนบนของช่อดอกได้กล่าวมาแล้ว และดอกตัวผู้จะอยู่ตอนส่วนล่างของช่อดอก แต่เนื่องจากจำนวนดอกตัวผู้และดอกตัวเมียในช่อดอกของละต่งแต่ละพันธุ์มีสัดส่วนไม่เหมือนกัน

สำหรับทรงของช่อดอกละต่งแบ่งเป็น 2 พวก

1. ทรงกระบอกยาว (long cylindrical) หมายถึงช่อดอกที่มีรูปร่างคล้ายทรงกระบอกคือมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน ที่ปลายช่อดอกจะเรียวลง พวกนี้ความยาวของ pedicel ไล่เลี่ยกัน

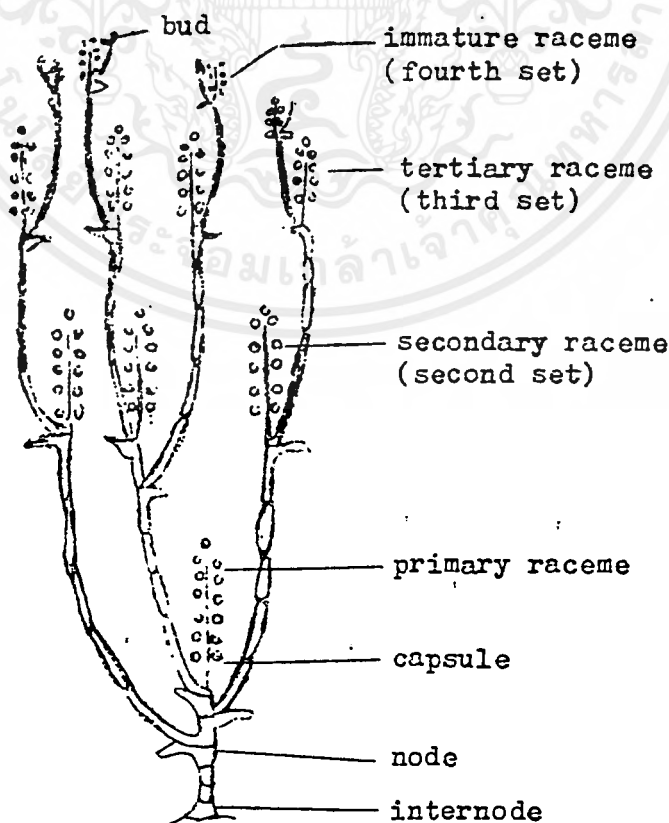
2. ทรงกรวยยาว (long conical) - ช่อดอกพวงนี้ที่โคนของช่อจะกว้างและค่อยๆ แคบลงจนถึงส่วนปลายสุดทำให้แลดูคล้ายรูปกรวยคล้าย pedicel ที่โคนช่อจะยาวกว่าที่ปลายช่อ

ช่อดอกจะงอกหลังจากที่ดอกตัวเมียได้รับการผสมเกสรจากดอกตัวผู้แล้วส่วนของดอกตัวเมียซึ่งตามธรรมชาติอยู่ส่วนบนของช่อดอกก็จะเจริญเป็นผลละหุ่งในที่สุด ถ้าจำนวนดอกตัวเมียมียู่มาก และมีความแข็งแรงดีก็ควรจะมีโอกาสผสมเกสรได้เรียบร้อย และเจริญเป็นผลละหุ่งได้มากด้วย ฉะนั้นช่อดอกที่มีดอกตัวเมียมามากก็ควรจะได้ออผลที่มีผลเกิดขึ้นมากด้วย ละหุ่งเป็นพืชที่เพศแยกในอัตราส่วน 30-50 เพศเมีย (อยู่ส่วนบน) และ 70-50 เพศผู้อยู่ส่วนล่างของช่อ ซึ่งถือลักษณะนี้เป็นลักษณะปกติ

ถึงแม้ว่าละหุ่งมีเพศของดอกแยกกับบนต้นเดียวกัน อัตราการผสมข้ามต้นอาจจะสูงถ้าหากมีลมพัดและมีแมลง เช่น ผึ้ง มาก การรักษานพันธุ์ให้บริสุทธิ์อาจต้องปลูกละหุ่งให้ห่างจากพันธุ์อื่น 400-1,000 ม. แต่ส่วนใหญ่แล้วจะเกิดการผสมภายในช่อเดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณ โคนช่อแรกจะมีอัตราการผสมตัวเองสูงมาก การผสมข้ามต้นมักเกิดกับปลายช่อและช่อแขนง

ภาพที่ 14

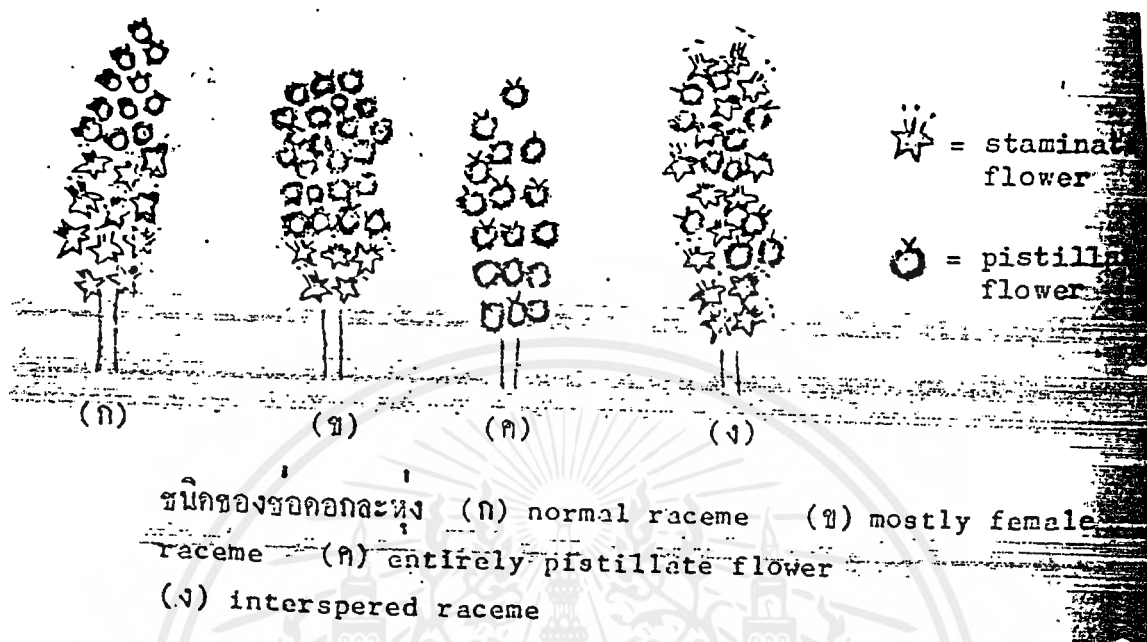
ภาพแสดงต้นและห่่งแสดงการเกิดช่อดอกและผล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 15

ภาพแสดง ชนิดของช่อดอกกะหุ้ง



2.4.4.6. ผล

หลังจากไข่ได้รับการผสมแล้ว ก็จะพัฒนากลายเป็นผล (fruit) เรียกกันโดยทั่วไปว่า capsule ประมาณ 7-10 วันหลังจากเกิดการผสม ส่วนที่เป็น stigma ก็จะเหี่ยวแห้ง และในเวลา 2 สัปดาห์ embryo ก็จะใหญ่มองเห็นได้ชัดเจนเป็นรูปหัวใจ (heart-shape) จนกระทั่งถึงเวลาแก่เต็มที่ใช้เวลาประมาณ 40-60 วัน นับจากวันผสม

ลักษณะของผลกะหุ้งมีอยู่ 2 พวก คือ

1. ชนิดมีหนาม (spiny) หนามที่ผลกะหุ้งเป็นส่วนที่เจริญออกมาจากผนังของ ovary ลักษณะหนามกะหุ้งจะแตกต่างกันในขนาดและความยาว สำหรับจำนวนหนามผลหนึ่งมีประมาณ 150 หนาม

2. ชนิดไม่มีหนาม (non-spiny) ผิวของผลกะหุ้งพวกนี้ตามปกติจะเรียบและอาจจะมีผิวขรุขระด้วย

ผลกะหุ้งมักมี 3 ส่วน และมีเมล็ดอยู่ 3 เมล็ด แต่อาจมีน้อยกว่าหรือมากกว่านี้ก็ได้ เมื่อแก่แล้วผลจะแตกตามรอยยาวบริเวณกลางของแต่ละ locule การแตกขึ้นอยู่กับโครงสร้างของเนื้อเยื่อของเปลือกผล (fruit shell หรือ pericarp)

เปลือกผลประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนนอกเรียก exocarp ส่วนชั้นในเรียก endocarp ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ชั้นนอกสุดเป็นเซลล์รูปร่างยาวจัดเรียงตัวตามแนวอนและอยู่อย่างหลวมๆ ชั้นกลางเป็นเซลล์รูปยาว แต่เรียงตัวอยู่ในแนวตั้งเรียกว่า columnar cells ส่วนชั้นในสุดเป็น sclerenchyma cells อยู่กันอย่างหนาแน่น

ความหนาของชั้นเนื้อเยื่อเหล่านี้แตกต่างกันตามพันธุ์ ละหุ่งที่มีเนื้อเยื่อ endocarp บาง ผลจะไม่แตกง่ายเหมือนพวกมีชั้นเปลือกหนา เช่น พันธุ์ N-6 ของโปแลนด์ซึ่งมีเปลือกบางกว่า ผลจึงไม่แตก เพราะว่าเปลือกผลแต่ละชั้นแข็งพร้อมๆ กัน ส่วนพวกที่มีเปลือกหนา การแข็งของชั้นเปลือกไม่เท่ากัน จึงทำให้เกิดการบิดงอของเปลือก แล้วเกิดการแตกแยกออกจากกัน ลักษณะการแตก (dehiscence) เป็นลักษณะทางพันธุกรรมซึ่งข้มลักษณะไม่แตก (indehiscence หรือ non-shattering)

ผลละหุ่งเมื่อยังอ่อนส่วนใหญ่มีสีเขียว แต่อาจมีสีเหลืองอ่อนหรือแดงเมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือน้ำตาลเข้ม การแก่ของผลในซอกก็เริ่มจากข้างล่างขึ้นไปปลายซอก ซึ่งเนื่องมาจากการเกิดของแต่ละผลไม่พร้อมกันนั่นเอง ลักษณะผลไม่แตกเมื่อแก่จึงเหมาะสม เพราะสามารถปล่อยให้ทุกซอกในต้นแก่แล้วจึงค่อยเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเก็บด้วยเครื่องจักรกล

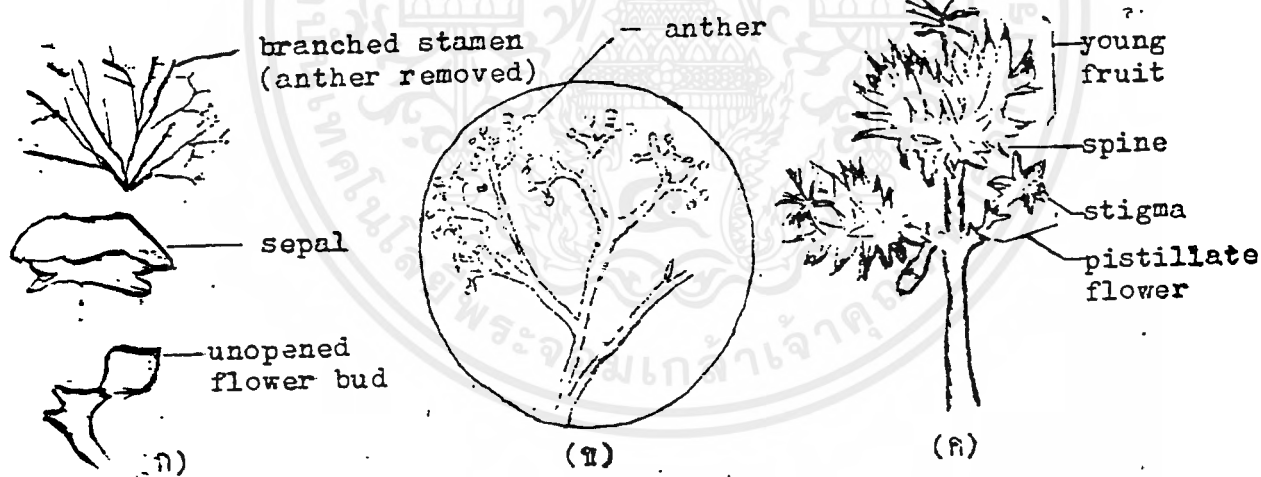
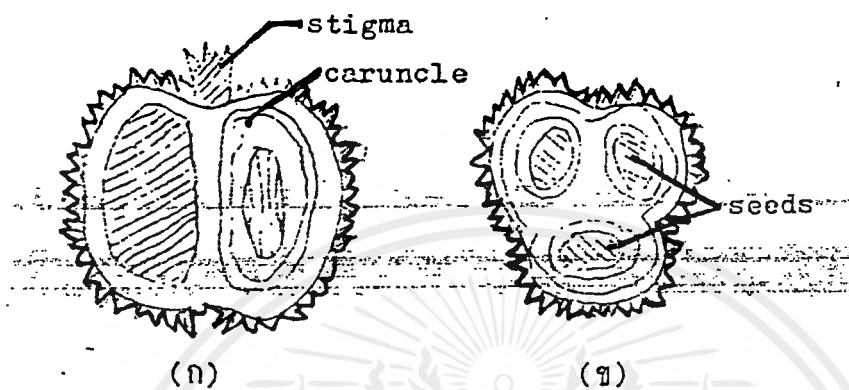
เกี่ยวกับผลละหุ่งมีปัญหาที่เกี่ยวข้องอยู่อย่างหนึ่งคือการแตกกระจายของเปลือกหุ้มเมล็ด (fruit dehiscence or shattering of fruit) ซึ่งลักษณะเช่นนี้เป็นลักษณะประจำพันธุ์ของของละหุ่งโดยเฉพาะ คือ เมล็ดจะหลุดร่วงจากผลในเมื่อผลแห้ง โดย locules จะเปิดออกทำให้เมล็ดแตกกระจายออกจาก locules ลักษณะของเมล็ดพวกนี้เรียกว่า shattering จัดว่าเป็นลักษณะที่ไม่ดีเพราะชาวไร่จำเป็นต้องรีบเก็บเกี่ยวละหุ่งก่อนที่ผลจะแห้งสนิท เพราะมิฉะนั้นแล้วเมล็ดจะแตกกระจายไปหมด และในการเก็บละหุ่งที่ยังแห้งไม่สนิทนั้นเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดยังต่ำอยู่ ละหุ่งพันธุ์พื้นเมืองส่วนมากเป็นพวก shattering ทั้งนี้ สำหรับละหุ่งพวกที่เมล็ดไม่แตกออกหลังจากที่ผลแห้งแล้วเรียกว่า non shattering จัดได้ว่าเป็นลักษณะที่ดี เพราะชาวไร่สามารถรอให้ผลแห้งสนิทแล้วจึงเก็บเกี่ยวจะทำให้ได้เมล็ดที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงสุด นอกจากนี้ยังมีผลละหุ่งอีกประเภทหนึ่งจัดว่าเป็น partially dehiscent ละหุ่งพวกนี้เมื่อผลแห้ง locules จะเปิดแต่เมล็ดจะไม่แตกกระจายออกเหมือนในพวก shattering ทั้งนี้เพราะว่ามีเยื่อ (membrane) คอยหุ้มเมล็ดและยึดเมล็ดติดต่อกัน locules ทำให้เมล็ดไม่หลุดหรือแตกออกในทันที พวก partially dehiscent จัดได้ว่าเป็นลักษณะที่ดีของผลละหุ่งทั้งในด้านของการเก็บเกี่ยวและการนวดเอาเมล็ดออกจากผล การนวดเอาเมล็ดของพวก partially dehiscent ง่ายกว่าในพวก non shattering

ตารางที่ 16

ผลอ่อนของละหุ่ง

(ก) LONG SECTION

(ข) CROSS SECTION ผลอ่อนละหุ่ง



(ก) Staminate flower (ข) Branched stamen

(ค) วอกลอกประกอบด้วยผลอ่อนและดอกตัวเมียของละหุ่ง

2.4.4.7. เมล็ดละหุ่ง

เมล็ดมีขนาดและสีแตกต่างกัน ขนาดใหญ่อาจกว้าง 8-16 มม. ยาว 12-20 มม. จนถึงขนาดเล็กซึ่งกว้าง 5-7 มม. และยาว 6-8 มม. ซึ่งมักจะแสดงขนาดของเมล็ดโดยกำหนดน้ำหนักเป็นกรัมต่อ 100 เมล็ด เช่น พวกเมล็ดเล็กอาจจะหนักไม่ถึง 10 กรัม ส่วนพวกเมล็ดใหญ่อาจหนักกว่า 100 กรัมต่อ 100 เมล็ด แก่พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าทั่ว ๆ ไป มีขนาดประมาณ 30-36 กรัมต่อ 100 เมล็ด เมล็ดโดยทั่วๆ ไปมีขนาดเป็นสัดส่วนทั้งความกว้าง ยาว และหนา นั่นคือสามารถใช้ความกว้างของเมล็ดบอกขนาดของเมล็ดได้ แต่อย่างไรก็ตามขนาดของเมล็ดและน้ำหนักไม่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณน้ำมัน ส่วนใหญ่แล้วเมล็ดเล็กมีน้ำมันมากกว่าเมล็ดใหญ่และขึ้นอยู่กับพันธุ์ด้วย

สีของเมล็ดอาจเป็นสีเขียว เช่น แดง ม่วง หรือดำ แต่ส่วนใหญ่มักจะเป็นลาย (mottling) รูปร่างรูปไข่ ด้านท้องแบน หลังนูน ปลายด้านหนึ่งมน อีกด้านหนึ่งเรียวกว้างเล็กน้อยและมีลวดยื่นออกมาเรียกว่า caruncle เป็นส่วนที่อากาศและน้ำจะซึมผ่านเข้าไปในเมล็ด และ micropyle จะอยู่ได้ส่วนนี้ เมื่อแกะเอา caruncle ออกจะช่วยทำให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้น เมล็ดที่อยู่ในผลจะติดต่อกับ placenta โดยเชื่อมด้วยสายรก (funicle หรือ seed stalk) ที่ต่อกับ caruncle ซึ่งเป็นทางลำเลียงธาตุอาหารให้

เมล็ดละหุ่ง ตามปกติละหุ่ง 1 ผลจะมีเมล็ดอยู่ 3 เมล็ด เนื่องจาก ovary ของมันประกอบด้วย 3 locules แต่ก็มักมีบางกรณีที่พบ ovary ที่มี 2-4 locules เมล็ดละหุ่งมีขนาดแตกต่างกันอย่างมาก ดังได้กล่าวมาแล้วว่าถ้าละหุ่งมีผลใหญ่ก็จะให้เมล็ดมีขนาดใหญ่ด้วย เกี่ยวกับขนาดของเมล็ดละหุ่งที่แตกต่างกันอย่างมากระหว่างจำนวนของเมล็ดต่อน้ำหนัก 1 ปอนด์ มีตั้งแต่ 450-5,000 เมล็ด หรือมากกว่านี้ แต่โดยทั่วๆ ไปขนาดของเมล็ดละหุ่งพันธุ์ที่ปลูกเพื่อการค้านออเมริกาจะมีจำนวนเมล็ดระหว่าง 1,400-1,800 เมล็ดต่อน้ำหนัก 1 ปอนด์

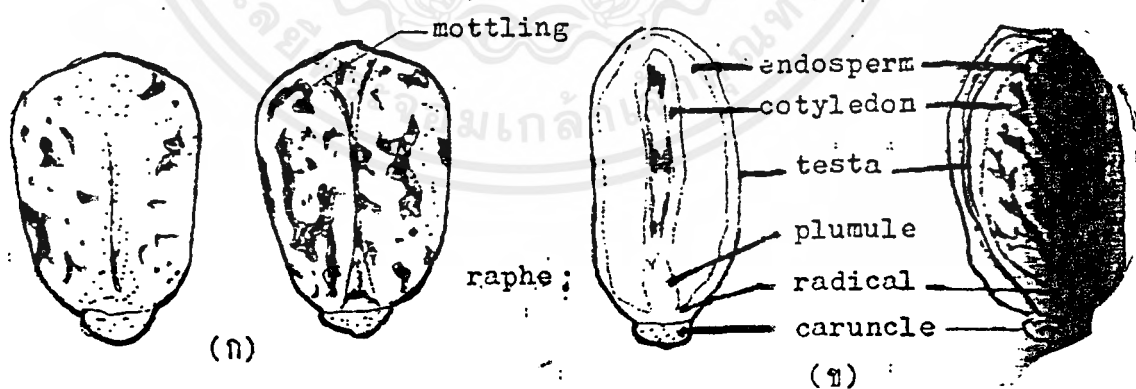
เมล็ดละหุ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ เปลือกหุ้มเมล็ด (testa หรือ hull) ซึ่งมักจะเปราะและบาง ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ชั้น ชั้นนอกเป็น outer integument มีเซลล์ 3 แถว นอกสุดเป็นเซลล์รูปร่างยาวและมีเม็ดสี เรียกว่า outer epidermis แถวกลางเป็นเซลล์ผนังบางที่ถูกอัดตัวอยู่กันแน่น ส่วนชั้นในสุดเซลล์มีรูปร่างสั้น (เป็น epidermis) ส่วน inner integument ประกอบด้วยชั้นของเซลล์พวก palisade ที่มีผนังหนา (sclerified) อยู่ด้านนอก ส่วนด้านในเป็นกลุ่มเซลล์ 2 ชั้น มีผนังบางและอยู่ติดกับ endosperm

ส่วนของเนื้อในเมล็ดประกอบด้วย endosperm ที่มีเม็ด aleurone อยู่เต็ม และภายในจะมี amorphous และ crystal protein ส่วน endosperm นี้จะห่อหุ้มใบเลี้ยง (cotyledon) ที่บางมาก เมื่อเมล็ดงอกก็จะดึงใบเลี้ยงขึ้นไปชูอยู่เหนือผิวดิน ต้นกล้ามี hypocotyl ที่ยาว ระยะเวลาที่ใช้ในการงอกโผล่ผิวดินของเมล็ดละหุ่งอยู่ระหว่าง 7-10 วัน

สำหรับรูปร่างของเมล็ดก็มีรูปร่างต่างๆ กัน เช่น ยาวรีคล้ายรูปไข่ กลมเหลี่ยม สีของเมล็ดก็มีแตกต่างกันมากมาย เช่น ขาว เทา เหลืองปนน้ำตาล น้ำตาลดำ พื้นแดง และมีสีต่างๆ สลับ บางที่มีสีพื้นสลับด้วยรอยด่างสีต่างๆ (mottling patterns) ซึ่งลักษณะรอยด่างนี้อาจเป็นเส้นและเอียงดิ่ง เส้นหยาบ หรืออาจเป็นจุดเล็กจุดใหญ่ จัดเลอะเทอะต่างๆ กันไป และในบางพันธุ์รอยด่างไขว้ตัดกันคล้ายร่างแหเป็นที่น่าสังเกตเกี่ยวกับลักษณะสีของเมล็ดละหุ่ง ได้กลายเป็นสิ่งสำคัญเป็นที่มาของชื่อละหุ่งพันธุ์พื้นเมืองส่วนมาก คือชื่อพันธุ์ละหุ่งพื้นเมืองตั้งขึ้นตามสีของเมล็ด สีใดเห็นได้เด่นชัดก็เรียกชื่อสีนั้นนำหน้า สีใดที่ปรากฏอยู่บนเมล็ดเป็นส่วนน้อยหรือจางกว่าก็ใช้เป็นชื่อหลัง เช่น ละหุ่งพันธุ์ลายขาวดำ หมายถึงละหุ่งที่มีเมล็ดสีพื้นขาวและมีลายหรือจุดสีดำอยู่ประปราย นอกจากขนาดของเมล็ดก็ใช้เรียกชื่อพันธุ์ละหุ่งพื้นเมือง เช่น พันธุ์ลายดำใหญ่ เป็นพวกที่มีเมล็ดใหญ่ เป็นต้น

ภาพที่ 17

ภาพแสดงลักษณะภายนอก(ก)และส่วนประกอบภายใน(ข) เมล็ดละหุ่ง



ลักษณะภายนอก (ก) และส่วนประกอบภายใน (ข) เมล็ดละหุ่ง

องค์ประกอบภายในของเมล็ดละหุ่ง คือน้ำมันซึ่งมีประมาณ 40-60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเมล็ด และส่วนใหญ่เป็นพวกกลีเซอไรด์ ricinolein อันประกอบด้วยกรดไขมัน ricinoleic มีสูตร $C_{17}H_{32}OH.COOH$ กรดไขมันนี้มีประมาณ 94 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมดในเมล็ด นอกนั้นก็เป็น linoleic ประมาณ 4.5 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดที่ยังอ่อนอยู่จะมีกรด ricinoleic น้อย หลังจากเมล็ดอายุเกิน 5 สัปดาห์แล้วจะมีประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของกรดทั้งหมด

นอกจากน้ำมันแล้ว โปรตีนในเมล็ดยังเป็นสิ่งก่อปัญหา เพราะว่ามีส่วนที่เป็นพิษ คือ ricin และสาร alkaloid ชื่อ ricinine ที่ทำให้ไม่สามารถนำกากหลังสกัดน้ำมันออกแล้วไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ นอกจากทำเป็นปุ๋ยหรือต้องลงทุนสูงเพื่อสกัดเอาสารพิษนี้ออกจึงจะนำไปเป็นอาหารสัตว์ได้ ในกากละหุ่งที่ไม่มีน้ำมันจะประกอบด้วย ricin ประมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ สารบริสุทธิ์ ricin มีพิษร้ายแรงเมื่อฉีดเข้าเส้นเลือดอัตรา 0.001 มิลลิกรัมต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัม สามารถทำให้เลือดตกในและตายได้ ปกติแล้วถ้าผ่านเข้าทางปากจะถูกย่อยสลายในกระเพาะ แต่ถ้าปริมาณมาก เช่น 0.035 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมก็ทำให้คนตายได้

2.4.5. การจำแนกชนิดของละหุ่ง

ละหุ่งสามารถจำแนกได้ตามลักษณะการเจริญเติบโตและวิธีเพาะปลูกเป็น

2 ชนิดคือ

1. Annual type บางที่เรียกว่า "พันธุ์ต่างประเทศ" ละหุ่งชนิดนี้จัดว่าเป็นพันธุ์เขามียายุเก็บเกี่ยว 140-180 วัน ละหุ่งชนิดนี้จะมีช่อดอกถึงชุดที่ 4 เท่านั้น ข้อดีของละหุ่งนี้คือมีน้ำมันมากประมาณ 50-52 เปอร์เซ็นต์ ต้นเตี้ยมีความสูง 1-2 เมตร เปลือกของผล (pericarp) ไม่ค่อยแตกหรือแตกได้ยากเมื่อแก่ แต่ก็มีข้อเสียคือเมล็ดมีขนาดเล็ก pericarp บางและนุ่มทำให้โอกาสเสียหายของเมล็ดจากการกะเทาะเปลือกมีมาก
2. perennial type บางที่เรียกว่า "พันธุ์พื้นเมือง" โดยธรรมชาติแล้วละหุ่งเป็นไม้ยืนต้นอายุ 8-12 ปี แต่กลุณมักนิยมปลูกใหม่ทุกปีทั้งนี้เพราะผลผลิตที่ได้ในปีหลังๆ ลดลงมาก ละหุ่งพวกนี้เป็นชนิดที่นิยมปลูกเป็นการค้าในประเทศไทยซึ่งจัดว่าเป็นพันธุ์หนัก อายุเก็บเกี่ยวนับถึงช่อดอกชุดแรกประมาณ 200 วันหรือมากกว่า ทั้งนี้เพราะจะต้องคอยเก็บเรื่อยไปจนกว่าต้นจะตายหรือหมดอายุให้ผลแล้ว ซึ่งมากกว่า 1 ปีขึ้นไป ละหุ่งชนิดนี้มีข้อดีคือเมล็ดมีขนาดใหญ่และ เปลือกของผลแข็งมากทำให้เมล็ดเสียหายน้อยเมื่อกะเทาะเปลือก แต่ก็มีข้อเสียคือน้ำมันในเมล็ดน้อยกว่าชนิดแรกคือมีประมาณ 46-48 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ลักษณะลำต้นสูงใหญ่และการแตกของผลในช่อทำให้เกิดปัญหา

ยุ่งยากมากในการเก็บเกี่ยวซึ่งมักจะตกหล่นเสียหายพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกในประเทศไทยมี 6 พันธุ์คือ พันธุ์ขาวแดง แดงเข้ม ดำใหญ่ม่วงดำ ขาวดำ และลายหินอ่อน ชื่อที่เรียกเหล่านี้เรียกตามลักษณะสีของเมล็ดปัจจุบันพันธุ์ลายขาวดำเป็นพันธุ์ที่ส่งเสริมให้กลีกรปลูก เพราะเป็นพันธุ์ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์พื้นเมืองอื่นๆ

2.4.6. การเขตกรรมของละหุ่ง

สภาพดินฟ้าอากาศ

ละหุ่งเป็นพืชเขตร้อนโดยกำเนิด แต่ก็สามารถขึ้นได้ในเขตอบอุ่นของโลก ในระหว่างเส้นรุ้ง 40 องศาเหนือและใต้เช่นเดียวกับถั่วลิสง พันธุ์ที่ปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมสามารถขึ้นได้จนถึงเส้นรุ้งที่ 52 องศา เช่นในประเทศรัสเซีย เป็นต้น ดังนั้นจึงมีประเทศที่สามารถปลูกละหุ่งได้ตั้งแต่ซีกโลกด้านเหนือไปถึงด้านใต้ แต่ทั้งนี้จะต้องเป็นอุณหภูมิอบอุ่นพอในช่วงการเจริญเติบโต ส่วนระดับความสูงละหุ่งสามารถขึ้นได้ตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนถึงประมาณ 2,750 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล เช่นตามเทือกเขาสูงในประเทศบราซิลเส้นศูนย์สูตร แต่ระดับที่เหมาะสมประมาณ 300 ถึง 1,800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ในที่สูงมากอุณหภูมิเย็นในเวลากลางคืนจะมีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต

อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การงอกของเมล็ดแตกต่างกันตามพันธุ์หรือชนิด (subspecies) เช่นพวก Persian type สามารถงอกได้ที่อุณหภูมิ 10 °C ส่วนพวกที่ชอบอุณหภูมิสูงกว่าเช่น *communis* subsp. ต้องการอุณหภูมิ 13 °C อุณหภูมิต่ำทำให้การงอกช้า เช่นอุณหภูมิ 10-12 °C จะงอกภายใน 20-25 วัน แต่ที่อุณหภูมิ 18-20 °C จะงอกเร็วขึ้นภายใน 9-11 วันเท่านั้น พันธุ์ Baker 296 เมื่อปลูกในอุณหภูมิต่ำ 19 °C จะงอกภายใน 10 วัน แต่จะงอกภายใน 23-25 วัน เมื่ออุณหภูมิของดิน 10-12 °C อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีประมาณ 20-30 °C อุณหภูมิที่สูงเกินไป เช่น 40-41 °C ก็ไม่ดี เพราะมีผลต่อการออกดอกและการติดผล

อุณหภูมิต่ำก็มีผลต่อการเจริญเติบโต เช่นจากการทดลองพันธุ์ Baker 296 ซึ่งเป็นพันธุ์แท้ต้นเดียว เมื่อได้รับอุณหภูมิ 16-21 °C ช่วงการพัฒนาระหว่างตั้งแต่การผสมเกสรของดอกจนถึงเก็บเกี่ยวจะมีอายุคงที่ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 26 °C ช่วงเวลาดังกล่าวจะสั้นลง คือแก่เร็วขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิเพียง 10 °C ไซท์ที่ได้รับการผสมแล้วจะไม่พัฒนาเป็นเมล็ดเลย โดยทั่วไปแล้วอุณหภูมิต่ำจะไม่มีผลต่อปริมาณน้ำมันในเมล็ด แต่จากผลการทดลองในญี่ปุ่นพบว่าอุณหภูมิต่ำมีผลต่อปริมาณน้ำมัน เมื่อเปรียบเทียบกับที่อุณหภูมิ 30-31 °C

เรื่องอุณหภูมิมีความสำคัญมากสำหรับประเทศในเขตอบอุ่น คือต้องมีเวลาสำหรับการเจริญเติบโตของละตู่ขนานพอสมควร คือต้องมีเวลาไม่น้อยกว่า 180 วัน ที่อุณหภูมิจะต้องสูงกว่าจุดน้ำค้างแข็ง

แสง

โดยปกติแล้วละตู่เป็นพืชวันยาว แต่ก็สามารถขึ้นได้ในช่วงความยาวของวันกว้าง แม้ว่าผลผลิตจะลดลงบ้าง ละตู่จะมีการเจริญเติบโตและออกดอกเป็นปกติ แม้ช่วงวันจะเป็น 12, 14 หรือ 18 ชั่วโมงก็ตาม หากวันสั้นลงเหลือเพียง 9 ชั่วโมง การเจริญเติบโตจะช้าลง อย่างไรก็ตามละตู่บางชนิดตอบสนองต่อช่วงแสงอย่างเด่นชัดเช่นพวก zanzibar ซึ่งพวกนี้ขึ้นทั่วไปในแอฟริกา เม็กซิโก และโบลิเวีย เมื่อนำไปปลูกในรัสเซียจะไม่ออกดอกเลย เพราะ ssp. zanzibar เป็นพวก short-day group ซึ่งช่วงวันในฤดูร้อนของรัสเซียยาวเกินไป ส่วน ssp. persicus และ communis (หรือเดิม sanguineus) นั้นเป็นพวก long-day group คือต้องการช่วงแสงยาวเพื่อการออกดอก สำหรับละตู่พันธุ์ไทยที่นำไปปลูกในวันยาว 16 ชั่วโมงในช่วงเดือนสิงหาคมในกรุงโตเกียวจะออกดอกเพียง 1 ใน 28 ตัวอย่างเท่านั้น

ละตู่จะเติบโตเร็วเมื่อได้รับคลื่นแสงสั้น เช่น สีม่วงหรือสีน้ำเงิน ส่วนแสงสีแดงจะทำให้พืชเติบโตช้า

น้ำ

น้ำ แม้ว่าละตู่จะทนทานความแห้งแล้งได้ดี แต่ตลอดอายุละตู่ควรจะได้รับน้ำประมาณ 500 มม. ขึ้นไป สำหรับพันธุ์ที่มีขนาดเล็กและอายุสั้นอาจต้องการน้ำน้อยเพียง 250 มม. แต่จำนวนนั้นจะต้องได้รับในช่วงแรกของฤดู อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำที่ได้รับจะสัมพันธ์กับอุณหภูมิและความชื้นของบรรยากาศด้วย ในบางแห่งเมื่อเกิดความแห้งแล้ง ความชื้นในบรรยากาศจะต่ำ ปริมาณน้ำและความชื้นจะสูญเสียไปมาก อาจมีผลกระทบถึงการเจริญเติบโตและผลผลิต ผลการทดลองในรัสเซียกับละตู่พันธุ์ VNIIMK 165 ในปีที่แห้งแล้งและได้รับน้ำจำนวนเพียง 109.7 มม. ตลอดอายุ 126 วัน ให้ผลผลิตเมล็ด 930 กก.ต่อเฮกตาร์ แต่ในปีที่มีฝนดีซึ่งมีปริมาณ 394.3 มม. ละตู่ให้ผลผลิตถึง 1.650 กก.ต่อเฮกตาร์ และมีอายุยาวกว่าประมาณ 2 สัปดาห์ ในช่วงออกดอกละตู่ต้องการน้ำมากที่สุด ถ้าขาดน้ำในช่วงนี้ทั้งผลผลิตและน้ำมันจะลดลงอย่างมาก

ความต้องการน้ำน้อยของละตู่เป็นผลมาจากการเจริญเติบโตของระบบรากที่รวดเร็ว รากแขนงจะพัฒนาและมีปริมาณมากประมาณ 1 ใน 3 ของปริมาณรากทั้งหมด และแผ่กระจายอยู่ในระดับความลึกประมาณ 50-60 ซม. ส่วนในสภาพที่แห้งแล้งระบบรากจะ

หยั่งลึก และมีความสามารถดูดน้ำจากระดับดินล่างๆ ได้ดี เนื่องจากสาเหตุดังกล่าวละหุ่ง จึงต้องการน้ำน้อย โดยทั่วไปแล้วหากมีฝนตกสม่ำเสมอหรือให้น้ำในปริมาณเพียง 100 มม. ตลอดเวลา 4 เดือนก็นับว่าเพียงพอ ถ้ามีฝนหรือความชื้นมากเกินไป โดยเฉพาะในช่วงออกดอกจะทำให้ดอกร่วงและผลผลิตลดลง และอาจมีปัญหาโรคราด้วย ในแคว้น Andhra Pradesh ของประเทศอินเดีย พบว่าการปลูกละหุ่งประมาณกรกฎาคม ซึ่งมีฝนประมาณ 500-600 มม. ตลอดอายุละหุ่งให้ผลผลิตดี ส่วนในที่ที่เป็นดินทราย หากมีฝน 300-500 มม. ก็สามารถปลูกละหุ่งได้ดีพอควร ใน West Kenya มีปริมาณฝนทั้งปี 1,100 มม. โดยส่วนใหญ่จะตกในเดือนเมษายนแล้วหยุดหายไปในเดือนมิถุนายน ตกอีกในเดือนกรกฎาคมและสิ้นสุดในเดือนกันยายน การปลูกละหุ่งให้ได้ผลผลิตสูงสุดคือปลูกในเดือนมิถุนายน หรือปลายเดือนพฤษภาคม

สำหรับประเทศไทยยังไม่มีทดลองยืนยันว่าช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสม แต่ถ้าดูจากปริมาณฝนแล้วควรจะปลูกละหุ่งอายุสั้น (ไม่ใช่พันธุ์พื้นเมือง) ประมาณเดือนสิงหาคมถึงกันยายน หากปลูกก่อนหน้านี้อาจมีปัญหาเรื่องโรครามาก

ดิน

ละหุ่งสามารถขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิด แต่ดินที่ให้ผลดีควรเป็นดินมีความอุดมสมบูรณ์พอควรและระบายน้ำได้ดี ละหุ่งไม่ชอบดินที่น้ำขังแฉะหรือดินเหนียวจัดที่ระบายน้ำไม่ดี อย่างไรก็ตามถ้าหากสภาพแวดล้อมอื่นเหมาะสมและมีการให้ธาตุอาหารพอเพียงแล้ว ชนิดของดินไม่เป็นปัญหาสำคัญ

ละหุ่งชอบดินเป็นกรดอย่างอ่อน โดยมี pH 5.0 ถึง 6.5 แต่ก็ขึ้นได้ในดินด่างมี pH สูงถึง 8 ไม่ชอบดินเกลือ ละหุ่งทนเกลือสู้ข้าวโพดและฝ้ายไม่ได้ มีรายงานว่าถ้ามีเกลือคลอไรด์ 0.1 และ 0.2 % ของน้ำหนักดินแห้ง ละหุ่งจะมีน้ำหนักแห้งเพียง 60 และ 23 % เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ไม่มีเกลือเลย อย่างไรก็ตามมีละหุ่งที่ค่อนข้างทนเค็มได้ดี แต่เป็นพวกไม่ประดับซึ่งไม่ได้ผลเมล็ดเพื่อสกัดน้ำมัน

โดยเฉลี่ยแล้วปริมาณธาตุอาหารที่ละหุ่งดูดไปจากดินเพื่อสร้างเป็นผลผลิตเมล็ด 1 ก.ก. คือ $N = 0.0815$ กก. $p_2O_5 = 0.0169$ กก. และ $K_2O = 0.0847$ กก.

ตารางที่ 12
แสดงปริมาณธาตุอาหารบางชนิดที่หลุดร่วงจากดิน (%โดยน้ำหนัก)

อายุพืช (วัน)	ระยะเติบโต	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
25		3.57	1.43	2.12	0.71	2.86
50	ก่อนออกดอก	3.09	0.61	2.32	1.09	2.14
75	ออกดอกข้อแรกแล้ว	2.46	0.41	2.08	0.76	2.46
100	ข้อแรกแก่	2.36	0.51	1.91	0.63	2.13

การทดลองในโรงเรือนพบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นมิได้มีส่วนเพิ่มปริมาณธาตุไนโตรเจนในละอองเลย แต่พบว่าปริมาณไนโตรเจนผันแปรไปในแต่ละปีอยู่ระหว่าง 2.4 ถึง 3.7 % ธาตุฟอสฟอรัส 0.6 ถึง 0.7 % และแคลเซียม 1.9 ถึง 2.4 % การดูดธาตุอาหารของละอองแตกต่างกันไปตามอายุ แต่ส่วนใหญ่แล้วจะมีปริมาณมากในอายุครึ่งหลัง เช่น ในช่วง 50 วันแรกละอองจะมีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเพียง 13 % ของน้ำหนักทั้งหมด และมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และแคลเซียม ระหว่าง 13 ถึง 23 % เท่านั้น เช่น การทดลองหนึ่งพบว่าถ้าผลผลิตเมล็ดที่ได้ 1,500 กก. ต่อเฮกตาร์ ในช่วงตั้งแต่อกถึงอายุ 41 วัน ละอองจะดูดธาตุอาหารแต่ละวันคือ $N = 0.13$, $P_2O_5 = 0.01$ และ $K_2O = 0.2$ กก.ต่อเฮกตาร์ แต่นับตั้งแต่อายุ 67 ถึง 100 วัน ปริมาณที่ดูดขึ้นต่อวันคือ $N = 3.3$, $P_2O_5 = 0.23$ และ $K_2O = 2.6$ กก.ต่อเฮกตาร์ หรือประมาณ 13-25 เท่าของที่อายุ 41 วัน

ธาตุไนโตรเจนประมาณ 55 % และฟอสฟอรัส 76 % ที่ดูดขึ้นจากดินจะสะสมอยู่ในเมล็ด แต่ประมาณ 80-95 % ของโปแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม จะถูกสะสมในส่วนอื่นๆ ของลำต้น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตั้งแต่ระยะแรกของการเติบโต สามารถเพิ่มผลผลิตได้มาก แต่การใส่ในช่วงใกล้ออกดอกอาจทำให้ปริมาณน้ำมันในเมล็ดลดลงได้

2.4.7 พันธุ์ละหุ่ง

พันธุ์ละหุ่ง ละหุ่งที่ปลูกเพื่อการค้านั้นส่วนมากเป็นละหุ่งพวก annual ซึ่งหมายความว่า เป็นพันธุ์ที่ปลูกแล้วให้ผลได้ในฤดูปลูกเดียว ภายหลังจากเก็บเกี่ยวเสร็จแล้วต้นละหุ่งก็จะหมดอายุและไม่สามารถให้ผลได้อีก หรือถ้าปล่อยให้ต้นละหุ่งเจริญต่อไปก็อาจจะให้ผลได้บ้างแต่ไม่คุ้มค่าผู้จัดการโคนทิ้งแล้วปลูกใหม่จะได้ละหุ่งที่ให้ผลผลิตดีกว่า แม้ว่าจะต้องเสียเวลาและแรงงานในการเตรียมดิน ค่าเมล็ดพันธุ์ ฯลฯ ก็จะทำให้ผลตอบแทนคุ้มค่า ส่วนละหุ่งพวก perennial ซึ่งปกติจะมีอายุอยู่ได้นานเป็นแรมปี แต่เราไม่ใช้ละหุ่งพวกนี้เป็นพันธุ์ปลูกเพื่อการค้าเพราะเหตุที่ว่า การให้ผลซ้ำและผลผลิตสูงพวก annual ไม่ได้ และประการสำคัญก็คือพวก perennial มีลำต้นสูงใหญ่มาก ทำให้ยากต่อการเก็บเกี่ยวและคุณภาพของน้ำมันในเมล็ดของพวกนี้ก็ต่ำกว่าพวก annual อีกด้วย

พันธุ์ละหุ่งที่ปลูกเป็นการค้าแบ่งออกได้เป็น 3 พวก

พันธุ์พื้นเมือง

- พันธุ์ลายแดงเข้ม ลำต้นสีเขียว ไม่มีไขขาว ผลใหญ่ เมล็ดมีขนาด 13.2 x 17.2 มม. เมล็ดสีแดงเข้ม ผลแตกง่าย มีน้ำมันประมาณ 62 %
 - พันธุ์ลายขาวแดง ต้นแดงเหลืองเขียว ไม่มีไข ผลใหญ่ เมล็ดมีขนาด 13.5 x 16.3 มม. เมล็ดสีขาวมีลายจุดแดง ผลแตกง่าย มีน้ำมันประมาณ 59 %
 - พันธุ์ลายขาวดำ ต้นเขียวเหลืองแดง ไม่มีไข ผลใหญ่ เมล็ดมีขนาด 13.6 x 18.7 มม. เมล็ดสีขาวจุดดำ ผลแตกง่ายปานกลาง มีน้ำมันประมาณ 59 %
 - พันธุ์ลายดำใหญ่ ต้นสีแดงเหลืองเขียว ไม่มีไข ผลใหญ่ เมล็ดมีขนาด 14.3 x 18.8 มม. เมล็ดสีดำกระขาว ผลแตกง่าย มีน้ำมันประมาณ 60 % พันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่กลีกรนิยมปลูกมากที่สุด
 - พันธุ์ลายม่วงดำ ต้นแดงเหลืองเขียว ไม่มีไข ผลใหญ่ เมล็ดมีขนาด 11.7 x 16.1 มม. เมล็ดสีม่วงดำกระขาว ผลแตกง่าย มีน้ำมันประมาณ 57 %
- เนื่องจากเปอร์เซ็นต์น้ำมันในพันธุ์พื้นเมืองค่อนข้างสูง จึงเข้าใจว่าอาจวิเคราะห์จากตัวอย่างเมล็ดที่ไม่มีเปลือกหุ้มเมล็ด

พันธุ์ลูกผสม (hybrid) ต้นละหุ่งลูกผสมได้แก่ Baker 296 และ Dawn ข้อสำคัญของการปลูกพันธุ์ลูกผสมก็คือ จะต้องใช้เมล็ดชั่วที่ 1 ซึ่งผลิตจากบริษัทเท่านั้น ชาวไร่ไม่สามารถจะเก็บเมล็ดไว้ใช้เอง มิฉะนั้นแล้วผลผลิตและความแข็งแรงของละหุ่งจะลดลงมาก ด้วยเหตุนี้ราคาเมล็ดพันธุ์ที่ซื้อจากบริษัทจึงค่อนข้างสูง

สายพันธุ์ (inbred type) สายพันธุ์ละทุ่งต่างๆ เกิดจากการคัดเลือกพันธุ์แบบ pedigree selection หรือ car-to-row selection จนกระทั่งได้สายพันธุ์ที่สม่ำเสมอและให้ผลผลิตสูง ตัวอย่างของสายพันธุ์ที่ผลิตโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คือ สายพันธุ์ KPS 4 (Kamphaeng Saen No.4) โดยคัดเลือกมาจากลูกผสม Hazera 22 ซึ่งต่อมาได้ตั้งชื่อว่า "พันธุ์กำก 1" ข้อดีของพันธุ์นี้คือเกษตรกรสามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เองได้ เช่นเดียวกับพันธุ์พื้นเมือง พันธุ์กำก 1 มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 90 วัน ให้ผลผลิตเมล็ดแห้งประมาณ 358 กก.ต่อไร่

สำหรับพันธุ์ละทุ่งในประเทศไทย กลिरโดยทั่วๆ ไปนิยมปลูกละทุ่งพื้นเมือง ซึ่งส่วนมากมีลำต้นใหญ่ ใบใหญ่ เมล็ดขนาดใหญ่ และขนาดกลาง ปริมาณน้ำมัน 55-60 เปอร์เซ็นต์ ละทุ่งพื้นเมืองส่วนมากมีอายุยาวกว่าละทุ่งพันธุ์ต่างประเทศ และมีลักษณะแตกกิ่งก้านสาขา ข้อเสียอย่างหนึ่งของละทุ่งพื้นเมืองคือเป็นพวก shattering ตัวอย่างละทุ่งพันธุ์พื้นเมือง เช่น พันธุ์ลายแดงเข้ม ลายขาวแดง ลายขาวดำ ลายขาวดำใหญ่ ลายม่วงดำ พันธุ์ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เป็นพันธุ์ที่ชาวไร่นิยมปลูกกันโดยทั่วๆ ไป เฉพาะอย่างยิ่งพันธุ์ลายดำใหญ่กลิรนิยมปลูกมากที่สุด สำหรับพันธุ์ลายขาวดำ เป็นละทุ่งพวก non-shattering ซึ่งทางสถานีกลิรรมบ้านใหม่ลำโรง ได้คัดเลือกเพื่อจะแจกจ่ายให้กลิรต่อไป ละทุ่งพันธุ์นี้ให้ผลผลิต 180-200 กิโลกรัมต่อไร่

สำหรับละทุ่งพื้นเมืองของไทยนั้นเนื่องจากการแตกกิ่งก้านสาขามากจึงจำเป็นต้องเว้นระยะปลูกให้ห่างกันเพื่อกิ่งก้านสาขาจะได้แผ่ออกได้มากๆ ระยะปลูกต้องเว้นห่าง 2-3 เมตร ทำให้ได้จำนวนต้นต่อไร่ไม่ค่อยดีเพียง 200 ต้นต่อไร่

นอกจากนี้ละทุ่งพันธุ์พื้นเมืองยังมีผลแก่ทะยอยกัน เนื่องจากมีกิ่งก้านสาขามาก จึงมีข้อดอกเกิดทะยอยกันหลายรุ่น การเก็บเกี่ยวจึงต้องกระทำหลายครั้งโดยใช้เวลานานกว่าละทุ่งพันธุ์ต่างประเทศซึ่งเก็บเกี่ยวเพียงครั้งเดียว

ส่วนปัจจัยปลีกย่อยอื่นๆ เช่นการปลูกละทุ่งในอเมริกามีการใช้เครื่องมือทุ่นแรงช่วยทำให้มีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้แรงงานคน ก็มีส่วนทำให้ได้ผลผลิตดีขึ้น

2.4.8. ฤดูที่ปลูก

ในสภาพของประเทศไทยสามารถปลูกละทุ่งได้ตลอดปี แต่อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ฤดูคือ

ฤดูฝน ถึงแม้จะหุงเป็นพืชทนแล้งได้ดี ต้องการน้ำน้อยเมื่อเทียบกับพืชน้ำ ฝนหลายชนิด แต่การจะให้ได้ผลดีควรได้รับน้ำพอเพียงและในช่วงอายุที่เหมาะสม การ ปลูกมะหุงในฤดูฝนสามารถปลูกได้ตั้งแต่ปลายฤดูฝน แต่จะต้องพิจารณาประกอบกับระบบ การปลูกพืชและพันธุ์ที่ใช้ด้วย

มะหุงพันธุ์พื้นเมืองมีอายุยาว เกษตรกรมักปลูกเป็นพืชรองและปลูกร่วมกับพืช ไร่ชนิดอื่น ดังนั้นจึงอาจปลูกได้ตั้งแต่ต้นปลูกฝน แต่ถ้าจะปลูกเป็นพืชหลักหรือในเชิงการค้า แล้ว พันธุ์พื้นเมืองอาจจะไม่เหมาะสมเนื่องจากสาเหตุหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มีอายุยาว ผลผลิตต่ำ และผลแตกง่าย ดังนั้นพันธุ์ที่จะใช้ปลูกในเชิงพาณิชย์จึงควรเป็น พันธุ์ประเภทล้มลุก อายุสั้น ซึ่งหลังจากการเก็บเกี่ยวแล้วจะตัดต้นทิ้งไป แล้วปลูกใหม่ ในฤดูต่อไป เนื่องจากมะหุงต้องการน้ำน้อย ดังนั้นการปลูกมะหุงอาจปลูกได้ทั้งต้นและ ปลายฤดูฝน ซึ่งในการปลูกนั้นอาจจะปลูกเป็นพืชหลัก หรืออาจปลูกเข้าระบบการปลูกพืช ไร่ชนิดอื่นได้ ทั้งในรูปของการปลูกเป็นพืชแซม พืชหมุนเวียน หรือผสมผสานกับพืชอื่นก็ได้

ฤดูแล้ง ในบริเวณที่มีน้ำชลประทานสามารถปลูกมะหุงได้ผลดีเช่นเดียวกับการ ใช้น้ำจากฝนตามธรรมชาติ แม้แต่การปลูกโดยอาศัยความชื้นในดินในบริเวณที่มีความ ชื้นดีหลังจากการเก็บเกี่ยวแล้วก็ยังสามารถกระทำได้ อย่างไรก็ตามการปลูกมะหุงใน ฤดูแล้งในประเทศไทยไม่ใช่วิธีที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติกันอยู่ในขณะนี้

มะหุงสามารถปลูกได้ทั้งต้นฤดูฝนคือระหว่างเดือนเมษายน - พฤษภาคม หรือ ปลายฤดูฝนในระหว่างเดือนกรกฎาคม - สิงหาคม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การกระจายของฝนหรือ ปริมาณการตกของฝน การปลูกปลายฤดูฝนจะทำให้มีต้นเตี้ย จำนวนช่อดอกและทรงพุ่ม น้อย ดังนั้นถ้าเราปลูกปลายฤดูฝนควรปลูกให้ดีกว่าการปลูกต้นฤดูฝน

2.4.9. วัสดุขยายพันธุ์

เท่าที่ปฏิบัติกันอยู่ในปัจจุบันนี้การปลูกมะหุงเพื่อเป็นการค้านั้นใช้เมล็ดพันธุ์ เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ดังนั้นก่อนปลูกต้องเตรียมเมล็ดพันธุ์ให้เรียบร้อยเสียก่อน เพื่อ ความแน่นอนควรจะต้องทดสอบความงอกเสียก่อน เพื่อจะได้ทราบว่าต้องการปริมาณเมล็ด มากน้อยเพียงไร เมล็ดควรจะคลุกด้วยสารเคมีป้องกันเชื้อราเข้าทำลาย เช่นคลุกด้วย สารพวก carboxin เช่นที่มีชื่อการค้าว่า Vitavax อัตราประมาณ 2-3 กรัมต่อเมล็ดละ ทุ่ง 1 กก. เพื่อป้องกันการทำลายของเชื้อรา Sclerotium rolfsii ซึ่งเป็นเชื้อสา เหตุก่อให้เกิดต้นกล้าเน่า

2.4.10. การเตรียมดินและการปลูก

การเตรียมดินเหมือนกับการปลูกพืชไร่โดยทั่วไป ควรไถดินลึก 20-30 ซม. โดยเฉพาะดินที่มีดินล่างแข็ง มิฉะนั้นจะทำให้ละหุ่งแคะแกร็น ดินที่มีความชื้นมากเกินไปก็ทำให้ละหุ่งแคะแกร็นได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นดินที่ระบายน้ำไม่ดีจึงไม่เหมาะสำหรับการปลูกละหุ่ง การไถพรวนอาจกระทำได้ทั้งการใช้ไถจากแรงสัตว์หรือเครื่องทุ่นแรง การปลูกบนที่ดอนอาศัยน้ำฝนแต่เพียงอย่างเดียวไม่จำเป็นต้องยกร่อง ส่วนการปลูกในที่ลุ่มระบายน้ำไม่ได้ หรือการปลูกในฤดูแล้งที่มีการใช้น้ำชลประทานเข้าช่วยควรยกร่อง โดยให้สันร่องห่างกันระหว่าง 75-100 ซม.

ระยะปลูกขึ้นอยู่กับพันธุ์ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และน้ำเป็นหลัก โดยทั่วไปละหุ่งพันธุ์พื้นเมืองใช้ระยะปลูก 3 x 3 เมตร หรือ 3 x 2.5 เมตร ถ้าเป็นที่มีดินดีและมีปริมาณน้ำฝนตกเพียงพอแก่ความต้องการของพืช ควรขยายระยะปลูกให้ห่างออกไปอีกเล็กน้อย เพื่อให้ละหุ่งแตกกิ่งก้านสาขาและเจริญเติบโตได้เต็มที่ สำหรับพันธุ์ลุ่มลูก (อายุสั้น) สามารถปลูกโดยใช้เครื่องหยอดได้ โดยเว้นระยะระหว่างแถว 100 ซม. และระยะระหว่างหลุม 50 ซม. หากปลูกในฤดูแล้งระยะระหว่างแถวอาจแคบลงเหลือ 75 ซม. ส่วนระยะระหว่างหลุมอาจแคบกว่า 50 ซม. ก็ได้ ทั้งนี้เพื่อเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่ให้มากขึ้น เพื่อจะได้รับผลผลิตสูงขึ้นด้วย เพราะในฤดูแล้งปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโตค่อนข้างจำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องน้ำหรือความชื้นในดิน การใช้ระยะปลูกไม่เหมาะสมส่งผลถึงผลผลิตที่ต่ำ เช่นถ้าหากจำนวนต้นมากเกินไปจะเบียดเสียดกัน ทำให้ต้นแคะแกร็น และการปรุงอาหารไม่เต็มที่เนื่องจากไปบังซึ่งกันและกัน ในทำนองเดียวกันการปลูกห่างเกินไปทำให้เสียพื้นที่มาก ผลผลิตที่ได้จะต่ำ

อัตราปลูกของเมล็ดพันธุ์ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ หากใช้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพ มีอัตราความงอกสูง ควรปลูกหลุมละ 1 เมล็ด หากใช้ระยะระหว่างแถว 1 เมตร และระยะระหว่างหลุม 50 ซม. ถ้าเป็นประเภทลุ่มลูกซึ่งมีเมล็ดขนาดเล็กคือประมาณ 30-35 กรัมต่อ 100 เมล็ด จะต้องใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 1-1.2 กก.ต่อไร่ หากเมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้น อัตราเมล็ดพันธุ์ต่อไร่ก็จะสูงขึ้นด้วย

จากการทดลองอัตราปลูกละหุ่งประเภทลุ่มลูกที่จังหวัดชัยภูมิและเชียงใหม่พอสรุปได้ว่าอัตราปลูกที่ให้ผลผลิตสูงคือประมาณ 3,240 ต้นต่อไร่ อัตราดังกล่าวนี้ได้จากการใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 90-100 ซม. และระหว่างหลุม 40-50 ซม. จากผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า เมื่อใช้ละหุ่งพันธุ์ต้นเตี้ยหรือทรงพุ่มขนาดเล็ก ควรปลูกถี่กว่าพันธุ์ต้นใหญ่ หรือถ้าปลูกละหุ่งในฤดูแล้งก็ควรใช้ระยะแคบเช่นกัน เช่นระยะปลูกอาจเป็น 75 x 40 ซม. เป็นต้น

ความลึกของเมล็ด ควรหยอดเมล็ดให้ลึก 1 1/2-3 นิ้ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของดินและความชื้นในดิน ถ้าเป็นดินหนกอย่าหยอดเมล็ดให้ลึกมากนักจะทำให้ต้นอ่อนต้นตัวขึ้นมายาก และอาจจะเน่าเสียหายได้ง่ายเพราะความชื้นสูงเกินไป ตามธรรมชาติเมล็ดจะงอกโผล่พ้นระดับโดยใช้เวลา 10-20 วัน

2.4.11. ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ย

กลีกรไทยปลูกกะหล่ำกันตามระยะการกรมเป็นส่วนมาก คือมีการใส่ปุ๋ยกันน้อยมาก จึงทำให้ผลที่ได้ต่ำมาก ถึงแม้จะหล่ำสามารถขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิดแม้ในดินไม่ค่อยสมบูรณ์ แต่ควรใส่ปุ๋ยบ้างเพื่อช่วยให้การเจริญเติบโตดีขึ้น ควรใส่ปุ๋ยพร้อมกับการเตรียมดินครั้งสุดท้าย และคลุกเคล้าปุ๋ยให้เข้ากับดินให้ทั่วถึง การใส่ปุ๋ยภายหลังอาจจะทำเมื่อหล่ำมีอายุ 2-3 สัปดาห์ เมื่อคาดว่าจะมีฝนตกหลังจากการใส่ปุ๋ย หากไม่มีฝนตกควรให้น้ำเข้าช่วย

ปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับหล่ำนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของดิน ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ เช่นดินพระพุทธรบาทและกาญจนบุรี ไม่พบผลตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 6 กก.ต่อไร่เลย ส่วนดินของจังหวัดชัยภูมิควรใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 10 กก. P_2O_5 ต่อไร่ ส่วนปุ๋ยไนโตรเจนนั้นก็แตกต่างกันไป ดินจังหวัดกาญจนบุรีพบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพียง 5 กก.ต่อไร่ก็เพียงพอ ส่วนดินที่ไม่อุดมสมบูรณ์ของจังหวัดชัยภูมิควรใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 10 กก.ต่อไร่ ดังนั้นสามารถกล่าวอย่างกว้างๆ ได้ว่า ดินที่ไม่ค่อยอุดมสมบูรณ์ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนไม่เกิน 10 กก.ต่อไร่ หากเป็นดินดีควรใส่ไม่เกิน 5 กก.ต่อไร่

สำหรับปุ๋ยโปแตสเซียมนั้นอาจไม่จำเป็น เพราะจากการทดลองพบว่าไม่มีการตอบสนองต่อผลผลิตเลย แสดงว่าดินในประเทศไทยมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมสูงพอเพียงต่อการเจริญเติบโตของหล่ำ

สำหรับปุ๋ยผสมอาจใช้สูตร 5-10-0 สำหรับดินค่อนข้างดี และปุ๋ยสูตร 10-10-0 สำหรับดินไม่ค่อนข้างดี ส่วนดินดีอาจไม่จำเป็นต้องใส่เลยก็ได้ แต่พื้นที่นั้นควรจะได้รับปุ๋ยบ้างเมื่อปลูกพืชชนิดอื่น เพื่อรักษาสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินไว้ให้อยู่ในสภาพเหมาะสม

สำหรับปุ๋ยฟอสเฟตซึ่งนับว่ามีความสำคัญต่อพืชที่ให้เมล็ดซึ่งรวมถึงหล่ำด้วยในอเมริกาแนะนำให้ใส่ปุ๋ยชนิดนี้ 40-50 ปอนด์ต่อเอเคอร์ แต่จากการรายงานบางแห่งระบุว่าปุ๋ยฟอสเฟตจะทำให้ผลผลิตลดลง ฉะนั้นการจะให้ปุ๋ยชนิดนี้ควรตรวจให้รู้แน่ว่าดินขาดธาตุอาหารชนิดนี้จริง ๆ ข้อดีอย่างหนึ่งของปุ๋ยฟอสเฟตคือสามารถช่วยลดอัตราการแตกกระจายของเมล็ด (shattering of fruita)

จากผลการทดลองของกรมวิชาการเกษตรพบว่าสูตรปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับหล่ำคือ 1-2-1 คือ N 6 กิโลกรัม P_2O_5 12 กิโลกรัม และ K_2O 6 กิโลกรัมต่อไร่

2.4.12. การปฏิบัติและการดูแลรักษา .

การปราบวัชพืช หลังปลูกละหุ่งเสร็จจำเป็นต้องควบคุมวัชพืชด้วยการพ่นยาปราบวัชพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะแรกๆ และควรพ่นเมื่อดินมีความชื้น มิฉะนั้นจะไม่ได้ผล ยาที่ใช้ได้ดีและหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาดคือประเภทก่อนพืชงอก (preemergence) หรือหลังปลูก เช่น อะลาคลอร์ (alachlor) ซึ่งมีชื่อทางการหลายชื่อ ยาชนิดนี้สามารถควบคุมวัชพืชใบแคบและใบกว้างหลายชนิด แต่บางชนิดไม่สามารถควบคุมได้ อัตราที่ใช้แตกต่างกันตามชนิดของดิน ถ้าเป็นดินเหนียวควรใช้อัตราประมาณ 500 มล.ต่อไร่ ผสมน้ำพ่นคลุมให้ทั่วถ้าเป็นดินละเอียดหรือดินเหนียวควรเพิ่มอัตราเป็นประมาณ 750 มล.ต่อไร่ อย่างไรก็ตามควรอ่านฉลากที่ขวดก่อนใช้และปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัด

การใช้ยาปราบวัชพืช 2 ชนิดผสมกันเพื่อควบคุมวัชพืชทั้งพวกใบกว้างและใบแคบจะได้ผลดีกว่าการใช้เพียงชนิดเดียว ยาปราบวัชพืชบางชนิดจะใช้ผสมกันไม่ได้เพราะฉะนั้นก่อนจะใช้ต้องศึกษาให้ละเอียดถี่ถ้วน หรือสอบถามจากผู้รู้ มิฉะนั้นจะก่อให้เกิดโทษมากกว่าเป็นประโยชน์

การตายหญ้า ควรตายหญ้าช่วย 1 ครั้งเมื่อละหุ่งอายุประมาณ 1 เดือน ซึ่งจะตรงกับระยะการใส่ปุ๋ยพอดีถ้าหากไม่มีการใส่ปุ๋ยรองพื้นมาก่อน หลังจากตายหญ้าแล้วโรยปุ๋ยไปตามแถวปลูกตามด้วยการพูนโคนกลบปุ๋ยเหล่านั้น หลังจากนั้นละหุ่งจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วคลุมพื้นที่ ซึ่งจะทำให้การเจริญเติบโตของวัชพืชน้อยมาก

การใส่ปุ๋ย ถึงแม้ว่าละหุ่งสามารถขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิด แม้ในดินไม่ค่อยสมบูรณ์ แต่ควรใส่ปุ๋ยบ้างเพื่อช่วยการเจริญเติบโตโดยเฉพาะเมื่อปลูกในดินไม่ค่อยดี ควรใส่ปุ๋ยพร้อมกับการเตรียมดินครั้งสุดท้าย เพื่อคลุกเคล้าปุ๋ยให้เข้ากับดินและละหุ่งจะได้ใช้ปุ๋ยหลังจากงอกอย่างมีประสิทธิภาพ การใส่ปุ๋ยภายหลังอาจกระทำ เมื่อละหุ่งมีอายุประมาณ 3-4 สัปดาห์

ถ้าเป็นที่ป่าเปิดใหม่ดินยังมีความสมบูรณ์สูงก็ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย สำหรับดินที่เคยปลูกพืชอื่นๆ มาแล้วหรือดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ควรมีการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมเพื่อจะได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเพราะละหุ่งก็มีการตอบสนองต่อปุ๋ยเช่นเดียวกับพืชไร่อื่นๆ

ปุ๋ยเคมีที่ใช้คือปุ๋ยสูตร 15-15-15 หรือ 13-13-21 หรือปุ๋ยสูตรอื่นๆ ที่ใกล้เคียงกันนี้โดยใส่ในอัตรา 50-100 กิโลกรัม/ไร่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินแต่ละแห่ง การใส่ปุ๋ยให้ใส่เมื่อละหุ่งอายุได้ประมาณ 20-30 วันหลังจากงอก โดยโรยปุ๋ยให้ทางโคนต้นอย่างน้อย 15 เซนติเมตร แล้วพรวนกลบ

การป้องกันกำจัดโรคและแมลง ในช่วงการเจริญเติบโตของละหุ่งจะพบปัญหาที่สำคัญ 2 อย่างคือ เพลี้ยจักจั่นจะระบาดดูดน้ำเลี้ยงจากใบละหุ่ง และมักจะพบมากเมื่อฝนทิ้งช้วนาน อีกปัญหาหนึ่งคือโรคทำลายข้อผล ซึ่งมักจะระบาดเมื่อปลูกละหุ่งในฤดูฝนหรือเมื่อละหุ่งแก่ในช่วงที่อากาศมีความชื้นสูง โรคและแมลงชนิดอื่นก็มีบ้าง แต่ไม่ค่อยเป็นปัญหามากนัก วิธีป้องกันกำจัดโรคและแมลงดูรายละเอียดในตอนท้ายของบทนี้

การเด็ดยอด โดยทั่วไปอาจกล่าวได้ว่าการเด็ดยอดจะช่วยทำให้ผลผลิตของละหุ่งเพิ่มขึ้น แต่การจะเพิ่มขึ้นหรือไม่ขึ้นแล้วแต่กรณี สำหรับพันธุ์พื้นเมืองซึ่งมีลักษณะแตกกิ่งมาก และช่อดอกไม่เด่น (apical dominance) การเด็ดยอดในระยะอายุพอเหมาะสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตได้ สำหรับพันธุ์อายุสั้นเช่น H 22 หรือ กำภู 1 การเด็ดยอดอาจไม่ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เนื่องจากพันธุ์เหล่านี้มีลักษณะช่อแรกขนาดใหญ่ การเด็ดยอดจะช่วยให้แตกกิ่งมากขึ้นแต่ข้อผลจะเล็กลง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้ผลผลิตลดลงได้ สำหรับละหุ่งพันธุ์พื้นเมืองแนะนำให้เด็ดยอดเมื่อต้นสูง 45-50 ซม. ส่วนพันธุ์อายุสั้นไม่แนะนำให้เด็ดยอด

2.4.13. การพัฒนาการระยะการเจริญเติบโตของละหุ่ง

เมล็ดละหุ่งจะงอกเมื่อมีอุณหภูมิเหมาะสมประมาณ 31°C (ต่ำสุด $14-15^{\circ}\text{C}$ และสูงสุด $35-36^{\circ}\text{C}$) และความชื้นพอเพียง เมล็ดจะดูดน้ำเข้าไป 28-32 % ของน้ำหนักเมล็ด เมล็ดที่มีน้ำมันน้อยจะดูดน้ำมากกว่าเมล็ดที่มีน้ำมันมาก ดังนั้นเมล็ดเล็กจึงงอกได้เร็วกว่าเมล็ดใหญ่ เมล็ดที่งอกออกมามีสภาพปกติ ต้นกล้าจะมีรากแก้วและรากขนอ่อน ลำต้นอ่อนสมบูรณ์และแข็งแรง หลังจากนั้นจะพัฒนาต่อไปเป็นต้นใหญ่ระยะของการพัฒนาแตกต่างกันตามชนิดของละหุ่ง ซึ่งชาวรัสเซียได้แบ่งขั้นตอนออกเป็น 12 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1	การงอกของเมล็ดใช้เวลา 7-18 วัน เมล็ดดูดน้ำ บวมรากโผล่ ลำต้นอ่อนตั้งใบเลี้ยงชูขึ้นเหนือผิวดิน
ระยะที่ 2	การสร้างใบจริงคู่แรกใช้เวลา 7-17 วัน
ระยะที่ 3	ละหุ่งมีใบ 5-6 ใบ และตาข้างพัฒนา
ระยะที่ 4	เนื้อเยื่อตายอดพัฒนาเป็นตาดอกใช้เวลา 7-18 วัน
ระยะที่ 5	การพัฒนาของเนื้อเยื่อตาดอกใช้เวลา 10-17 วัน
ระยะที่ 6	การพัฒนาเนื้อเยื่อของละอองเกสรและรังไข่
ระยะที่ 7	การเติบโตของช่อดอก
ระยะที่ 8	ช่อดอกโผล่พ้นใบที่ห่อหุ้ม ละอองเกสรแบ่งตัวเป็น 2 ลอน
ระยะที่ 9	ดอกบานและผสมเกสรใช้เวลา 10-21 วัน

ระยะที่ 10 การพัฒนาของผลและเมล็ด

ระยะที่ 11 เมล็ดเริ่มแก่ใช้เวลา 12-16 วัน

ระยะที่ 12 แก่ทั้งข้อใช้เวลา 14-16 วัน

อย่างไรก็ตามจากระยะ 3 ถึง 4 ขึ้นอยู่กับพันธุ์ พันธุ์ที่มีอายุยาวอาจใช้เวลา 50-70 วัน สำหรับพันธุ์อายุสั้นระยะที่ 4 อาจเริ่มขึ้นเมื่อละตู่มีใบจริง 2-3 ใบ หรือเมื่ออายุประมาณ 13-15 วันนับจากวันงอก

การแบ่งระยะการเจริญเติบโตเป็นระยะต่างๆ นั้น (V และ R) เป็นสากลนิยมและใช้กันทั่วโลก ทั้งนี้เพื่อเป็นการกำหนดระยะการเจริญเติบโตที่แน่นอนแทนที่จะใช้เวลาเป็นตัวกำหนดอายุ

2.4.14. โรคและแมลง

ศัตรูของละตู่มีจำนวนมากเช่นเดียวกับพืชไร่ชนิดอื่นๆ แต่มีเพียงบางชนิดเท่านั้นที่ทำความเสียหายให้มาก การควบคุมหรือการป้องกันกำจัดจะช่วยให้ละตู่ได้ผลผลิตสูง แต่เมื่อใดจึงต้องดำเนินการป้องกันกำจัดนั้น ตามหลักการบริหารศัตรูพืชก็คือเมื่อมีศัตรูมากพอที่จะทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจ และการควบคุมศัตรูก็ต้องทำหลายวิธีควบคู่กันไป เช่น การเชดกรรม การปลูกพืชหมุนเวียน ใช้พันธุ์ต้านทาน ควบคุมโดยชีววิธีและใช้สารเคมี เป็นต้น

โรคละตู่เกิดจากเชื้อสาเหตุหลายชนิด เช่น เชื้อรา แบคทีเรีย และไส้เดือนฝอย โรคที่ทำความเสียหายให้กับละตู่ที่ปลูกในประเทศไทยมี 10 ชนิด ที่สำคัญที่สุดขณะนี้มี 3 ชนิด

โรคกล้าเน่า (seedling blight หรือ seedling rot)

ต้นอ่อนละตู่หลังจากงอกใหม่ๆ มักจะถูกทำลายโดยเชื้อรา เช่น *Sclerotium rolfsii* และ *Rhizoctonia solani* ซึ่งต้นกล้าจะเหี่ยวและยืนต้นตาย มักระบาดเมื่ออากาศมีความชื้นสูงและร้อนอบอ้าวในฤดูฝน

เชื้อชนิดแรกจะเข้าทำลายโคนต้นกล้า มีเส้นใยสีขาวและมีเม็ด *sclerotia* สีน้ำตาลอยู่ด้วย ส่วนเชื้อราชนิดหลังจะทำลายระบบท่อน้ำที่อาหารของต้นกล้า ทำให้ต้นกล้าเน่าเป็นสีน้ำตาล โคนต้นก็เหี่ยวคอด จะลามจากรากขึ้นสู่ข้างบน

การป้องกันกำจัด

1. ถอนต้นที่เป็นโรคเผาทำลาย
2. หลีกเลี่ยงการปลูกละตู่ ในแปลงที่มีโรคระบาด

3. ควรคลุกเมล็ดก่อนปลูกด้วยสารเคมี เช่น Captan หรือ Vitavax อัตรา 2.5 กรัม คลุกเคล้าแห้งกับเมล็ด 1 กิโลกรัม

โรคต้นเหี่ยว (Phytophthora wilt)

เกิดจากเชื้อสาเหตุ Phytophthora parasitica Dast. ซึ่งอยู่ในดิน โดยเชื้อจะเข้าทำลายตั้งแต่ระยะกล้าจนถึงโต ใบเลี้ยงและลำต้นจะเป็นแผลคล้ายถูกน้ำร้อนลวก ต้นจะเหี่ยวตายในที่สุด ถ้าต้นโตแล้วอาการจะมีใบล่างเหลืองคล้ายกับอาการถูกน้ำขังหรือขาดธาตุอาหาร ต่อมาก็กิ่งใบ เมื่อถอนดูจะพบระบบรากถูกทำลายเป็นแผลเน่าเปื่อยสีดำ

การป้องกันกำจัด

1. หลีกเลี่ยงการปลูกลงหลุมในที่ที่มีน้ำขังและในที่ที่เคยมีโรคระบาดมาก่อน
2. เผาทำลายต้นที่เป็นโรค
3. คลุกเมล็ดด้วยสารเคมีก่อนปลูก โดยใช้ Agron หรือ Redomyl

อัตรา 3 กรัมต่อเมล็ด 1 กก.

โรคราสีเทา (gray mold หรือ capsule rot)

เกิดจากเชื้อสาเหตุ Botrytis ricini ในบางแห่งอาจเกิดจากเชื้อ Sclerotinia ricini เชื้อราจะเข้าทำลายตั้งแต่ระยะเริ่มติดช่อจนถึงเป็นผลระบด เมื่ออากาศมีความชื้นสูง เช่นในฤดูฝน หรือฤดูหนาวเมื่อมีหมอกมาก จะสังเกตเห็นช่อดอกเน่าเป็นสีน้ำตาลและมีเส้นใยสีขาวปกคลุมทั่วทั้งช่อ เมื่อสปรอยน้ำจะมีสีเทาปลิวไปตามลม เมื่อระบดมากจะทำให้ช่อเน่าเสียหายมาก ผลจะร่วงก่อนแก่ โรคนี้อาจเกิดกับใบได้โดยใบจะเน่า

การป้องกันกำจัด

1. หลีกเลี่ยงการปลูกลงหลุมในฤดูฝนชุกหรือมีหมอกจัด เมื่อลงหลุมถึงระยะออกช่อควรมีฝนน้อย
2. ควรฉีดสารเคมีป้องกันเมื่อปลูกลงหลุมในฤดูฝนชุก ใช้สารเคมี 2 ชนิด ฉีดพ่นทุก 15 วัน สลับกัน คือแคปแตนและคาร์เบนดาซิม

โรคอื่นๆ

โรคละหุ่งที่พบแต่ไม่ทำความเสียหายให้มากนัก ปีหลายชนิด เช่น

1. โรคใบจุด เกิดจากเชื้อ 3 ชนิด คือ *Carcospora ricinella*, *Alternaria ricini* และ *Curvularia* sp. ใบจุดที่เกิดจากเชื้อ *Cercospora* มีลักษณะจุดสีน้ำตาล เกิดกับใบล่างก่อนแล้วลามขึ้นข้างบน แผลขนาดเล็ก ประมาณ 5 มม. เมื่อเป็นโรครุนแรงทำให้ใบร่วงได้

2. โรค *Alternaria leaf spot* จะเกิดกับละหุ่งทุกระยะตั้งแต่ ต้นกล้าจนโต ใบมีลักษณะเป็นจุด ขนาดไม่แน่นอน ส่วน *Curvularia leaf spot* มีแผลสีน้ำตาล มีวงซ้อนกันเป็นชั้นๆ ขนาดแผลไม่แน่นอน

3. โรคลำต้นเน่า เกิดจากเชื้อรา *Phoma ricini* มีลักษณะอาการ ใบแห้งกรอบ เมื่อผ่าลำต้นจะมีสีดำ สามารถป้องกันได้โดยคลุกเมล็ดก่อนปลูกด้วยสารพวกคาร์บอกซิน เช่น ไวตาแวกซ์หรือฉีดพ่นด้วยคาร์เบนดาซิม หรือ MBC เช่น Derosal หรือ Baviseen เป็นต้น

4. โรคลำต้นเน่า เกิดจากเชื้อรา 2 ชนิด คือ *Colletotrichum* sp. และ *Physalospora gregaria* เชื้อชนิดแรกจะทำลายก้านผลและก้านช่อทำให้เมล็ดลีบ และยังทำให้ลำต้นเน่าได้ด้วย นอกจากนั้นละหุ่งจะยืนต้นตายได้

ถึงแม้ว่าโรคละหุ่งหลายชนิดดังกล่าวนี้พบว่าระบาดน้อย แต่มีรายงานว่าพบในเกือบทุกแห่งที่มีการปลูกละหุ่ง ดังนั้นโรคบางชนิดอาจจะกลายเป็นโรคที่ระบาดรุนแรงได้ในอนาคต อย่างไรก็ตามในปัจจุบันนี้ยังไม่ค่อยมีการศึกษากันมากเกี่ยวกับโรคละหุ่งในประเทศไทย การป้องกันกันกำจัดโดยสารเคมีก็จำกัดอยู่เพียงโรคที่สำคัญๆ เท่านั้น การปรับปรุงพันธุ์เพื่อต้านทานโรคก็เป็นทางหนึ่งที่จะต้องมีการศึกษากันต่อไป

แมลงที่พบทำความเสียหายให้กับละหุ่งในประเทศไทยมีประมาณ 55 ชนิด แต่ที่พบว่ามีกระบาดทำความเสียหายให้มากมีเพียงไม่กี่ชนิด

หนอนเคียบละหุ่ง เป็นหนอนผีเสื้อกลางคืน สีน้ำตาลดำ มีลายสีขาวบนปีก เมื่อตัวหนอนออกจากไข่สีน้ำตาลแล้วเปลี่ยนเป็นสีเขียวเมื่อกินใบละหุ่ง ฉะนั้นระยะเป็นหนอนกินเวลา 9-12 วัน ซึ่งเป็นระยะที่ทำลายละหุ่ง

การป้องกันกำจัด

เนื่องจากธรรมชาติมีแมลงและศัตรูอื่นทำลายหนอนเคียบละหุ่งอยู่แล้วอย่างน้อย 5 ชนิด ที่สำคัญคือ แตนเบียน , *ICHNEUMONID* จุลธ *XANTHOPIMPLA* SP. ชนิดแรกมีความสำคัญที่คอยควบคุมไม่ให้หนอนเคียบละหุ่งระบาด ถึงอย่างไรก็ตามก็จำเป็นต้องใช้สารเคมีเมื่อพบว่ามีหนอนระบาดมาก เพราะธรรมชาติอาจควบคุมไม่ทัน

เพลี้ยจักจั่น เป็นแมลงศัตรูละหุ่งที่สำคัญและพบระบาดเสมอเมื่อมีการปลูก
ละหุ่ง ระบาดรุนแรงเมื่อฝนทิ้งช่วงหรืออากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ แมลงดูดกินน้ำเลี้ยง
จากใบละหุ่ง ทำให้ใบแห้งตาย จะวางไข่ไว้ใต้ใบละหุ่งโดยทางอวัยวะเพศเข้าไปวาง
ไข่ในใบ

การป้องกันกำจัด

ธรรมชาติศัตรูเพลี้ยจักจั่น คือ โรครา, MATARHIZIUM SP. แต่ฆ่าได้
จำนวนไม่มากนัก การใช้สารเคมีเท่านั้นจึงจะควบคุมการระบาดได้ผลดี ใช้สารเคมีชนิดเดียว
กันปราบหนอนคืบละหุ่ง

ไรแดง มักจะพบระบาดเมื่ออากาศแห้งหรือฝนทิ้งช่วงนาน จะดูดกินน้ำ
เลี้ยงได้ใบ การระบาดจะเริ่มที่ใบล่างแล้วลามขึ้นใบบน ไรแดงไม่ใช่แมลง

การป้องกันและกำจัด

การใช้สารเคมีเท่านั้นที่ได้ผล

แมลงอื่นๆ มีหนอนหลายชนิดที่ทำลายละหุ่ง แต่ไม่ค่อยรุนแรงมากเท่ากับ 3
ชนิดที่กล่าวแล้ว ศัตรูที่อาจจะพบบางครั้งบางคราวคือ หนอนบุ้ง , หนอนกระทุ้ง , หนอน
เขียวหวาน , มวนเขียว , หนอนร่าน เป็นต้น

การป้องกันและกำจัด

ปกติจะไม่ระบาดทำความเสียหาย นอกจากมวนเขียวที่อาจทำให้ผลร่วง
มาก 10 - 30 % ถ้าระบาดมากอาจใช้สารเคมีชนิดเดียวกับหนอนคืบก็ได้

อนึ่งการจะพิจารณาว่าเมื่อใดควรจะทำกรฉีดพ่นด้วยสารเคมีนั้น การทำลาย
จะต้องมากพอที่จะเกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจ การทดลองเพื่อที่จะทราบว่าละหุ่งสูญเสีย
ใบเท่าใดจึงจะมีผลต่อผลผลิต พบว่าการตัดใบละหุ่งออก 1/3 และ 2/3 ของใบทั้งหมดไม่ทำ
ให้จำนวนผลต่อต้น น้ำหนักผลต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดต่อต้นแตกต่างกัน การสูญเสียใบเมื่อละหุ่ง
อายุ 6-12 สัปดาห์ จะทำให้ผลผลิตลดลงมากกว่า เมื่อการสูญเสียใบในระยะอายุน้อยหรือมาก
กว่านี้ ตัวอย่างเช่น ถ้าตัดใบออก 1 ใน 3 เมื่อละหุ่งอายุ 4, 6, 8, 10, 12 และ 14
สัปดาห์หลังออก จะทำให้ผลผลิตลดลง 14, 19, 18, 32, 35 และ 11 % ตามลำดับ ถ้ามี
การสูญเสียใบ 2 ใน 3 เมื่อละหุ่งมีอายุดังกล่าวแล้วจะลดผลผลิตสูง 5, 10, 20, 23, 29

และ 13 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการสูญเสียใบทั้งหมดในระยะเวลาเดียวกัน จะทำให้ผลผลิตลดลง 15, 35, 32, 40, 31 และ 31 % ตามลำดับ จึงเห็นได้ว่าการสูญเสียใบของละตู่ในช่วงอายุ 6-12 สัปดาห์หลังออกจะมีผลต่อผลผลิตมาก แม้จะสูญเสียใบไปเพียง 1 ใน 3 ก็ตาม แสดงว่าเมื่อมีแมลงทำลายใบละตู่ในระยะละตู่อายุระหว่าง 6-12 สัปดาห์ จำเป็นต้องทำการฉีดสารเคมี

2.4.15. การเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษา (HARVESTING AND STORAGE)

การเก็บเกี่ยว อายุของการเก็บเกี่ยวละตู่แตกต่างกันตามพันธุ์ เช่นพันธุ์เมืองไทยส่วนมากจะมีอายุยาว 6-6 เดือน จากการปลูกพันธุ์พื้นเมืองไทยในฤดูฝนตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พบว่าทุกพันธุ์มีอายุออกดอกมากกว่า 70 วัน และมีรายงานว่าละตู่พันธุ์ชาวดำ แดงเข้ม ม่วงดำ ดำใหญ่ ขาวแดง หินอ่อน เทาแก่ และหินอ่อนหลังเหลือง ออกดอกเมื่ออายุ 58, 60, 66, 70, 74, 75 และ 94 วัน ตามลำดับหลังวันงอก ส่วนการปลูกศึกษาพันธุ์พื้นเมือง 4 พันธุ์ คือ ชาวดำ ขาวแดง ดำใหญ่ และดำสนิท ในเดือนมิถุนายน พบว่าโดยเฉลี่ยแล้วจะออกดอกเมื่ออายุประมาณ 71 วัน และเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุ 134 วัน นับจากวันปลูก อย่างไรก็ตามอายุเก็บเกี่ยวนี้ช่อละตู่ยังไม่แห้ง เพียงเริ่มเปลี่ยนสีของผลเท่านั้น ดังนั้นอายุที่ช่อแห้งจึงนานกว่านี้เล็กน้อย นอกจากนี้ก็มีรายงานว่าละตู่พื้นเมือง 5 พันธุ์จะออกดอกระหว่าง 52-99 วัน นับจากวันปลูกขึ้นอยู่กับฤดูปลูก สำหรับการศึกษาละตู่พันธุ์ H 22 พบว่าออกดอกเมื่ออายุประมาณ 53 วัน นับจากวันปลูก ช่อที่ 2 จะออกเมื่ออายุประมาณ 68 วัน ส่วนละตู่พันธุ์ H 78 จะออกดอกเมื่ออายุประมาณ 49 วัน จากวันงอก ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าอายุออกดอกและเก็บเกี่ยวแตกต่างกันตามพันธุ์และอาจจะขึ้นกับฤดูปลูกด้วย นอกจากนี้อิทธิพลสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ก็มีผลต่ออายุของละตู่ เช่น ถ้าปลูกชิดกันมากเกินไประยะที่เหมาะสมก็จะทำให้ดอกช่อเข้าไม่ได้ ความแห้งแล้งจะทำให้ละตู่เติบโตและออกดอกช้า แต่ถ้าขาดน้ำระยะหลังออกช่อแล้วจะทำให้ละตู่แก่เร็วขึ้น

การเก็บเกี่ยวละตู่จะต้องพิจารณาถึงอายุที่เหมาะสมของแต่ละพันธุ์ การเก็บเกี่ยวก่อนแก่จะมีผลถึงคุณภาพเมล็ดและปริมาณน้ำมัน น้ำมันในเมล็ดจะสูงที่สุดเมื่อเมล็ดแก่ ดังนั้นฤดูกาล ธาตุอาหาร และสภาพแวดล้อมจึงมีผลต่อปริมาณน้ำมันในเมล็ด เช่นในอินเดียพบว่าช่วงที่มีการสะสมน้ำมันในเมล็ดมากที่สุดคือประมาณ 20-70 วันหลังดอกบาน ในแคนาดารายงานว่าเมล็ดจะสะสมน้ำมันประมาณ 20 วันหลังดอกบาน ส่วนน้ำมันอีก 2 ใน 3 จะถูกสร้างขึ้นในอีก 20 วันต่อจากนั้น สำหรับโปรตีนจะสะสมเป็นเวลานานกว่าน้ำมัน ดังนั้นในเมล็ดอ่อนจะยังไม่มีสาร ricinoleic acid จนกว่าจะมีอายุ 20 วันไปแล้ว เมื่อเมล็ดอายุ 32 วัน จะมีปริมาณน้ำมันมากถึง 90 % ของกรดไขมันทั้งหมดใน

เมล็ด ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าควรจะเก็บเกี่ยวเมื่อผลหุ้มีอายุอย่างน้อย 52 วัน นับจากดอกบาน จึงจะได้ปริมาณน้ำมันมากที่สุด นอกจากนี้เมล็ดที่แก่ยังมีคุณภาพในแง่อัตราการงอกด้วย เช่นผลหุ้พันธุ์ H 22 ที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 65-98 วันหลังออกดอก 50 % จะมีอัตราการงอกสูงสุด เมื่อทดสอบด้วยวิธี standard germination test และ field emergence ก็สูงด้วยเมื่อเทียบกับเมล็ดที่อ่อนหรือแก่กว่านี้ นอกจากนี้ก็มีแนวโน้มว่าเมล็ดก็มีความแข็งแรงด้วย เพราะให้ต้นกล้าที่มีอัตราการเติบโตดี

จากข้อมูลดังกล่าวนี้จึงสามารถนำมาพิจารณาถึงอายุเก็บเกี่ยวผลหุ้เพื่อให้ได้ทั้งผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดดีด้วย อย่างไรก็ตามอายุที่เก็บเกี่ยวที่เหมาะสมจะต้องขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับพันธุ์และสภาพแวดล้อม พันธุ์ผลหุ้แต่ละพันธุ์อาจมีความแตกต่างกันในช่วงเวลาการเติบโตและการพัฒนาของเมล็ดดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาในแต่ละพันธุ์ว่าควรเก็บเกี่ยวเมื่อใด จากประสบการณ์โดยทั่วไปพอจะกล่าวอย่างกว้างๆ ได้ว่า ช่วงเวลาการแก่ของผลหุ้ในแต่ละช่อนั้นจะต้องใช้เวลาประมาณ 2 เดือนนับตั้งแต่วันดอกบาน ดังนั้นจึงพอจะตั้งเป็นเกณฑ์หยาบๆ ได้นับจากวันออกดอก (50 % ของจำนวนต้นที่ดอกบานในแต่ละพันธุ์) ไปอีกประมาณ 62 วัน ก็สามารถเก็บเกี่ยวได้ อย่างไรก็ตามบางพันธุ์อาจจะมีช่วงเวลาของการสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดสูงส่งสั้นกว่าหรือมากกว่า 60 วัน ที่สังเกตได้ง่ายก็คือผลในช่อนั้นเปลี่ยนเป็นสีเข้ม แต่ทั้งนี้จะต้องระมัดระวังการพิจารณาผิดพลาดเนื่องมาจากผลของโรคหรือความแห้งแล้งที่สามารถทำให้ผลมีลักษณะเหมือนกับการแก่ตามธรรมชาติได้

วิธีเก็บเกี่ยว เมื่อผลหุ้แก่จะต้องรีบเก็บทันที โดยเฉพาะพันธุ์พื้นเมือง เพราะผลจะแตกง่ายเมื่อแก่ ถ้าไม่เก็บก็จะร่วงหล่นเสียหาย แต่พันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วและเป็นประเภทอายุสั้นผลจะไม่แตกเมื่อแก่ เช่น พันธุ์กำภู ดังนั้นอาจจะรอไว้เก็บเกี่ยวพร้อมกันทั้งต้นพร้อมกับช่อชุดอื่นๆ ก็ได้ แต่ถ้าหากการแก่ของช่อแรกเกิดขึ้นเมื่ออากาศมีความชื้นสูงหรือยังมีฝนอยู่ ไม่ควรทิ้งช่อแก่ให้ตากผ่นาน เพราะจะทำให้เชื้อราเข้าทำลายเมล็ดภายในผล จึงควรเก็บมาตากแดดโดยการตัดทั้งช่อ ส่วนช่อชุดหลังก็เก็บเกี่ยวเมื่อแก่ ถ้าหากปลูกละหุ้ปลายฤดูฝนเมื่อถึงอายุแก่ก็จะเป็นช่วงที่ไม่มีฝน การเก็บเกี่ยวก็อาจจะรอเก็บพร้อมกับช่ออื่นก็ได้ เพื่อเป็นการประหยัดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าหากมีการเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องเก็บเกี่ยวดังที่กระทำในบางประเทศ

การเก็บเกี่ยวผลหุ้ในประเทศไทยยังใช้วิธีตัดทั้งชีมาตากแดด แล้วกะเทาะโดยใช้ไม้เล็กๆ เคาะค่อยๆ บนกองผลหุ้พื้นเมือง เมล็ดก็จะหลุดออกมา ส่วนผลหุ้ประเภทล้มลุกที่ผลแตกยาก การกะเทาะโดยวิธีนี้ไม่ได้ผล จึงต้องใช้เครื่องกะเทาะขนาดเล็ก เช่น ชนิดมือหมุน หรือใช้เครื่องยนต์ขนาดเล็ก ส่วนในประเทศที่พัฒนาแล้วการเก็บเกี่ยวจะใช้

เครื่องจักรกลที่เข้าไปเก็บเกี่ยวในไร่และกะเทาะออกมาเป็นเมล็ดเลย ในบางประเทศ แอฟริกาใต้ ประดิษฐ์กระบองที่มีรอยผ่าด้านข้างสำหรับรูดผลหลุดออกจากข้อที่ติดอยู่บนต้น ส่วนด้านตรงข้ามกับรอยผ่าจะมีมือถือ

การเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องจักรกล (mechanized harvesting) ที่ทำในบางประเทศจะมีประสิทธิภาพเมื่อปลูกผลทุ่งพวักต้นเดี่ยว ซึ่งมีความสูงพอเหมาะกับเครื่องจักร ในประเทศเหล่านั้นธรรมชาติจะช่วยให้ผลทุ่งแห้งตายเนื่องจากอากาศหนาว เมื่อผลทุ่งตายข้อช่อดอกต่างๆ ยั้งอ่อนอยู่และมีใบติดด้วย ซึ่งจะร่วงหล่นที่หลัง แล้วจึงใช้เครื่องเก็บเกี่ยว ส่วนบางแห่งที่อากาศไม่หนาวเย็นจนฆ่าต้นตาย ก่อนเก็บเกี่ยวอาจจำเป็นต้องใช้สารเคมีฆ่าเพื่อให้ส่วนต่างๆ แห้งและร่วงก่อนที่จะเก็บเกี่ยว เช่นการใช้ Dinitro และ Gramoxone หรือ Parquat

สำหรับในประเทศไทย การปลูกผลทุ่งในสภาพปัจจุบันนี้เหมาะสำหรับการเก็บเกี่ยวด้วยมือเท่านั้น เช่น การตัดทั้งข้อ การใช้เครื่องเก็บเกี่ยวคงไม่มีโอกาสเป็นไปได้ในช่วงเวลานี้

การกะเทาะ ควรกะเทาะผลทุ่งเมื่อแห้ง ซึ่งจะทำให้ง่ายเพราะเปลือกผลจะบิดงอและแตกง่ายเมื่อแห้ง การใช้ไม้เคาะเบาๆ กับผลทุ่งพื้นเมืองก็ต้องทำหลังจากที่ผลทุ่งแห้งสนิท ส่วนพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นใหม่จะต้องใช้เครื่องมือช่วยจึงจะทำได้รวดเร็วกว่าการกะเทาะด้วยมือ

การกะเทาะด้วยเครื่องมือหมุนก็ต้องใช้ผลทุ่งที่ตากแห้งดีแล้วใส่ในเครื่อง ในขณะที่หมุนชิ้นส่วนของผลจะบดขยี้ผลให้แตก เมล็ดก็จะลอดช่องหล่นยังพื้นข้างล่างพร้อมกับเปลือก จากนั้นก็นำไปทำความสะอาด

เครื่องกะเทาะขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้รวดเร็วและทำความสะอาดเมล็ดไปพร้อมๆ กัน เช่น เครื่องกำแพงแสน 1 ที่ประดิษฐ์โดยคณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งพัฒนามาจากเครื่องต้นแบบ Brasi จากประเทศบราซิล เครื่องดังกล่าวมีประสิทธิภาพดีที่สามารถกะเทาะผลทุ่งทั้งเปลือกได้ชั่วโมงละประมาณ 700 กิโลกรัม จะได้เมล็ดที่สะอาดถึง 99 เปอร์เซ็นต์ มีเมล็ดดีถึง 98.16 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดไม่กะเทาะที่ยังมีเปลือกติดอยู่ประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ จึงนับว่ามีประสิทธิภาพดีมาก และทำงานได้รวดเร็วพอควร แต่ราคาค่อนข้างแพงสำหรับเกษตรกรรายย่อย

การเก็บรักษา หลังจากกะเทาะแล้ว เมล็ดที่ได้นับว่าสะอาดและแห้งดีแล้ว จึงสามารถนำไปเก็บโดยบรรจุในภาชนะหรือกระสอบป่าน กระสอบพลาสติกไว้รอจำหน่าย ควรเก็บผลทุ่งไว้ในที่แห้ง เมล็ดผลทุ่งที่ตากแห้งและกะเทาะแล้วนี้จะมีความชื้นค่อนข้างต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 6-7 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

ส่วนเมล็ดที่จะใช้ทำพันธุ์ควรจะต้องคัดเลือกเก็บไว้เฉพาะเมล็ดที่สมบูรณ์ ไม่แตก หรือมีตำหนิ เมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวช่วงไม่มีฝนจะมีคุณภาพดี เมล็ดที่ดีควรจะเต็มเต่ง และมีสีสดใสตามลักษณะของพันธุ์ เมล็ดที่ขาดน้ำอาจจะมีลักษณะไม่สมบูรณ์เต่งตึง เมล็ดที่มีเชื้อราขึ้นบริเวณปลายเมล็ด ไม่ควรเก็บไว้ทำพันธุ์ เพราะความงอกจะเสื่อมเร็วและ เมล็ดจะไม่แข็งแรง ถ้าเมล็ดสมบูรณ์มีคุณภาพดี จะยังคงมีความงอกสูง แม้ว่าจะเก็บ เกี่ยวไว้ในสภาพห้องธรรมดาจนถึง 1 ปี ซึ่งไม่เหมือนกับเมล็ดพืชน้ำมันหลายชนิดที่เสื่อม ความงอกเร็ว อย่างไรก็ตามควรจะต้องคัดเลือกเมล็ดที่จะเก็บไว้ทำพันธุ์ด้วยสารเคมี เช่น แคปแทน เพื่อป้องกันเชื้อราเข้าทำลายเมล็ดหรือต้นกล้าเมื่อนำไปปลูก

ผลผลิต ผลผลิตละหุ่งพันธุ์พื้นเมืองอาจให้ผลผลิตสูงถึง 250 กก.ต่อไร่ แต่ต้องใช้ เวลายาวนานถึง 5-6 เดือนหรือกว่านี้ ทั้งนี้เพราะว่าพันธุ์พื้นเมืองส่วนใหญ่มีข้อเล็ก การ ปลูกห่างเพื่อให้แตกกิ่งก้านหรือการตัดยอดเพื่อให้ได้ผลผลิตมากขึ้น สามารถทำได้ แต่ใน เชิงการค้าคือการปลูกละหุ่งเป็นพืชเดี่ยวอาจจำเป็นต้องศึกษาหาคะยะปลูกที่เหมาะสมต่อไป สำหรับระยะปลูกที่ทางราชการแนะนำอยู่ในขณะนี้อาจจะห่างเกินไป จึงทำให้ผลการทดลองที่ผ่านมามีผลผลิตค่อนข้างต่ำ ยิ่งถ้าคิดระยะ เวลาประกอบด้วยแล้วผลผลิตต่อหน่วยเวลา ก็ ยิ่งต่ำมากลงไปอีก

สำหรับผลผลิตของละหุ่งที่ทำพันธุ์เข้ามาจากต่างประเทศเป็นประเภทล้มลุกมีการ ทดลองกันบ้าง จากการเปรียบเทียบพันธุ์ละหุ่งในหลายท้องที่ ปรากฏว่าให้ผลผลิตค่อนข้าง ต่ำและแปรปรวนไปตามพื้นที่ บางพันธุ์ให้ผลผลิตสูงกว่า 200 กก.ต่อไร่ นอกจากนั้นยัง พบว่าพันธุ์กัญ 1 และสายพันธุ์ใหม่ที่ทำการศึกษาคัดเลือกจากพันธุ์ H_{22} ให้ผลผลิตไม่แตกต่าง จากพันธุ์ H_{22} เลย จึงสามารถใช้ปลูกทดแทนพันธุ์ลูกผสมที่ทางราชการกำลังส่งเสริมให้ เกษตรกรปลูกอยู่ได้ในขณะนี้

สำหรับอนาคตของการปลูกละหุ่ง โดยเฉพาะพันธุ์ละหุ่งควรจะเปลี่ยนใช้พันธุ์อายุ สั้นที่ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ย และการดูแลรักษาที่ดี ควรปรับปรุงพันธุ์ใหม่มีความเหมาะสม กับสภาพพื้นที่ปลูกละหุ่งของประเทศจะเป็นแนวทางช่วยให้กลีกรสามารถเพิ่มจำนวนการ ปลูก และขยายเนื้อที่ปลูกเพื่อเพิ่มผลผลิตให้ได้เพียงพอับความต้องการของตลาด การผลิ ตละหุ่งก็จะต้องมีความแน่นอน สามารถควบคุมปริมาณผลผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของ ตลาด

ในการใช้พันธุ์ปลูกที่ดีกลีกรจะต้องทำการปลูก และดูแลรักษาอย่างดี มีการใส่ ปุ๋ย กำจัดวัชพืช และฉีดยาป้องกันกำจัดศัตรูพืช ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวนี้ย่อมจะต้องมีการ ลงทุนเพิ่มขึ้น และเป็นที่แน่นอนว่าผลผลิตต่อไร่จะต้องเพิ่มขึ้นอีกมาก กลีกรควรมีกาไร

จากการปลูกพืชนี้เมื่อเทียบกับการปลูกมะพร้าวตามระยะการกรมของกลีกรในอดีต เพื่อเป็นแรงจูงใจให้กลีกรดำเนินการผลิตต่อไป และมีการขยายการผลิตเพิ่มขึ้น

2.4.16. ประโยชน์ของมะพร้าว

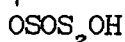
น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันที่มีประโยชน์มหาศาลชนิดหนึ่ง โดยใช้ทำ sebacic acid ที่เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตสารพวกเรซินและเส้นใยอื่นๆ น้ำมันที่เป็นชนิด Turkey Red ใช้ในอุตสาหกรรมย้อมสีเส้นใย พลาสติกแข็ง (hydrogenated oil หรือเรียก opalwa) ใช้ในอุตสาหกรรมวัสดุขัดเงา เครื่องสำอาง ครีมใส่ผมและน้ำยาเคลือบผิวโลหะ น้ำมันที่เป็นชนิด oxidized oil หรือ blown oil ใช้ทำผ้าพลาสติกและหนังเทียม เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้น้ำมันเบรคและน้ำมันหล่อลื่น ตลอดจนใช้เป็นวัตถุดิบบางอย่างในกิจการทางทหาร ใช้ในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ เช่น การศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซมของพืชบางชนิด โดยการแช่ส่วนของพืชในน้ำมันมะพร้าวให้โครโมโซมแตกแยกกัน และใช้สังเคราะห์กลั่นเทียมของดอกไม้และผลไม้บางชนิดด้วย

ใช้ในอุตสาหกรรม

Sebacic acid กรดนี้เตรียมได้โดยใช้ความร้อนสูงกับน้ำมันมะพร้าวและมีด่างอยู่ด้วยหรือโดยให้ทำปฏิกิริยากับกรดไนตริก แล้วนำไปใช้อุตสาหกรรมทำไนลอน หรือใช้ผลิตน้ำมันหล่อลื่นเครื่องบิน คือ dioctyl sebacate หรือเมื่อนำกรดที่ผลิตได้นี้ทำเป็นสารประกอบเอสเทอร์ สามารถนำไปผลิตสารประกอบเรซิน การผลิตกรดเซบาติก 1 ส่วน ต้องใช้น้ำมันมะพร้าว 3 ส่วน

Wax น้ำมันมะพร้าวที่มีลักษณะแข็งคล้ายขี้ผึ้งนี้เตรียมได้โดยเติมไฮโดรเจนให้ pale-pressed oil จึงเรียกว่า hydrogenated oil ซึ่งเปลี่ยนรูปเป็นผลิตภัณฑ์เรียกขี้ผึ้งเทียม มีจุดหลอมเหลวประมาณ 86 °C จากขี้ผึ้งเทียมนี้สามารถนำไปทำผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้อีกมากมาย เช่น 12-hydroxy stearic acid และมีผลพลอยได้คือ โซเดียมซัลเฟตและกลีเซอริน หรือใช้ขี้ผึ้งเทียมผลิตเป็นน้ำยาซักเงา จารบี และยาขัดรองเท้า เป็นต้น ผลพลอยได้ เช่น โซเดียมซัลเฟตสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมทำผงซักฟอก แก้ว และสีย้อมผ้า ส่วนกลีเซอรินซึ่งเป็นของเหลวใสนำไปทำลูกกวาด ยา และยาสีฟัน เป็นต้น

Turkey Red oil เตรียมจากการใช้กรดกำมะถันเข้มข้น หรือ cleum (fuming H_2SO_4) กับน้ำมันมะพร้าวที่อุณหภูมิ 25-30 °C เป็นเวลาหลายชั่วโมง จากนั้นก็ล้างและทำให้เป็นกลางกับ $NuOH$ ดังนั้นจึงเรียกน้ำมันที่ได้นี้ว่า $CH_3(CH_2)_8CHCH_2CH=CH(CH_2)_8COOH \rightarrow CH_3(CH_2)_8CHCH_2CH=CH(CH_2)_8COOH$



OH
ricinoleic acid

sulphonated ricinoleic acid

อย่างหนึ่งว่า sulphated castor oil ซึ่งก็คือการเกิดปฏิกิริยาเคมีของกรดกำมะถันกับ hydroxyl group ที่ตำแหน่งที่ 12 ของกรด ricinoleic แล้วได้สารประกอบเอสเทอร์ที่มีโมเลกุลของซัลเฟต ซึ่งมีคุณสมบัติทำให้เกิดการติดสีได้ง่ายเมื่อทำการย้อมผ้าขนสัตว์ และเส้นใยสังเคราะห์ เป็นต้น

Alkyd Resins สารประกอบพวกเรซินที่ได้จากน้ำมันละหุ่งมีประโยชน์มากในอุตสาหกรรมทำสารเคลือบผิวโลหะเครื่องใช้ต่างๆ เช่น ตู้เย็น เครื่องซักผ้า และอื่นๆ เป็นต้น พวกเรซินเตรียมได้จากพวก dehydrated oil

Blown oil เตรียมได้โดยให้อากาศผ่านเข้าไปทำปฏิกิริยากับน้ำมันละหุ่งที่อุณหภูมิ 80-130 °ซ จะทำให้น้ำมันเกิดความหนืดสูง มีความหนาแน่นมากเหมาะสำหรับนำไปทำพวกหนังเทียม พลาสติก หรือกาวเหนียว

Lubricating oil เนื่องจากน้ำมันละหุ่งมีความหนืดสูงคงสภาพได้ดีแม้มีส่วนผสมกับน้ำมันปิโตรเลียม ดังนั้นจึงนำไปใช้ในอุตสาหกรรมน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์

Nylon วัตถุดิบที่นำมาใช้ทำในลอน คือ sebacic acid จากน้ำมันละหุ่งจำนวน 3 ตัน จะได้ในลอน 1 ตัน

Perfume การที่โมเลกุลของ ricinoleic acid แตกตัวเมื่อได้รับความร้อนสูงกว่า 300 °ซ ที่ตำแหน่งคาร์บอน 11 และ 12 ได้ heptaldehyde กับกรด undecylenic จึงทำให้น้ำมันละหุ่งมีคุณสมบัติเหมาะสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เช่น นำไปผลิตน้ำหอมที่มีกลิ่นดอกไม้ เช่น กุหลาบหรือผลัดกลิ่นเทียมผลไม้ เช่น มะนาว กล้วย สาลี่ ท้อ และอื่นๆ เป็นต้น

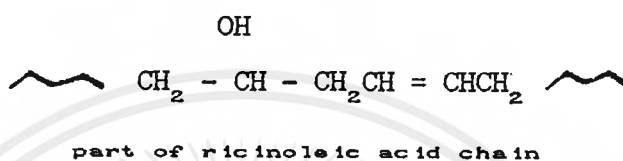
ใช้ในการแพทย์

เมื่อบีบน้ำมันละหุ่งโดยใช้อุณหภูมิปกติ (เรียกว่า cold press) ประมาณ 32-38 °ซ จะได้น้ำมันสีเหลืองอ่อน เมื่อนำไปฟอกสีและกรองทำความสะอาดแล้วจะได้น้ำมันที่ใช้ในทางการแพทย์ได้ เช่น ใช้เป็นยาระบายในระบบขับถ่ายในร่างกายเป็นส่วนผสมของครีมทางผิวหนังบางชนิด และยาคุมกำเนิด เป็นต้น

คุณสมบัติของน้ำมันละหุ่ง

น้ำมันละหุ่งประกอบด้วยกรดไขมันหลายชนิด ที่สำคัญคือ ricinoleic 80-96 %, oleic 3-4 %, linoleic 3-5 %, palmitic 1 %, stearic 0.3-1 % และ

dihydroxystearic 0.6–1.8 % นอกจากนี้มีพวก tocopherol (ซึ่งมีคุณสมบัติป้องกัน oxidation ทำให้ไม่เหม็นหืน) ประมาณ 0.05 % (หรือน้อยกว่านี้ ถ้าผ่านกระบวนการ refinery แล้ว ซึ่งจะทำให้เกิด oxidation ได้ง่ายกว่าเมื่อเป็นน้ำมันดิบ) อย่างไรก็ตามส่วนประกอบต่างๆ เหล่านี้อาจแตกต่างกันออกไป ขึ้นกับพันธุ์ อายุการเก็บเกี่ยว และแหล่งปลูก ตลอดจนกระบวนการสกัดน้ำมัน ดังนั้นจึงมีการกำหนดมาตรฐานของน้ำมันและผลิตภัณฑ์จากน้ำมันและหุงไว้ สำหรับเกรด 1 ของอังกฤษนั้นเป็นน้ำมันที่ได้จากการบีบแบบ cold press ส่วนชนิดอื่นได้จากวิธีสกัดด้วยกรรมวิธีอื่น



การส่งเสริมละหุ่งออกจำหน่ายต่างประเทศจากประเทศผู้ผลิตต่างๆ น่าจะได้รับการเปลี่ยนมาเป็นการสกัดน้ำมันในประเทศ และใช้กากละหุ่งเป็นปุ๋ย นอกจากนี้น้ำมันที่สกัดได้ยังสะดวกในการขนส่งและลดค่าเสียหายในการส่งอีกด้วย กากละหุ่งสามารถใช้เสริมคุณภาพของปุ๋ยได้ (conditioning fertilizer) สามารถใช้เป็นปุ๋ยเสริมธาตุอาหารที่จำเป็นต่างๆ ได้เป็นอย่างดี กากละหุ่งที่อัดเป็นเม็ดแล้ว อาจใช้เป็นปุ๋ยโดยตรงหรือผสมกับปุ๋ยเคมีอื่นๆ ได้

กากละหุ่งโดยเฉลี่ยจะมีไนโตรเจน 5.4% ฟอสเฟต (P_2O_5) 1.8% โพแทส (K_2O) 1.0% แคลเซียมและแมกนีเซียม ($\text{CaO} + \text{MgO}$) 0.75% ไนโตรเจน จัดอยู่ในรูปของอินทรีย์วัตถุที่สลายตัวอย่างช้าๆ ซึ่งนับว่ามีประโยชน์อย่างยิ่งในสภาพของดินแถบบ้านฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์กับพืชมากกว่าฟอสฟอรัสในปุ๋ยเคมีทั่วๆ ไป เมื่อเทียบในจำนวนที่เท่ากัน

2.5. กรรมวิธีการผลิตน้ำมันละหุ่ง

ขบวนการผลิตน้ำมันและกากละหุ่ง

ของ

บริษัทสยามน้ำมันละหุ่ง จำกัด

การผลิตน้ำมัน และกากละหุ่งของบริษัท สยามน้ำมันละหุ่ง จำกัด แบ่งได้ เป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ ดังนี้

ขั้นตอนการเตรียมและบีบน้ำมัน (PREPARATION)

ขั้นตอนการสกัด (EXTRACTION)

ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพน้ำมัน (REFINERY)

ซึ่งทั้ง 3 ขั้นตอนสามารถกล่าวโดยย่อได้ดังนี้

2.5.1. ขั้นตอนการเตรียมและบีบน้ำมัน (PREPARATION)

เป็นขั้นตอนเริ่มต้นของกระบวนการผลิตน้ำมันละหุ่ง โดยเมล็ดละหุ่งที่ส่งมาจากเกษตรกรมีขนาดที่แตกต่างกันและมีสิ่งเจือปนหลายอย่าง ซึ่งต้องทำความสะอาด ขจัดสิ่งเจือปนเหล่านั้นออก อีกทั้งเป็นการเตรียมลักษณะของวัตถุดิบให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่อไป

ถังเก็บเมล็ด
(SEED SILO)

เป็นถังบรรจุเมล็ดละหุ่งที่มีขนาดบรรจุประมาณ 120 ตัน เนื่องจากเมล็ดละหุ่งที่เกษตรกรส่งเข้าโรงงานในลักษณะบรรจุกระสอบ น้ำหนักกระสอบประมาณ 60-100 กก. จึงต้องเปิดกระสอบเทเมล็ดเก็บในถัง เพื่อรอเข้ากระบวนการผลิตต่อไป

เครื่องชั่งเมล็ด
(DUMPING WT.)

เมล็ดจากถังเก็บจะไหลลงสู่เครื่องชั่ง เพื่อชั่งน้ำหนักเมล็ดที่เข้ากระบวนการผลิตจริง

เครื่องร่อนแยก
(SEED CLEANING)

เป็นเครื่องจักรที่ใช้แยกสิ่งเจือปนออกจากเมล็ดที่ผ่านเครื่องชั่งมาแล้วสิ่งเจือปนดังกล่าว ได้แก่ ไม้, หิน, เปลือกและเหล็ก เป็นต้น การแยกใช้วิธีแยกใช้วิธีแยกตามขนาดที่ไม่เท่ากันออกคงเหลือสิ่งเจือปนบางส่วนที่มีขนาดเล็กใกล้เคียงกับเมล็ดละหุ่ง โดยเหล็กจะถูกแม่เหล็กดูดแยกออกก่อนส่งเข้าอบไล่ความชื้นอีกครั้ง

ห้องอบไล่ความชื้น
(HOT AIR CONDITION)

เนื่องจากเมล็ดละหุ่งมีความชื้นอยู่ประมาณ 7-10 % ซึ่งสูงเกินไป จึงต้องอบไล่ความชื้นด้วยลมร้อนที่เป่าผ่านแผงไอน้ำร้อนเพื่อลดความชื้นให้เหลือประมาณ 3-4%

เครื่องบีบน้ำมัน
(FILLING PRESS)

ใช้ระบบไฮดรอลิกอัดเมล็ดที่มีความชื้นต่ำ ซึ่งมีน้ำมันในเมล็ดประมาณ 40-45% โดยในขั้นตอนนี้จะอัดเมล็ดให้แน่นเต็มกระบอกอัด แล้วส่งเข้าเครื่องบีบน้ำมันอีกชุดหนึ่ง ที่ทำหน้าที่อัดย้ำ

เครื่องบีบน้ำมัน

ใช้ระบบการอัดด้วยไฮดรอลิกเช่นกัน จะทำหน้าที่อัดย้ำให้เมล็ด

(FINISHING PRESS) สะเด็ดน้ำมันที่ค้างอยู่จากเมล็ดที่ออกจากขบวนการนี้ จะเรียกว่า CAKE ซึ่งจะยังมีน้ำมันค้างอยู่ประมาณ 10 % ในช่วงการผลิตช่วงนี้จะเกิดผลผลิต 2 ประเภท คือกากเมล็ดและน้ำมันดิบ (CRUDE OIL) ซึ่งจะกล่าวภายหลังในขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพน้ำมัน (REFINERY) ต่อไป

ถึงเก็บกาก เป็นถึงเก็บกากเมล็ดที่ผ่านการบีบน้ำมันแล้ว ซึ่งมีความจุประมาณ 60 ตัน เพื่อรอส่งเข้าขั้นตอนการเตรียมกากสกัดน้ำมัน

เครื่องชอยกาก ซึ่งมีขนาดใหญ่และหนาทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาด ของเมล็ดที่เข้าทำการผลิต เพราะขนาดที่ใหญ่และหนา ไม่เหมาะสมที่จะนำไปสกัดแยกน้ำมันที่ค้างอยู่ในเนื้อ เนื่องจากการไหลซึมของสารสกัดไม่สามารถแทรกซึมเข้าล้างน้ำมันในเนื้อกากได้ทั่วถึง และต้องใช้เวลาในขั้นตอนการสกัดมาก จึงต้องชอยกากให้มีขนาดเล็กลง โดยเครื่องชอยกาก

เครื่องบกกาก ในทำนองเดียวกัน จากเหตุผลข้างต้น กากที่ชอยแล้วยังมีความหนาอยู่ จึงต้องบดให้มีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ

2.5.2. ขั้นตอนการสกัดน้ำมัน (EXTRACTION)

CAKE ที่ผ่านการบีบแล้วยังคงมีน้ำมันละหุ่งค้างอยู่ จึงต้องชะล้างน้ำมันละหุ่งนั้นออกจนหมดด้วยวิธีสกัดโดยใช้สารสกัด (SOLVENT) นอกจากนั้นในขั้นตอนนี้ยังทำหน้าที่ควบคุมการสูญเสียของสารสกัด ให้สามารถนำกลับไปใช้งานได้อีก และอบไล่สารพิษที่มีอยู่ในเนื้อกากด้วย

ถึงสกัด มีลักษณะทรงกลมภายในถึงแบ่งเป็นช่องๆ CAKE ที่ผ่านการเตรียมแล้ว จะถูกบ่อนลงในช่องถึงแล้วฉีดสารสกัด (SOLVENT) ซึ่งใช้ HEXANE เป็นตัวทำลายแยกน้ำมันละหุ่งออกจากเนื้อ และไหลลงสู่ตอนล่างของถึง

ถึงอบกาก เป็นถึงที่ใช้ในการอบกากที่ผ่านการสกัดเอาน้ำมันออกหมดแล้ว และกากจะดูดซับเอาสารสกัดไว้แทนที่ การอบนี้จะใช้ความร้อน

จากไอน้ำร้อน ที่อุณหภูมิ 120 ซ. ด้วยความดันไอน้ำ 3 กก./ ซม. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทั้งนี้เพื่อไล่สารสกัดในเนื้อให้เป็น ไอน้ำมัน อีกทั้งเป็นการทำลายสารพิษที่อาจตกค้างอยู่ด้วยในเวลาเดียวกัน

ถังเก็บกาก (MEAL SILO)	กากที่ปราศจากน้ำมันละหุ่งและสารสกัดแล้ว จะถูกส่งเข้าเก็บในถังเก็บกาก ที่มีขนาดบรรจุประมาณ 60 ตัน
กากบรรจุถุง (MEAL PACKING)	กากจากถังเก็บกากจะบรรจุลงในถุงพลาสติก โดยแต่ละถุงจะมีน้ำหนัก 50 กก. เพื่อรอส่งจำหน่ายเป็นปุ๋ยกากละหุ่งต่อไป
หอกลั่นแยกน้ำมัน (DISTILLATION)	น้ำมันที่ออกจากสกัดจะเป็นน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันละหุ่งกับสารสกัด ซึ่งเรียกว่า MISCELLA หอกลั่นจะทำหน้าที่แยกสารสกัดออกจากน้ำมันละหุ่ง โดยอาศัยหลักการของอุณหภูมิการกลายเป็นไอของสารที่แตกต่างกัน โดยใช้ความร้อนจากไอน้ำร้อนที่อุณหภูมิถึงจุดกลายเป็นไอของสารสกัดซึ่งต่ำกว่า น้ำมันละหุ่ง ไอสารสกัดจะลอยขึ้นตอนบนของหอกลั่นและถูกดูดโดยใช้ปั๊มสุญญากาศ (VACUUM PUMP) นำไอสารสกัดนี้ไปรวมกับไอสารสกัดที่เกิดขึ้นจากถังอบกาก (TOASTER) ส่งเข้าหอจับไอน้ำมัน (ABSORPTION) ต่อไป
หอจับไอน้ำมัน (ABSORPTION)	จะทำหน้าที่ควบแน่นไอสารสกัดด้วยความเย็น ไอสารสกัดจะกลั่นตัวเป็นของเหลวอีกครั้งรวมถึงการจับไอสารสกัดในส่วนที่ติดกับลมระบายก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ
ถังแยกสารสกัด (SOLVENT SEPARATION)	สารสกัดที่อยู่ในสภาพของเหลวที่ได้จากหอจับไอน้ำมันนั้นอาจมีสิ่งเจือปนอื่นอีก เช่น น้ำ เป็นต้น ซึ่งอาจเดือดกลายเป็นไอดูตามมากับไอของสารสกัดด้วย จึงต้องแยกเอาสิ่งเจือปนนั้นออกจากสารสกัด แล้วส่งสารสกัดที่สะอาดส่งกลับเข้าถังสกัด เพื่อใช้ในการสกัดต่อไป

ถึงเก็บน้ำมันดิบ (CRUDE OIL) จะบรรจุน้ำมันดิบซึ่งมี 2 ประเภท คือน้ำมันดิบที่ได้จากการบีบด้วยไฮโดรลิค และน้ำมันดิบที่ได้จากการสกัดแยกเก็บต่างหากจากกัน ในการส่งเข้าขบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำมัน (REFINERY) ได้แยกแต่ละประเภทของน้ำมันไม่ปนกัน

2.5.3. การปรับปรุงคุณภาพ (REFINERY)

น้ำมันดิบที่ได้จากการบีบด้วยไฮโดรลิคและจากการสกัดยังมีสิ่งเจือปนอยู่ เช่น กรดไขมัน, น้ำ และกากเนื้อละหุ่ง เป็นต้น จึงต้องแยกสิ่งต่างๆ เหล่านี้ออกและต้มเคี่ยว จนน้ำมันได้คุณภาพตามมาตรฐานสากลที่กำหนดไว้

ถึงแยกกรดไขมัน (NEUTRALIZATION) โดยวิธีการเปลี่ยนสภาพทางเคมีของกรดไขมันด้วยการเติมต่าง (KOH) ให้สภาพน้ำมัน เป็นกลาง (NEUTRAL) ต่างจะเข้าจับตัวกับกรดไขมัน (FATTY ACID) แยกตัวจากน้ำมันตกลงตอนล่างของถังเป็นน้ำสบู่ (SOAP STOCK)

ถึงไล่ความชื้น (SLEACHING) น้ำมันที่แยกกรดไขมันออกแล้วยังคงเหลือความชื้นและน้ำค้างอยู่ จึงต้องต้มน้ำมันภายใต้ความกดดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศ เพื่อให้ ความชื้นหรือน้ำเดือดกลายเป็นไอน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ ประมาณ 80 °ซ ไอน้ำที่ไล่ออกจากน้ำมันจะถูกดูดออกโดยปั๊มสูญญากาศ น้ำมันจะมีสีใสแต่ยังมีสิ่งเจือปนประเภทของแข็งที่เป็นกากอยู่ จึงต้องนำไปกรองแยกสิ่งเจือปนออก

เครื่องกรอง (FILTER) มีลักษณะเป็นแผ่นตะแกรงที่ละเอียดมาก วางเรียงกันไปตามแนวนอนของเครื่องน้ำมันที่ออกจากถังไล่ความชื้นจะถูกปั๊มเข้าเครื่องกรองและไหลวนกลับถังไล่ความชื้น จนสีของน้ำมันใสไม่มีสิ่งเจือปนตกค้างอีกด้วยการตรวจสอบจากพนักงานอย่างละเอียด จึงระบายน้ำมันนั้นไปเก็บในถังเก็บน้ำมัน

ถึงเก็บน้ำมัน (STORAGE TANK) ทำหน้าที่เก็บน้ำมันที่สำเร็จรูปแล้ว เพื่อรอการวิเคราะห์ครั้งสุดท้าย ถึงคุณสมบัติต่างๆ เปรียบเทียบกับมาตรฐานสากล ก่อนที่จะส่งเข้าเก็บในถังใหญ่ แต่ละชนิดของน้ำมันนั้น

ถังเก็บน้ำมันใหญ่ (FARM TANK)	เป็นถังที่แยกชนิดของน้ำมันเก็บไว้แต่ละถังไม่ปนกัน โดยมีขนาดบรรจุ 1,000 ตัน จำนวน 3 ใบ ขนาด 500 ตัน จำนวน 1 ใบ, ขนาด 200 ตัน จำนวน 1 ใบ และขนาด 100 ตัน จำนวน 2 ใบ
ห้องปั้มน้ำมัน PUMP HOUSE)	ประกอบด้วยปั้ม 2 ชุด ปั้มใหญ่ 1 ชุด ใช้ในการจำหน่ายน้ำมันตามท่อส่งลงเรือเดินทะเล และปั้มชุดเล็กอีก 1 ชุด ใช้ในการบรรจุน้ำมันลงในถังขนาด 200 ลิตร
ส่งออกจำหน่าย (DELIVERY)	การจำหน่ายขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า ที่จะซื้อในลักษณะจำนวนมากๆ เช่น การส่งตามท่อส่งลงเรือเดินทะเล หรือในลักษณะเป็นถังขนาดบรรจุ 200 ลิตร และแต่ละชนิดของน้ำมันไป
ถังเก็บน้ำสบู่ SOAP STOCK)	น้ำสบู่ที่ได้จากการแยกกรดไขมันจากน้ำมัน (NUETRALIZATION) ที่ถูกถ่ายจากถังแยกกรดจะรวมกันในถังเก็บน้ำสบู่ เพื่อรอเข้ารับการแยกกรดไขมันอีกครั้ง
กรดไขมัน FATTY ACID)	เมื่อปริมาณน้ำสบู่ในถังเก็บน้ำสบู่เพียงพอต่อการผลิตของกรดไขมัน ก็จะปั้มน้ำสบู่ขึ้นถังกรดไขมันแล้วเติมน้ำกรดเพื่อลดค่าให้เจือจางลง เหลือสภาพเป็นกรดไขมันเพียงอย่างเดียว
ถังเก็บกรดไขมันใหญ่ (FARM TANK)	กรดไขมันที่สำเร็จรูปแล้วจะเก็บไว้ส่งจำหน่ายต่อไป เช่นเดียวกับน้ำมันละหุ่ง
บำบัดน้ำเสีย (WASTE EATER)	น้ำใช้ที่เกิดจากขบวนการผลิตทุกขั้นตอน ตลอดจนน้ำล้างพื้น จะได้รับการปรับปรุงคุณภาพของน้ำ โดยการขจัดไขมันและเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำ ให้ได้ตามกำหนดของทางราชการ ด้วยการวิเคราะห์ตลอดเวลา

2.5.4 การทำบริสุทธิ์ (refinery)¹

น้ำมันที่ได้มี 2 ประเภท คือน้ำมันดิบที่ได้จากการอัดด้วยไฮดรอลิค และที่ได้จากการสกัด ซึ่งแยกเก็บต่างหากจากกัน เพราะน้ำมันจากการอัดมีสีค่อนข้างใส ส่วนจากการสกัดมีสีเหลือง การนำเข้าปรับปรุงคุณภาพ หรือการทำบริสุทธิ์ ก็ทำแยกกันเพราะทั้ง 2 ประเภท ก็ยังมีสิ่งเจือปนอยู่ เช่น กรดไขมันอิสระ น้ำ และกากเนื้อละหู่ เป็นต้น ขั้นตอนการทำประกอบด้วย

Nuetralization โดยใช้ KOH ทำปฏิกิริยากับกรดไขมัน ได้เป็นสบู่ แยกตัวออกจากน้ำมัน

Bleaching น้ำมันที่แยกกรดไขมันอิสระออกแล้วยังมีความขุ่น ต้องนำไปต้ม ให้น้ำกลายเป็นไอน้ำ แล้วนำน้ำมันไปผ่านการฟอกสี จะได้น้ำมันใสสีเหลืองอ่อน

Filter นำน้ำมันมาผ่านตะแกรงละเอียด เพื่อแยกกากออก จะได้น้ำมันที่ใส นำเข้าเก็บในถังเก็บน้ำมันที่ได้แต่ละชั้นคุณภาพ

เมล็ดละหู่ที่ผ่านกระบวนการทั้งหมดแล้วจะได้น้ำมันประมาณ 45 % กาก 50 % และอีก 5 % เป็นสิ่งเจือปนและความขุ่น น้ำมันที่ผ่านขั้นตอนดังกล่าวสามารถแยกออกเป็นชั้นคุณภาพต่างๆ ดังนี้

1. Phamaceutical Grade มีสีเหลืองอ่อน ใช้ในอุตสาหกรรม ทำยา และเครื่องสำอาง

2. Extra Pale Grade มีสีใส ใช้ทำเครื่องสำอางและครีมใส่ผม

3. Pale Grade มีสีใสคล้ายกับเกรด 2 เมื่อนำไปผ่านกระบวนการทางเคมี สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมได้กว้างขวาง เช่น หมึกพิมพ์ สีทาบ้าน ครีมขัดเงา จารบี และยาขัดรองเท้า

4. No. 1 Grade มีสีมส่นเหลือง เมื่อผ่านกระบวนการทางเคมีสามารถใช้ในอุตสาหกรรม เช่น น้ำยาเคลือบผิวโลหะ หนังกเทียม และน้ำมันไฮดรอลิค

5. Commercial Grade - มีสีเหลืองมากกว่าชนิดอื่นๆ ใช้สำหรับทำยางแท่งและกาว

อนึ่งผู้สนใจอาจอ่านเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการสกัดน้ำมันและการใช้ประโยชน์ทำผลิตภัณฑ์อื่นจาก H. Janson (1974) เรื่อง Castor oil production and processin. UNIDO, New York

¹อารีย์ อรรถวิวัฒน์, พืชน้ำมัน, พิมพ์ครั้งที่ 2 (กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2532) , หน้า 693-698

2.5.5. กากละหุ่ง

เมล็ดละหุ่งมีส่วนประกอบโดยประมาณ คือ น้ำ 4-8 % คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ 5-12 % เยื่อใย 15-18 % โปรตีน 14-21 % เถ้า 2-3 % และน้ำมัน 45-50 %

หลังจากบีบอัดด้วยไฮดรอลิคแล้ว กากที่เหลือจะมีน้ำมันอยู่ประมาณ 10-13 % น้ำมันที่ได้เรียกว่าน้ำมันดิบ (crude oil) และกากที่เหลือเรียกว่า cake หรือ seed meal หรือ porace สามารถนำไปสกัดด้วยตัวทำละลายก็จะเหลือกากที่มีน้ำมันอยู่น้อยกว่า 1 % และประกอบด้วยโปรตีนประมาณ 30-35 % คาร์โบไฮเดรต 34 % และเยื่อใย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาวิเคราะห์ด้วย ถ้าหากวิเคราะห์เมล็ดที่ไม่มีเปลือกหุ้มเมล็ด ส่วนประกอบดังกล่าวก็แตกต่างออกไปอย่างไรก็ตามกากละหุ่งไทยในปัจจุบันใช้ทำปุ๋ยเป็นส่วนใหญ่ เพราะมีปริมาณธาตุอาหารที่สำคัญดังนี้ ไนโตรเจน 6 % P_2O_5 และ K_2O ประมาณ 1.1 และ 1.4 % ตามลำดับ นอกจากนี้มีธาตุรองหลายชนิด เช่น แมกนีเซียม 0.67 % แคลเซียม 0.62 % เหล็ก แมงกานีส โมลิบดีนัม โบรอน และทองแดง และมีอินทรีย์วัตถุ 85-87 %

เนื่องจากกากมีโปรตีนสูง แต่ไม่สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ได้ เพราะมีโปรตีนที่เป็นพิษและกากยังมีสารที่ทำให้เกิดการระคายเคืองเมื่อสัมผัส จึงนับว่าเป็นปัญหาทางด้านสุขภาพมากในปัจจุบัน

Ricin ไรซินเป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่มีอยู่เฉพาะในเมล็ดละหุ่งโดยเฉพาะใน ส่วน endosperm กากละหุ่งปราศจากไขมัน มีไรซินประมาณ 1.5 % เมื่อสกัดออกมาเป็นสารบริสุทธิ์เป็นผลึกสีขาว โดยใช้สารละลาย $NaCl$ 10 % สกัดจากเมล็ดที่บดละเอียดตามด้วยการทำปฏิกิริยากับ $MgSO_4$ Ritkhauzen แห่งรัสเซียเป็นคนแรกที่พบสารนี้เมื่อปี 1878 ต่อมา Dixon แห่งออสเตรเลียสกัดสารบริสุทธิ์ได้เมื่อปี ค.ศ. 1886 ไรซินเป็นสารพิษที่พืชสังเคราะห์ขึ้น (phytotoxin) ชนิดหนึ่งที่มีพิษรุนแรงมาก จากการฉีดสารนี้เข้าในกระด่ายจำนวน 0.5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กก. ทำให้กระด่ายตายได้ หรือถ้าฉีดเข้าเส้นเลือดเพียง 0.001 มก. สามารถทำให้เลือดตกใน (haemorrhage) และตายได้ถ้าร่างกายได้รับสารนี้ทางปากจำนวนน้อยไม่เป็นอันตราย เพราะจะถูกย่อยสลายในร่างกาย แต่ถ้ามนุษย์ได้รับปริมาณ 0.035 มก. อาจทำให้ตายได้ ดังนั้นจึงสามารถใช้น้ำมันละหุ่งเป็นสารพิษฆ่าแมลงหรือสัตว์บางชนิดได้

ในปี ค.ศ. 1964 ชาวญี่ปุ่นชื่อ Ishiguro แยกสารพิษจากเมล็ดละหุ่งได้ส่วนที่เรียกว่า ricin-D ต่อมา Funatsu ศึกษาพบว่าไรซิน-ดี มีน้ำหนักโมเลกุล 60,000 มี isoelectric point 5.9 โมเลกุลของไรซินประกอบด้วยกรดอะมิโน ที่มีคาร์บอน 18 อะตอม จำนวนทั้งสิ้น 493 โมเลกุล นอกนั้นก็ยังมีเอ็นไซม์ saccharase ซึ่งประกอบ

ด้วย monosaccharide 170 โมเลกุล และ glucosamine 6 โมเลกุล เมื่อย่อยสลายไรซิน-ดี ด้วย G-mercaptoethanol จะแตกตัวออกเป็น isoleucine กับ alanine ทั้ง 2 ส่วนนี้มีพิษน้อยกว่าไรซินมาก ส่วนที่เป็น isoleucine เท่านั้นที่แสดงความเป็นพิษ แต่ทั้ง 2 ส่วนนี้สามารถย่อยสลายได้ด้วยเอนไซม์ proteases แต่ถ้าอยู่ในรูปของไรซินจะถูกย่อยสลายได้ยาก ดังนั้นจึงมีพิษมากกว่าเมื่อโมเลกุลแตกเป็น subunit แล้ว

การสร้างไรซินจะเกิดในเมล็ดละหุ่ง ปริมาณและอัตราการสร้างแตกต่างกันขึ้นกับสภาพแวดล้อมและพันธุ์ที่ปลูก เมื่ออุณหภูมิสูงในช่วงออกดอกและสร้างเมล็ดการสร้างโปรตีนในเมล็ดจะสูง แต่ความเป็นพิษลดลง ผลของอุณหภูมิที่สูง เช่นกว่า 40 °C กลับทำให้ความเป็นพิษของโปรตีนลดลง ก็อาจเนื่องมาจากการแตกตัวของเอนไซม์ที่สร้างไรซิน

การสร้างไรซินจะเกิดมากระหว่างการพัฒนาของเมล็ด คือประมาณ 25-30 วันหลังการออกดอก การที่ละหุ่งได้รับน้ำมากในช่วงดังกล่าว (จาก 40 ถึง 80 % field capacity) ทำให้ปริมาณโปรตีนในเมล็ดลดลง แต่ในขณะเดียวกันคุณภาพของโปรตีนดีขึ้น เนื่องจากการสร้างพวก water-soluble protein เช่น albumins ทำให้เกิดความสัมพันธ์ของโปรตีนชนิดต่างๆ ซึ่งมีผลถึงการลดความเป็นพิษลง (เพราะความเป็นพิษเกิดจาก globuline ซึ่งเป็น salt-soluble protein) และปริมาณ lysine ก็มีมากในพวก albumins จึงทำให้ได้โปรตีนมีคุณภาพดีขึ้น นอกจากนี้การที่ละหุ่งได้รับความชื้นดี จะได้ผลผลิตสูงขึ้น คือมีปริมาณน้ำมันสูง ซึ่งเป็นปฏิภาคกลับกับปริมาณโปรตีนในเมล็ด

ปริมาณไรซินในเมล็ดยังขึ้นอยู่กับพันธุ์ละหุ่ง ในรัสเซียรายงานว่าสามารถปรับปรุงพันธุ์ให้มีไรซินต่ำได้ เช่น พันธุ์ Kruglik 5 และ Early Hybrid นอกจากนี้ในแต่ละเมล็ดยังมีความแตกต่างกันด้วย เมล็ดที่เกิดโคนข้อมีพิษมากที่สุด

Ricinine ไรซินีนมีสูตรทางเคมี $C_8H_8N_2O_2$ เป็น alkaloid ผลึกสีขาว มีอยู่ในเมล็ดเป็นส่วนใหญ่และมีในใบละหุ่งด้วย เมื่อสารบริสุทธิ์ไรซินีนละลายน้ำจะได้กรดไรซิน ($C_8H_8N_2O_2$)

สารไรซินีนมีสูตรโครงสร้างจาก pyridine โดยมีโมเลกุลไซยาไนด์ อยู่ด้วย มีน้ำหนักโมเลกุล 164.2 ผลึกสารนี้มีจุดหลอมเหลว 201.5 °C ในสภาพสูญญากาศ มีจุดระเหิดที่ 170-180 °C มีฤทธิ์เป็นกลาง ละลายในน้ำร้อนได้ดี ละลายเล็กน้อยในน้ำเย็น แต่ไม่ละลายในสารละลายอินทรีย์ชนิดอื่น ผู้สกัดสารนี้ได้ครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1864 คือ P.B. Tyuzon

ไรซินีนไม่ค่อยมีพิษต่อมนุษย์เมื่อเทียบกับไรซิน แต่สัตว์บางชนิดเช่นตัวหนอนของแมลงพวก Tortricidae ถึงกับตายได้ จึงถือว่ามีผลแบบเลือกชนิด

การสร้างโรซินินในละหุ่ง มีรายงานไว้ว่าสร้างจากกรด nicotinic ซึ่งเป็นสารเริ่มต้นทั้งของโรซินิน นิโคติน และอนาบาซิน หรือ succinate กับ glycerine อาจจะเป็นสารเริ่มต้นก็ได้ เพราะว่าการตนิโคตินนั้นเกิดจากปฏิกิริยา tricarboxylic unit ของกลีเซอรินกับ tetracarboxylic unit ของกรด succinic การสังเคราะห์โรซินินในละหุ่งอาจต้องใช้ lysine

ละหุ่งที่มีอายุน้อยสร้างโรซินินมาก เช่น เมื่ออายุ 20 วันการสร้างสารนี้จะมากกว่าต้นที่มีอายุมากถึง 3 เท่า ปริมาณในส่วนต่างๆ ของต้นก็ไม่เท่ากัน เช่น ใบมี 1.3-1.4 % ในต้นกลั่มมีสูงถึง 2.5 % แต่ในเมล็ดมีน้อย โดยจะอยู่ในเนื้อเมล็ด 0.03 % และในเปลือกเมล็ด 0.15 % เมื่อถึงระยะออกดอกจะมีสะสมอยู่ในตายอดหรือดอกมากที่สุด แสดงว่าโรซินินจะเคลื่อนย้ายจากส่วนอื่นไปเก็บในเมล็ด ดังนั้นเมล็ดจึงมีโรซินินเพิ่มมากขึ้น ปริมาณที่มีอยู่ในส่วนของผลเรียงจากมากไปน้อยคือเปลือกผลมีผลมากที่สุด รองลงมาคือเปลือกเมล็ดและเนื้ใน อย่างไรก็ตามปริมาณโรซินินมีสหสัมพันธ์ทางลบกับปริมาณน้ำมัน (มีค่า $r = -0.76X$)

สภาพแวดล้อมมีผลต่อการสร้างโรซินิน เมื่อขาดน้ำจะสร้างมาก ในที่ได้รับแสงน้อยสร้างโรซินินน้อย เนื่องจากการสังเคราะห์สารอาหารน้อย ในขณะที่เดียวกันจะเกิดการสะสมโรซินินสูงขึ้นในส่วนที่ได้รับแสงมาก เมื่ออุณหภูมิสูงมาก เช่น 37-40 °C จะมีการสร้างสารนี้มาก

ปริมาณโรซินินในเมล็ดมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนย้ายของโรซินินจากใบไปยังเมล็ด ปริมาณโรซินินจะเพิ่มขึ้นในขณะที่โรซินินลดลง

Allergens เป็นสารประกอบพวกโปรตีนและโพลีแซคคาไรด์ในเมล็ดสารประกอบต่างๆ เหล่านี้สามารถแยกออกโดยวิธี electrophoresis ได้ 4 กลุ่มใหญ่ ส่วนหนึ่งที่แยกออกจากเนื้อและเปลือกเมล็ดละหุ่ง เรียกว่า castorbean allergens มีอยู่หลายชนิด ที่สำคัญที่สุดเรียกว่า CB-1A ในเมล็ดละหุ่งมีอยู่ประมาณ 1.8 % ซึ่ง Spies และคณะ ได้ใช้วิธีการแยกละหุ่งโดยใช้วิธีซึ่งใช้แยกจากเมล็ดฝ้าย และเรียกสารนั้นว่า CS-1A (cotton seed allergene) ส่วนสารอื่นที่อยู่ในกลุ่มเดียวกับในเมล็ดละหุ่งเรียก CB-1B และ CB-65A เป็นต้น แต่ชนิดที่มีฤทธิ์แต่ไม่ใช้มีพิษมากที่สุดคือ CB-1A เมื่อทำ paper electrophoresis จะมี 7 แถบ สำหรับผู้แพ้เมื่อสัมผัสกับผิวหนังจะทำให้เกิดอาการคันและเป็นผื่นแดง ผู้ที่แพ้หรือไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีง่ายคือ SPT (skin prick test) หรือ RAST (radioallergosorbent test)

2.6. ระบบต้นกำลัง¹

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถทำงานได้รวดเร็วมีประสิทธิภาพสูง ผ่านแรงให้ผู้ใช้ได้มากขึ้นนั้น จะต้องมีส่วนที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล นั่นคือ มอเตอร์ (ELECTRIC MOTOR) ซึ่งจะมีการเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นภายใน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจนครบวงจร โดยจะเกิดต่อไปเรื่อยๆ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

2.6.1. มอเตอร์แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

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

จะขอยกกล่าวถึงเฉพาะมอเตอร์กระแสไฟฟ้าสลับระบบซึ่งนำมาใช้กับการออกแบบ

มอเตอร์สปลิตเฟส (SPLIT PHASE INDUCTION MOTORS)

มอเตอร์แบบสปลิตเฟสเป็นมอเตอร์ที่เก่าแก่ที่สุดแบบหนึ่ง ทุกวันนี้ยังมีความสำคัญอยู่มาก เพราะแพร่หลายใช้งานได้กว้างขวาง ตัวอย่างงานได้แก่ เครื่องซักผ้าไฟฟ้า เตาน้ำมัน เครื่องเป่าผม เครื่องสูบลมเหวี่ยง เครื่องมือผลงานไม้ เครื่องจักรกลธุรกิจ เครื่องล้างขวด เครื่องดนตรีอัตโนมัติ เครื่องขัดเงามอเตอร์ หินเจียรไน เครื่องมือกลขนาดเล็ก และอื่นอีกมาก ขนาดที่ใช้กันมากที่สุด คือ 40-250 วัตต์ (1/20 - 1/3 H.P) สปลิตเฟสมอเตอร์เหมาะกับงานกว้างๆ 2 ลักษณะคือ

1. งานมอเตอร์ที่ต้องสตาร์ทบ่อยครั้ง และเดินเครื่องใช้งานนานพอสมควร เช่น เตาน้ำมัน และตู้เย็น เป็นต้น
2. งานมอเตอร์ที่สตาร์ทบ่อยครั้ง และเดินเครื่องใช้งานนาน เช่น เครื่องซักผ้า และเครื่องมือกลประจำบ้าน เป็นต้น

ข้อสังเกตอื่นๆ ในการใช้งานมอเตอร์ชนิดนี้ได้แก่

1. ขณะหยุดนิ่ง อาจตั้งให้มอเตอร์หมุนกลับทางหมุนได้ โดยกลับขั้วสายที่ลวดอินไดอันหนึ่ง
2. เหมาะกับงานที่โหลดต้องการทอดคังที่ต้องหมุนและเร่งรอบด้วยทอดต่างๆ แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องหมุนสตาร์ทบ่อยๆ เพราะแต่ละครั้งมีความเฉื่อยมาก และไม่เหมาะใช้งานระยะเวลานาน ด้วย

¹ณรงค์ ชอนตะวัน, มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ. แฉงหนังสือ เบอร์ 22, ส่วนจุจักร, หน้า 108 - 144.

มอเตอร์คาปาซิเตอร์ (CAPACITOR-START MOTORS)

มอเตอร์ชนิดนี้ใช้คอมเดนเซอร์ช่วยสตาร์ท เหมาะกับการใช้งานหนักทั่วๆ ไปที่ต้องการทอตสตาร์ทและทอตหมุนค่าสูงๆ ปัจจุบันนิยมใช้กันอยู่ทั่วไป ขนาดตั้งแต่ 100 วัตต์ หรือ 1/8 H.P. ขึ้นไป

มอเตอร์คาปาซิเตอร์จำแนกได้ 3 ชนิด แต่ละชนิดมีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน สิ่งที่เหมาะสมคือ ขดสแตเตอร์มี 2 ชุด ขดหลักชุดหนึ่งและขดประกอบอีกชุดหนึ่ง ขดประกอบจะต้องจัดวางให้ทำมุมไฟฟ้า 90 กับขดหลัก และจะต้องต่อเป็นอนุกรมกับคอมเดนเซอร์หรือคาปาซิเตอร์เสมอ

ประเภทที่หนึ่ง CPPACTOR-SPORT MOTOR ได้แก่มอเตอร์คาปาซิเตอร์ที่ใช้ขดประกอบกับตัวคาปาซิเตอร์ เฉพาะตอนหมุนสตาร์ทเท่านั้น

ประเภทที่สอง PERMAUENT SPLIT CAPACITOR START MOTOR ได้แก่มอเตอร์คาปาซิเตอร์ที่ใช้ขดประกอบกับตัวคาปาซิเตอร์อยู่ในวงจรตลอดเวลาที่หมุนใช้งาน โดยไม่เปลี่ยนค่าความจุของคาปาซิเตอร์อย่างใด

ประเภทที่สาม TWO-VALVE CAPACITOR MOTOR หมายถึงมอเตอร์คาปาซิเตอร์ที่ใช้คาปาซิเตอร์ขณะหมุนสตาร์ทค่าหนึ่ง และขณะหมุนทำงานปกติอีกค่าหนึ่ง รวมใช้ค่าคาปาซิเตอร์ทำงานสองค่า

ข้อสังเกตสำคัญที่ควรทราบก็คือ คาปาซิเตอร์ที่ต่อใช้ในวงจรขดประกอบตลอดเวลาที่มอเตอร์หมุนใช้งานอยู่นั้น ช่วยให้มอเตอร์ลดรอบใช้งานต่ำลงมาจากความเร็วรอบซิงโครนัลได้ถึง 50% ซึ่งมอเตอร์เหนี่ยวนำธรรมดากระทำไม่ได้หรือหากกระทำได้จะลดมาต่ำกว่า 70% ของความเร็วรอบซิงโครนัลไม่ได้เป็นอันขาด

มอเตอร์แบบรีพัลชัน (REPULSION-START INDUCTION MOTORS)

มอเตอร์ชนิดนี้เคยเป็นที่นิยมแพร่หลายมากมาตั้งแต่สมัยเริ่มมีกำลังงานไฟฟ้า ปัจจุบันแบบมอเตอร์คาปาซิเตอร์สองค่าแทนเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามมอเตอร์เก่าๆ แบบรีพัลชันสตาร์ท ยังมีใช้งานแพร่หลายต้อยอยู่ แม้ว่าจะใช้งานมานานแล้วก็ตาม

วิธีหมุนสตาร์ท สตาร์ทแบบรีพัลชัน แต่เมื่อความเร็วรอบถึงขั้น ขดลวดในโรเตอร์จะถูกลัดวงจรกลายเป็นประหนึ่งโรเตอร์ทรงกระบอก หมุนทำงานเป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำธรรมดาให้ความเร็วรอบที่คงที่มาก

รีพัลลสตาร์ทมอเตอร์เหมาะจะใช้ขับเครื่องสูบลม เครื่องอัดลม และเครื่องจักรกลอื่นๆ ที่ต้องใช้ทอตสตาร์ทสูง และกระแสสตาร์ทต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับงานขับที่โรเตอร์ต้องรูดแน่นตรงเข้ากับเครื่องจักร ในลักษณะงานเช่นเดียวกับคาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ ข้อดีก็คือแม้จะให้ทอตสตาร์ทสูงเท่าๆ กัน แต่กินกระแสน้อยกว่า

ลักษณะสร้างของรีพัลสตาร์ทมอเตอร์คล้ายกับมอเตอร์อนุกรมไฟตรง ประกอบด้วยขดหลักหรือขดเมนฟิลด์ ขดโรเตอร์พร้อมคอมพิวเตอร์ และแปรงฯ นั้นมีหน้าที่ลัดวงจรขดลวดในอเมเจอร์ นอกจากนี้ยังมีขดลวดเหนี่ยวนำ (INDUCING WINDING) อีกชุดหนึ่งวางไว้ ณ มุมไฟฟ้า 90 กับขดฟิลด์

ขดเหนี่ยวนำชุดที่สองนี้มีหน้าที่เหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไหลในโรเตอร์ ในทิศทางไหล เช่นเดียวกับโรเตอร์ของมอเตอร์อนุกรมไฟตรง ทำให้เกิดทอตสตาร์ทสูง

รีพัลชันมอเตอร์ (REPULSION & REPULSION INDUCTION MOTORS)

มอเตอร์ชนิดนี้เป็นรีพัลชันมอเตอร์ (ผิดกับหัวข้อ 3 ข้างต้นซึ่งมิได้เป็นรีพัลชันมอเตอร์ แต่เป็นมอเตอร์ที่สตาร์ทด้วยแรงรีพัลชันกับเดินด้วยวิธีมอเตอร์เหนี่ยวนำธรรมดา) ใช้มากกับงานที่ต้องปรับค่าความเร็วขณะใช้งานได้ดี โดยปรับปรุงมุมเอียงของแปรงที่จะกดลงเพื่อลัดวงจรขดในโรเตอร์ งานรีพัลชันมอเตอร์จึงเป็นงานที่ต้องปรับค่าความเร็วรอบมอเตอร์ขึ้นต่างๆ ได้เป็นพิเศษนั่นเอง

ขดสเตเตอร์ของมอเตอร์ชนิดนี้ยังต่อตรงเข้าวงจรไฟกำลังอย่างเดิม ขดโรเตอร์นั้นต่อเข้าคอมพิวเตอร์ และมีแปรงกดลงลัดวงจรโรเตอร์ในลักษณะที่ทำให้แกนสนามแม่เหล็กของโรเตอร์ กระทำเอียงเป็นมุมกับแกนสนามแม่เหล็กในขดสเตเตอร์ ค่ามุมเอียงต่างๆ กัน ทำให้ความเร็วรอบมอเตอร์เปลี่ยนแปลงได้

ส่วน REPULSION INDUCTION MOTORS นั้นมีลักษณะสร้างแตกต่างออกไปบ้างคือ ในโรเตอร์จะมีขดลวดแบบโรเตอร์กรงกระรอกเพิ่มขึ้นอีกส่วนหนึ่ง นอกเหนือจากขดของรีพัลชันมอเตอร์ตามปกติ ทำให้สามารถใช้งานได้ทั้งความเร็วรอบคงที่และปรับค่าความเร็วรอบได้ด้วย

มอเตอร์เช็ดเต็ดโพล (SHAPED-POLE INDUCTION MOTORS)

มอเตอร์เช็ดเต็ดโพล มีที่ใช้งานแพร่หลายมาก ปกติเป็นมอเตอร์ขนาดเล็กๆ ไม่โตกว่า 200 วัตต์ หรือ 1/4 H.P. เลย ใช้เป็นมอเตอร์เอนกประสงค์ที่มีความเร็วรอบคงที่สร้างได้ง่าย ราคาถูก ทั้งทนทานและใช้งานได้ดี อายุใช้งานนานไม่ต้องมีคอมพิวเตอร์สวิทช์ แหวนเก็บไฟ แปรง หรือขั้วสัมผัสใดๆ เลย ปริมาณทอตสตาร์ตมีเท่าๆ กับ PERMANENT-CAPACITOR-MOTOR คือมีไม่มากนัก ประสิทธิภาพต่ำมากโดยที่เป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก ค่าประสิทธิภาพก็ต่ำและค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ไม่เป็นเรื่องสำคัญเลยพบใช้งานทั่วไป เช่นเครื่องหมุนโก๋อบ นัตลมขนาดเล็ก เครื่องฉายสไลด์ และงานใช้มอเตอร์ตัวเล็กๆ ทั้งหลาย บางครั้งสร้างติดมากับชุดเกียร์ เพื่อใช้ขับสิ่งของทั้งไต่ด้วยความเร็วรอบต่ำๆ ก็มี

มอเตอร์ชนิดนี้หมุนได้ทางเดียว กลับทางไม่ได้ ตัวอย่างไดอะแกรมเช็ด
 ๓ เด็ดโพลมอเตอร์นั้นเป็นเพราะ ขดประกอบจะต้องถูกลัดวงจรไว้เสมอ แต่การวางขด
 ประกอบนั้นกระทำมั่วไฟฟ้ากับสนามแม่เหล็กจากขดหลักมั่วไฟฟ้าที่กระทำต่อกัน จะมีค่ามั่วใด
 มั่วหนึ่งไม่เกิน 90 การที่เกิดมั่วเอียงเช่นว่านี้ ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขด
 ประกอบด้วยเบี่ยงเฟสกันกับแรงดันในขดหลัก เกิดเป็นทอดเบาๆ หมุนช้ามอเตอร์ให้หมุนได้
 มอเตอร์ประเภทเช็ดเด็ดโพล มีขดลวดสเตเตอร์เพียงชุดเดียว มักนิยม
 ใช้ในพัดลม เครื่องเล่นแผ่นเสียง และอุปกรณ์ที่มีภาระไม่สูง อาร์มาเจอร์ผ่านศูนย์กลางของ
 แกนรูปตัวยูเปิดของแกนรูปตัวยูส่วนที่ล้อมรอบอาร์มาเจอร์เรียกขั้ว ขั้วมั่วตรงกันข้ามของ
 แกนรูปตัวยูมีเส้นลวดทองแดงขนาดใหญ่พันอยู่แห่งละหนึ่งรอบ เมื่อกระแสไฟฟ้าสลับไหล
 เข้ามอเตอร์ จะเกิดสนามแม่เหล็กตรงกันข้ามขั้ว ทำให้อาร์มาเจอร์ถูกกระทำด้วยสนาม
 แม่เหล็กตรงกันข้ามดังกล่าวนั้นอาร์มาเจอร์จะเริ่มหมุนทันทีที่กระแสไฟฟ้าไหลเข้า

ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (UNIVERSAL MOTORS)

ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ เป็นมอเตอร์อนุกรมไฟเฟสเดียวใช้ได้กับทั้งไฟ
 สลับและไฟตรง ขนาดที่สร้างมักเป็นขนาดเล็กไม่โตกว่า 350 วัตต์ หรือ สาเหตุที่สร้างไม่
 ได้โตเพราะ มีปัญหาเกี่ยวกับคอมมิวเตเตอร์และใช้กับไฟสลับ ไฟสลับที่ใช้ได้ด้วย ได้กับทุก
 ความถี่แต่ไม่เกิน 60 เฮิร์ตส์มอเตอร์นี้เรียกว่าให้อัตราส่วนสมรรถนะกำลังต่อจำนวนมอเตอร์
 มากที่สุด เพราะหมุนได้ด้วยความเร็วรอบสูงๆ ความเร็วรอบขณะไรภาระอยู่ในเกณฑ์สูงมาก
 บางครั้งถึง 20,000 รอบต่อนาทีก็มี แต่เรามักออกแบบสร้างโรเตอร์มิให้หมุนได้เร็วถึง
 ความเร็วรอบสูงๆ ปกติพิสัยความเร็วของรอบสูงสุด ของมอเตอร์ชนิดนี้คือระหว่าง 4,000
 -16,000 รอบต่อนาที

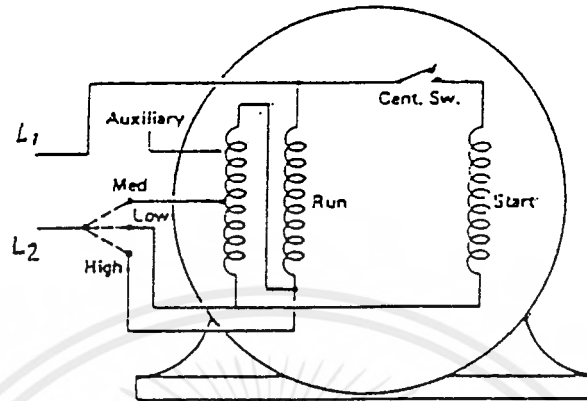
ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์มิใช่มอเตอร์ที่บริษัทผู้สร้างสำเร็จขึ้นคอยจำหน่าย แต่
 มักสร้างจำหน่ายเป็นส่วนใดส่วนหนึ่งของเครื่องกล ที่นิยมมากคือใช้เป็นเค เครื่องมือกลไฟ
 ฟ้าขนาดเล็ก เช่น สว่านมือไฟฟ้า เลื่อยกลมือ จักรเย็บผ้า เป็นต้น

มอเตอร์พัดลม² (FAN MOTOR)

มอเตอร์พัดลมคือ มอเตอร์สปิริตเฟส มอเตอร์คาปาซิเตอร์ มอเตอร์
 เช็ดเด็ดโพล มอเตอร์ยูนิเวอร์แซล ลักษณะที่สำคัญของมอเตอร์พัดลมคือ เปลี่ยนความเร็วได้
 ภายในมอเตอร์ไม่มีขดลวด และไม่มีแปรงถ่าน สามารถใช้ติดต่อกันเป็นเวลานานได้ ไม่มี
 เสียงดังรบกวน และเป็นมอเตอร์ที่ไม่ได้ใช้กับงานหนัก

²ณรงค์ ชอนตะวัน. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ. แฉงหนังสือเบอร์ 22 ส่วนจัดจักร,
 หน้า 108-109

ตารางที่ 18
แสดงวงจรของมอเตอร์พัดลม



การบำรุงรักษามอเตอร์³

เพื่อให้มอเตอร์มีอายุยืนนานและปฏิบัติงานได้ดีต่อไป ต้องทำการตรวจสอบบำรุงรักษาเป็นระยะเวลา ช่วงเวลาที่ทำการบำรุงรักษาจะเป็นเดือนหรือปีขึ้นอยู่กับการใช้มอเตอร์

การตรวจสอบเป็นระยะจะปฏิบัติดังนี้

รักษาภายนอกและภายในมอเตอร์ให้สะอาด ปราศจากน้ำมันฝุ่นละออง น้ำสำหรับมอเตอร์ที่ตั้งอยู่ในที่ฝุ่นละอองมาก ต้องถอดมาทำความสะอาดในช่วงเวลาหนึ่ง คือ เดือนละครั้ง

ถ้าต้องการให้อายุของมอเตอร์ยืนยาว จะเอามาชุบน้ำมันวานิชปีละครั้ง หรือ 2 ครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งานของมอเตอร์

ส่วนหมุนและ COMMUTATOR ต้องสะอาดปราศจากน้ำมันใดๆ ทั้งสิ้นผิวหนังจะต้องข้นมัน โดยการใช้ผ้าสำลีเช็ดก็เป็นการเพียงพอแล้ว

แปรงถ่านต้องเคลื่อนที่ขึ้นลงในที่ยึดแปรงถ่านต้องสัมผัสกับที่ COMMUTATOR ได้ดีปกติต้องมีแรงสปริงดันแปรงถ่าน 2-2 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เมื่อเปลี่ยนแปรงถ่านใหม่ต้องใช้กระดาษทรายขัดแปรงถ่านให้แปรงถ่านสัมผัสกับที่ COMMUTATOR ดี และต้องมีแปรงถ่านอะไหล่เปลี่ยนได้ทันที

³ไพศาล พงศ์พจน์เกษม. การออกแบบพัฒนาโมไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว
วิทยานิพนธ์. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
(หน้า 135-136)

ตรวจสอบว่าอุณหภูมิที่อ่านจากมอเตอร์ต้องไม่เกิน 90 องศาเซนติเกรด หรือ 194 องศาฟาเรนไฮต์

ที่สำคัญที่สุดก็คือต้องตรวจสอบว่า ตลับลูกปืนสกปรกหรือสึกหรอหรือเสียหาย ใช้การไม่ได้กับลูกปืนที่ใช้กันส่วนมาก ดังนั้นจึงต้องใช้น้ำมันไฮดรอลิกโดยใช้อัดแบบ HAND GUN ปกติมอเตอร์เมื่อซ่อมใหม่จะหยอดน้ำมันมาจากโรงงานแล้วแต่เมื่อใช้ไปนานๆ แล้ว ระยะเวลาที่ต้องหยอดน้ำมันขึ้นอยู่กับการใช้งานของมอเตอร์ ถ้าใช้งานหนักแทนที่จะหยอดเดือนละครั้งอาจต้องหยด 15 ครั้ง เป็นต้น น้ำมันไฮดรอลิกที่หยอดในตลับลูกปืนต้องเป็นน้ำมันชนิดดี และมีคุณภาพสูง



ภาพที่ 19
แสดงระยะมิติสำหรับการติดตั้งตามแนวดิ่ง

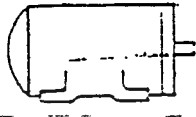


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

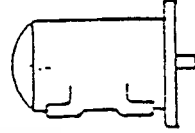
ตารางที่ 16
แสดงมิติการติดตั้งของมอเตอร์วางแนวตั้ง (ชั้นฉนวน 2)

พิกัดกำลัง (KW)			นิตก้นน้ำหยด L_A (มม.)	ชนิดท่อทุ้มระบาย ความร้อนด้วยอากาศ L_A (มม.)
2 ขั้ว	4 ขั้ว	6 ขั้ว		
0.1 0.2	0.1 0.2	-	-	130
0.4	0.4	-	-	130
0.75	0.75	0.4	-	165
1.5	1.5	0.75	165	165
2.2	2.2	1.5	215	216
3.7	3.7	2.2	216	216
5.5	5.5	3.7	286	265
7.5	7.5	6.6	266	265
11	11	7.5	300	300
16	16	11	300	300

ภาพที่ 20
แสดงมิติต่างๆ ในการติดตั้งมอเตอร์



(ก) ติดตั้งทางแนวนอน



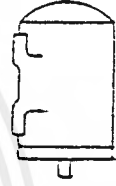
(ข) ติดตั้งทางแนวนอน:
โดยมีหน้าที่ประทับ



(ค) ติดตั้งตามแนวตั้ง
โดยอาศัยหน้าประทับ



(ง) ติดตั้งตามแนวตั้งอาศัย
หน้าประทับ และฐานยึด



(จ) ติดตั้งตามแนวตั้ง โดย
อาศัยยึดที่ฐานอย่าง
เดียว

2.7. ไบพัดลมและชนิดของพัดลม¹

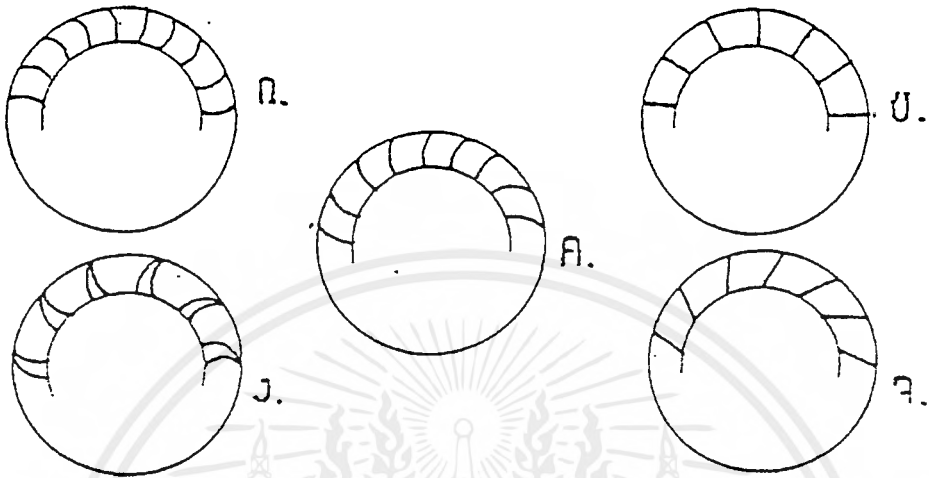
ประเภทของ ไบพัดลม

ไบพัดลม โดยทั่วไปแบ่งออกเป็นพวกใหญ่ๆ 2 พวก โดยแบ่งตามลักษณะของลมที่วิ่งผ่านไบพัดและลักษณะโครงสร้างของพัดลมเอง

2.7.1. พัดลมแบบแรงเหวี่ยง ในงานจริงลมแบบแรงเหวี่ยง ยังแบ่งย่อยออกไปอีกหลายอย่างทุกอย่างยังใช้หลักการทำงานเช่นเดียวกัน ลักษณะลมที่วิ่งผ่านไบพัดจะไหลผ่านแนวรัศมีของใบ ความดันของลมเป็นในลักษณะแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ซึ่งเกิดจากการหมุนเหวี่ยงก้อนอากาศที่ขั้วอยู่ระหว่างไบพัดกับตัวเรือนพัดลม พัดลมแรงเหวี่ยงจะถูกจำแนกชนิดตามลักษณะของไบพัด

¹โกษา ธีระโกเมน. เรื่อนำรู้เกี่ยวกับเครื่องปรับอากาศ. สำนักพิมพ์
ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ภาพที่ 21
ภาพแสดงรูปแบบของพัดลมแรงเหวี่ยง



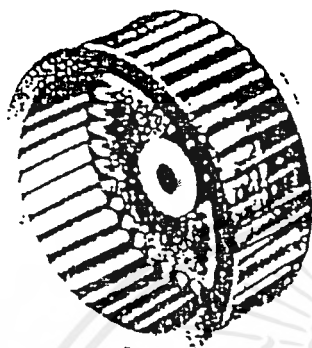
- รูป ก. แบบใบพัดโค้งหน้า ตัวใบพัดจะ โค้ง ไปในทิศทางเดียวกันกับทางหมุน
รูป ข. แบบใบตรงตัวใบพัดจะ โค้ง ไปในทิศทางเดียวกันกับทางหมุน
รูป ค. แบบใบพัดโค้งหลัง ตัวใบพัดจะ โค้งสวนทางกับทิศทางการหมุน
รูป ง. จ. เป็นพัดลมใบพัด โค้งหลังที่ไม่ได้ไฟ้อีกแบบหนึ่ง

แบบใบพัดโค้งหน้า ลักษณะของลมที่วิ่งออกจากใบพัดจะวิ่งออกด้วยความเร็วสูงกว่าความเร็วของปลายใบพัด ลมจึงได้รับพลังงานส่วนมากในรูปของความเร็ว ตัวใบพัดเองก็เป็นแอ่ง โค้งไปข้างหน้า ดังนั้นจึงมีขีดจำกัดในเรื่องลมที่จะต้องสะอาด มิฉะนั้นสิ่งสกปรกจะสะสมตัวอยู่บนใบพัด ลักษณะตัวถังเป็น โครงรูปหอยโข่ง

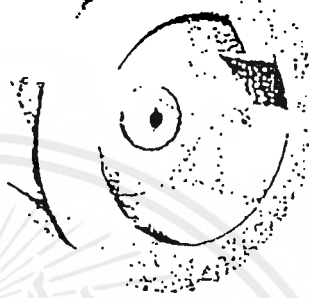
การใช้งานของพัดลมชนิดนี้จะนำไปใช้ในระบบทำความร้อนระบายอากาศปรับอากาศ ซึ่งไม่ต้องการความดันสูงมากนัก

ภาพที่ 22

ภาพแสดงใบพัดลมแบบโค้งหน้า โค้งหลัง แอร์ฟอยล์



FORWARD-CURVED FAN WHEEL has large-volume capacity at low speed and operates fairly quietly—Fig. 6



BACKWARD-INCLINED WHEEL develops much of its energy directly as pressure—Fig. 7



AIRFOIL FANS have backward-inclined blades with airfoil cross-section for less air turbulence—Fig. 8.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบใบตรง ลักษณะของใบพัดเป็นแบบสร้างง่ายๆ ซ่อมง่าย ตัวใบพัดมีความแข็งแรง มีประสิทธิภาพต่ำที่สุดในพวกพัดลมแรงเหวี่ยง ส่วนมากทำงานที่รอบปานกลาง ใบพัดมีทั้งแบบธรรมดา และแบบตัวใบโค้งไปข้างหน้า โดยที่ปลายใบโค้งชี้ไปข้างหน้าเล็กน้อย ตัวถังเป็นรูปกรวยทรงแปดเหลี่ยม

การใช้งานของพัดลมชนิดนี้จะใช้ในการส่งวัสดุในอุตสาหกรรม ลมที่มีสิ่งแปลกปลอมในอากาศสูง เช่นระบบเป่าลมในเตาเผาหม้อไอน้ำขนาดใหญ่ ระบบอุ่นอากาศ ระบบก๊าซร้อน และระบบดูดอากาศช่วยในเตาเผาหม้อไอน้ำ

แบบใบพัดโค้งหลัง ลักษณะของลมที่วิ่งออกจากใบพัด จะวิ่งออกด้วยความเร็วที่ต่ำกว่าความเร็วของปลายใบพัด เมื่อเทียบกับใบพัดโดยทั่วไปพัดลมแบบใบพัดโค้งหลังจะมีประสิทธิภาพสูงกว่า ลักษณะของใบพัดจะมี 2 ลักษณะ คือ แบบใบ เป็นวัสดุแผ่นขึ้นเดียว และแบบแอร์ฟอยล์ สำหรับใบพัดแบบแอร์ฟอยล์จะให้ประสิทธิภาพสูงที่สุดในพวกพัดลมแรงเหวี่ยง เนื่องจากความลึกของใบพัดจะทำให้ลมขยายตัวอย่างมีประสิทธิภาพ

การใช้งานของพัดลมชนิดนี้ จะถูกนำไปใช้งานในระบบทำความร้อน ระบายอากาศ ปรับอากาศขนาดใหญ่ที่คำนึงถึงเรื่องการหยุดกำลังเป็นหลักสำคัญ ทั้งความดันต่ำ กลาง สูง สำหรับแบบใบพัดขึ้นเดียวสามารถใช้กับงานอุตสาหกรรมที่มีการกักความร้อน

พัดลมแบบแรงเหวี่ยงชนิดทิวบล่า เป็นพัดลมที่ออกแบบให้ดูดและจ่ายลมในแนวเดียวกับเพลลาโดยการดัดแปลงและติดตั้งพัดลมแบบแรงเหวี่ยงภายในตัวเรือนพัดลม ซึ่งมีครีမ်สำหรับปรับทิศทางการลมที่ออกจากพัดลม จากแนวตั้งฉากกับเพลลาเป็นขนานกับเพลลา

2.7.2. พัดลมตามแนวแกน (AXIAL FLOW FAN)

ลักษณะของลมที่วิ่งผ่านใบพัดจะวิ่งขนานไปตามแนวแกนของเพลลาพัดลม เป็นพัดลมที่ไม่ได้ให้ความดันโดยอาศัยแรงเหวี่ยง ความดันทั้งหมดได้มาจากการเพิ่มความเร็วของพัดลม ขณะที่ลมวิ่งผ่านใบพัดแล้วจึงเปลี่ยนมาเป็นความดันสถิต นอกจากนี้ลักษณะที่สำคัญของพัดลมตามแนวแกนคือ อัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางของแกนกลางต่อใบพัด (HUB-TO-DIAMETER RATIO) ดังนั้น ถ้าพัดลมมีอัตราส่วนของแกนกลางสูง ความสามารถในการให้ความดันของพัดลมก็สูงด้วยพัดลมตามแนวแกนแบ่งได้เป็น 3 พวก คือ โพรเพลเลอร์ (PROPELLER) ทิวบ์แอกเซียล (TUBEAXIAL) และแวนแอกเซียล (VANE AXIAL)

แบบโพรเพลเลอร์ เป็นพัดลมที่เรารู้จักกันดีและพบเห็นกันโดยทั่วไป เป็นแบบสร้างขึ้นอย่างง่ายๆ ใช้กับการส่งลมฟรีหรือมีความดันต่ำ พัดลมชนิดนี้จะมีอัตราส่วนของแกนกลางเป็นศูนย์ ดังนั้นจะมีใบพัดยาวเมื่อเทียบกับแกนกลาง (แกนกลางมีขนาดเล็กพอเพียงสำหรับยึดติดกับเพลาชับ) ลมได้รับพลังงานส่วนมากในรูปของความเร็ว จึงให้ประสิทธิภาพและความดันต่ำลักษณะลมจะควงออกมาเป็นลำ ประสิทธิภาพของพัดลมจะดีถ้าให้ช่องว่างระหว่างปลายใบพัดกับตัวถังน้อยสุด

พัดลมชนิดนี้ ใช้ในการหมุนเวียนและระบายอากาศที่ไม่ต้องการความดัน อย่างที่เห็นกันอยู่ทั่วไปซึ่งเป็นแบบติดตั้งกับกระจก กำแพง หรือแบบติดตั้งในระบบระบายอากาศ

แบบทิวน์แอกเซียล ตัวพัดลมจะติดตั้งในตัวถังรูปทรงกระบอก มีประสิทธิภาพและความดันสูงกว่าแบบโพรเพลเลอร์ ใบพัดเป็นแบบขึ้นเดียว และแบบแอร์ฟอยด์ อัตราส่วนของแกนกลางจะสูงกว่าแบบโพรเพลเลอร์ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางแกนกลางไม่เกิน 50% ของเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด ลักษณะตัวถังเป็นรูปทรงกระบอก ทำให้ลดช่องว่างระหว่างปลายใบพัดกับตัวถัง ช่วยเพิ่มสมรรถนะของพัดลม (TUPB HOUSING) การใช้งานของพัดลมส่วนใหญ่จะใช้ในงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ที่มีความดันต่ำและปานกลาง

แบบเวนแอกเซียล เหมือนทิวน์แอกเซียล แต่มีโกดเวเนติดตั้งเข้าไป ซึ่งอาจจะติดตั้งด้านหน้าหรือด้านหลังตัวใบพัด เนื่องจากผลทางด้านอากาศพลศาสตร์ ทำให้พัดลมชนิดนี้มีความดันและประสิทธิภาพสูงที่สุดในพวกพัดลมพัดตามแนวแกนตัวใบอาจเป็นแบบใบโค้งขึ้นเดียวหรือแบบแอร์ฟอยด์มีมุมใบพัด (PITCH) คงที่หรือปรับให้อัตราส่วนแกนกลางสูงที่สุด (สูงกว่า 50 % เทียบกับเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด) เนื่องจากติดตั้งโกดเวเนทำให้ลมเจียบ และเพิ่มสมรรถนะของพัดลม

การใช้งานจะใช้ในระบบระบายอากาศ, ปรับอากาศ, ความดันต่ำ กลาง และสูงและงานประเภทเดียวกับทิวน์แอกเซียล

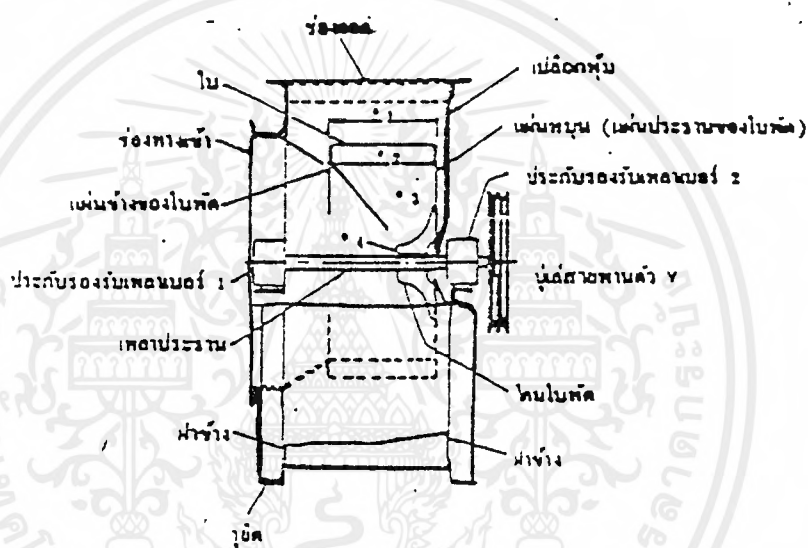
พัดลมเวนแอกเซียลและทิวน์แอกเซียล ใช้กับงานที่ต้องการประหยัดเนื้อที่ในการติดตั้ง ดังนั้นส่วนใหญ่จึงใช้ในยานพาหนะ เช่น รถยนต์ รถไฟ และเรือ

2.7.3. ลักษณะของพัดลมและเครื่องเป่าลม¹

พัดลมเซอร์รอกโค (SIRROCCO FAN) เป็นพัดลมที่นิยมใช้ในเครื่องปรับอากาศ มีทั้งแบบดูดลมและพัดลมส่งอากาศ โครงสร้างเป็นแบบทอยโซ่ง จะมีใบแคบเอียงไปข้างหน้าในทิศทางการหมุน ใบพัดเป็นเหล็กหรือแผ่นอลูมิเนียมโค้ง เชื่อมหรือหมุดยึดเปลือกหุ้มมีขนาดเล็กกว่าพัดลมภาระจำกัด แต่ทางออกจะมีขนาดใหญ่ และความเร็วมอเตอร์ทางออกสูง

ภาพที่ 23

ภาพแสดง โครงสร้างของพัดลมหลายใบ (แบบรองรับทั้งสองด้านมีทางดูดด้านเดียว)

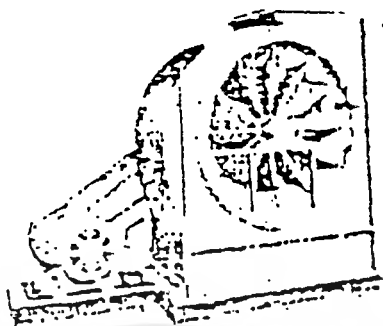


พัดลมภาระจำกัด เป็นพัดลมที่อยู่ระหว่างพัดลมเซอร์รอกโค และพัดลมกังหัน มีความดันสถิตยค์ค่อนข้างน้อย ใบพัดเป็นอักษร 3 มีปลายโค้งมาด้านหลัง ทำด้วยเหล็กแผ่นมีขนาดสั้นไปทางปากแหว่น รูปร่างเป็นกรวย เปลือกมีขนาดใหญ่ ที่ด้านทางเข้ามีครีมนำทาง 10 ถึง 12 ใบ

¹ไพบูลย์ หัวสพฤกษ์ , ดร. และเฮลิโซ ไซโต , ดร. การปรับอากาศ. พิมพ์ครั้งที่ 2 , กรุงเทพฯ : ดวงกมล , 2524 หน้า 324 - 334

ภาพที่ 24

ภาพแสดงพัดลมภาระจำกัด



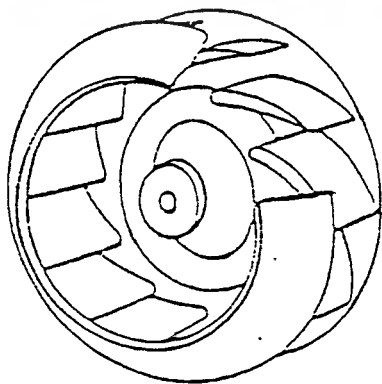
พัดลมแบบจาน มีใบพัดแบบและจัดเรียงเป็นรัศมีวงกลมใบช่องใบพัดเป็นโครงสร้างแบบง่ายๆ แข็งแรงทนทานต่อทรายหรืออากาศที่มีฝุ่นมากๆ

พัดลมกังหัน มีคุณลักษณะต้องการพัดลมที่มีความดันสถิตสูง ระดับเสียงต่ำ มีลักษณะเป็นหอยโข่ง มีใบพัดโค้งในทิศทางที่ใบพัดหมุนทำด้วยแผ่นเหล็กแคบๆ มีความหนาสม่ำเสมอ มีความโค้ง 1 ต่อ 2 เอียงไปทางด้านหลัง ยึดโดยการเชื่อมติดหรือใช้หมุดยึดติดบนจานหมุน ทนต่อการหมุนที่ความเร็วรอบสูงได้

พัดลมใบพัดเครื่องบิน มีความสเถียรสูงและปริมาณการไหลของลมจำนวนมาก มีประสิทธิภาพสูงระดับเสียงต่ำ ใบของใบพัดเป็นเหล็กหรืออลูมิเนียม โค้งเหมือนใบพัดเครื่องบิน มีจำนวน 8 ถึง 16 ใบ ช่องทางเข้าเป็นปากกระฆัง

ภาพที่ 25

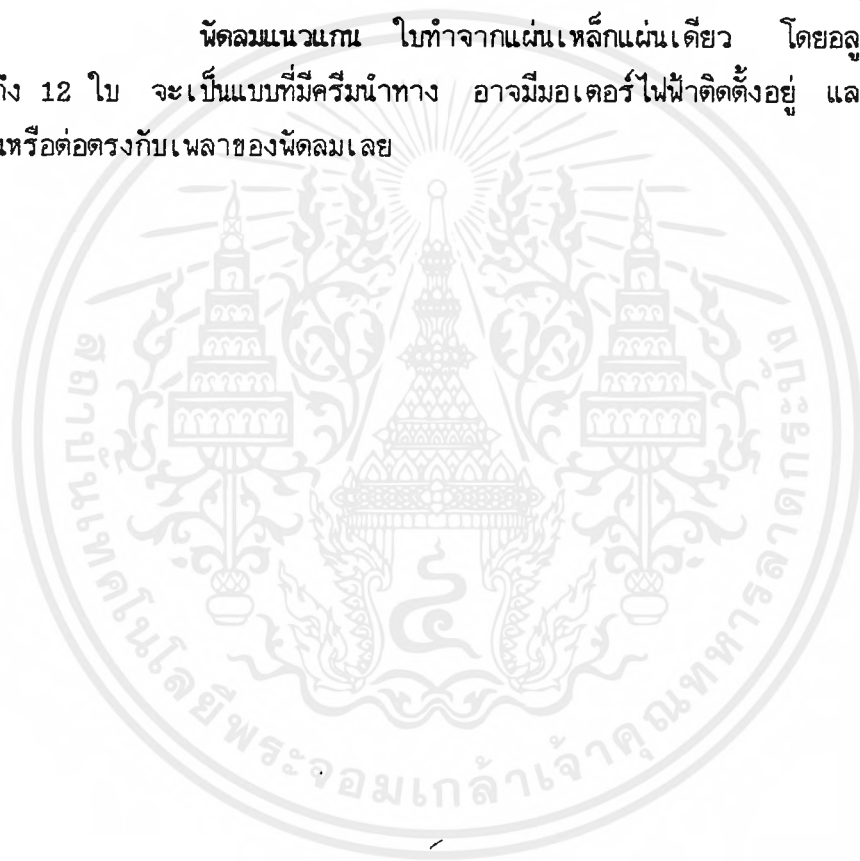
ภาพแสดงใบพัดของพัดลมแบบครีม



พัฒลไมลววง มีด้านข้างยาวกว่าแบบพัฒลไมเซอร์รอกโคและเอียงไปทางข้างหน้า ทั้ง 2 ข้างไมพัฒลมีฝาข้างของเปลือทุม ฝาหนึ่งต่อกับแบรึงและอีกฝาหนึ่งต่อกับเพลผ่านแบรึงไปต่อกับมอเตอรไฟฟ้า การไหลของลมเป็นแนวกว้าง เหมาะสำหรับช่องทางแคบ

พัฒลไมพัด เป็นพัฒลไมส่งลมแนวแกน มีโครงสร้างง่ายมีตั้งแต่ขนาดกว้างจนถึงขนาดแคบๆ มีจำนวนตั้งแต่ 2 ถึง 8 ใบ

พัฒลไมแนวแกน ไมทำจากแผ่นเหล็กแผ่นเดียว โดยอลูมิเนียมทล่มี 4 ถึง 12 ใบ จะเป็นแบบที่มีครีมนำทาง อาจมีมอเตอรไฟฟ้าติดตั้งอยู่ และขับเคลื่อนด้วยสายพานหรือต่อตรงกับเพลของพัฒลไมเลย



2.8. ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล

การศึกษาเกี่ยวกับชิ้นส่วนเครื่องจักรกลแบบต่างๆ ซึ่งสามารถนำมาใช้กับเครื่องกะเทาะเมล็ดธัญพืชสำหรับกลุ่มเกษตรกร ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นส่วนเครื่องจักรกลของ มานพ ต้นตระกูลพิทย , สาลี แสงท้าว , สุกิน จิตรเจริญ ที่กล่าวไว้ว่า ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลสามารถแบ่งการทำงานได้ดังนี้

2.8.1 เพลา¹

เพลาคือชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลที่หมุนได้เพลารับโมเมนต์บิดที่ถ่ายภาระมาจากล้อเฟือง , ล้อสายพานหรือคลัชต์ เพลาสารับภาระบิดและภาระดัด จึงแบ่งเพลารวมออกเป็นแบบเกร็ง , แบบข้อต่อและแบบดัด

ในเครื่องมือกลจะมีการเรียกเพลางานเพลาวา เพลาสปินเคิล

เพลารูปแบบเกร็ง จะแยกออกตามตำแหน่งของภาคตัดขวาง ในลักษณะที่ตรงและโค้ง ตกบ่าทั้งเพลาด้านและเพลากว้าง ในการสวมเครื่องมือหรือชิ้นงานจะนิยมให้เพลาสปินเคิลของเครื่องมือกลเป็นเพลากว้าง

เพลาคือเพลาที่ทำหน้าเปลี่ยนการเคลื่อนที่แบบหมุนให้เคลื่อนที่แบบเส้นตรงจะผลิตด้วยการหล่อขึ้นรูปหรือการทุบกระแทก

เพลาคือ ส่วนใหญ่จะมีการตกบ่าหลายครั้ง ตรงที่ตกบ่าจะช่วยให้การประกอบง่ายขึ้นและยังเป็นการกำหนดตำแหน่งในการประกอบรองเพลาล้อเฟือง ล้อสายพาน , คลัชต์ และปะเก็นเพลาล้อ

แกนเพลาล้อ (SHAFT SOURNAL) ตามหน้าที่และรูปร่างของแกนเพลาล้อ จะแบ่งแยกเป็นแกนเพลาล้อข้าง , แกนเพลาล้อคอ , แกนเพลาล้อทรงกลม , แกนเพลาล้อค้ำยัน และแกนเพลาล้อข้อเหวี่ยง จะรับภาระดัดและภาระอัดตามพื้นที่ จะมีการชุบผิวแข็งที่แกนเพลาล้อแล้วจะทำการเจียระไน

ข้อต่อเพลาล้อ โดยทั่วไปจะมีใช้งานตามตำแหน่งด้านที่ส่งกำลังออกไปยังด้านที่รับส่งกำลังของเพลาล้อมีตำแหน่งเอียงเปลี่ยนไป ข้อต่อเพลาล้อมีอยู่ในกลุ่มของเรื่องคันปลิ้ว

¹มานพ ต้นตระกูลพิทย , สาลี แสงท้าว และสุทิน จิตรเจริญ, ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล. (กรุงเทพฯ : ที.พี.พรินท์ จำกัด ,2538), หน้า 1 - 68

เพลแบบดัดได้หรือเพลปลาไหล เพลแบบนี้เหมาะสำหรับใช้งานกับการขับเคลื่อนเครื่องมือไฟฟ้าที่มีการเคลื่อนที่ มีโมเมนต์ต่ำแต่ความเร็วรอบสูง ในการป้องกันเพลจะให้เพลสวมอยู่ในท่อโลหะที่มีจาระบีให้การหล่อลื่นอยู่ถาวร

2.8.2. รองเพล (BEARING)

รองเพลมีหน้าที่รองรับเพล , แอกเชิล , และแกนเพล ด้วยแรงเสียดทานต่ำ รองเพลที่รับแรงขวางกับแนวแกนของเพลจะเรียกว่า รองเพลแนวรัศมี รองเพลที่รับแรงตามแนวแกนของเพลจะเรียกว่า รองเพลแนวแกน รองเพลแบ่งตามประเภทได้ 2 กลุ่ม คือ รองเพลธรรมดา (PLAIN BEARING) และรองเพลลูกกลิ้ง (ROLL BEARING) รองเพลเมื่อประกอบแล้วจะไม่สามารถผลักรื้อหรือขยับเลื่อนตามแกนเพลได้ ฟิล์มหล่อลื่นจะช่วยป้องกันการสึกหรอและความร้อน รวมทั้งช่วยลดการสั่นสะเทือนและเสียงดัง ซึ่งรองเพล

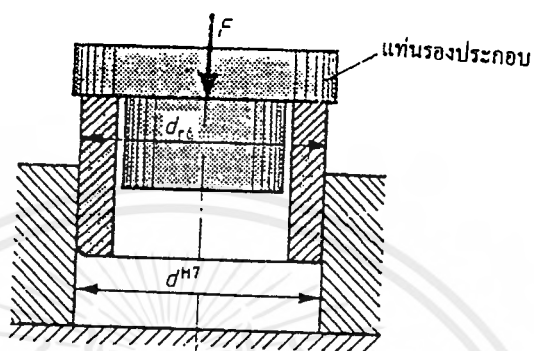
แบ่งตามลักษณะรูปร่างได้ดังนี้

1. ดูก็กรองเพล (SOLID JOURNAL BEARING) ผลิตด้วยการนำมาประกอบขึ้นรูป หรือจากหล่อขึ้นรูป โดยมีบุรองเพลที่ทำจากวัสดุรองเพลสวมอยู่ข้างใน
 2. ดูก็กรองเพลแบบปิด ทำจากเหล็กหล่อเพล ส่วนบุรองเพล ที่ตัดเข้าไปเป็นวัสดุรองเพล
 3. วัสดุรองเพลแบบแยกส่วนที่มีปลอกรองเพล จะประกอบด้วยส่วนล่างของรองเพล , ปลอกรองเพล 2 ชิ้น ทำจากโลหะรองเพล และสกรูยึดฝาปิด 2 ตัว ส่วนบ่าศูนย์ระหว่างตัวเรือนรองเพลและฝาดรองเพล จะทำหน้าที่ให้ชิ้นส่วนทั้งสองประกอบเข้าด้วยกันอย่างแน่นยำ สำหรับดูก็กรองเพลแบบปิดจะต้องทำการประกอบแกนเพลเข้าไปในบุรองเพล ส่วนดูก็กรองเพลแบบแยกส่วนจะสามารถประกอบเพลเข้ากับรองเพลในลักษณะที่ฝาดรองเพลถอดออก โดยทำการชุดตักแต่งผิวก่อนได้
 4. รองเพลลื่นแบบปรับได้ จะใช้กับงานเฉพาะอย่าง การหมุนปรับทิศนี้จะต้องกระทำอย่างระมัดระวัง มิให้ระยะฟรีของรองเพลน้อยเกินไปจนทำให้รองเพลร้อน
 5. รองเพลลื่นแบบปรับได้ เป็นเพลที่จะต้องใส่ประสบการณ์สูงในการติดตั้ง จากการจัดให้มีร่องหล่อลื่นและผิวสัมผัสลื่นออกแกนเพลกับลื่นหล่อลื่นหลายลื่น
- รองเพลลูกกลิ้ง จะประกอบไปด้วยแหวนนอก , แหวนใน , ลูกกลิ้ง และโครงยึดลูกกลิ้ง ซึ่งแบ่งเป็นประเภทดังนี้
1. รองเพลลูกกลิ้งกลม มีแบบแถวเดียวและสองแถว เหมาะสำหรับรับภาระปานกลางตามแนวรัศมีและภาระต่ำตามแนวแกนและสำหรับความเร็วรอบสูง

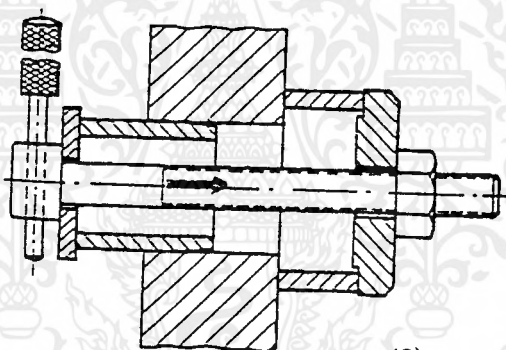
2. ร่องเพลาลูกกลิ้งกลมแบบมีปากกับฐานและร่องเพลาลูกกลิ้งกลมแบบเอียง สามารถใช้รับแรงตามแนวรัศมีและตามแนวแกนในหนึ่งทิศทางได้ นิยมประกอบเป็นคู่ให้เกิดการต้านเอาไว้
3. ร่องเพลาลูกกลิ้งรับแรงตามแนวแกน ให้รับแรงตามแนวแกนเพียงอย่างเดียว นิยมนำมาประกอบร่วมกับร่องเพลาที่รับแรงตามแนวรัศมี
4. ร่องเพลาลูกกลิ้งทรงกระบอก จะนำมาใช้รับภาระสูงตามแนวรัศมีและใช้กับเพลามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตๆ
5. ร่องเพลาลูกกลิ้งเรียว สามารถแยกชิ้นได้ สามารถรับแรงตามแนวรัศมีและแนวแกนได้ ร่องเพลาแบบนี้นิยมนำมาประกอบเป็นคู่ให้ย้อนทิศทางกัน
6. ร่องเพลาลูกกลิ้งกลมแบบแกว่งปรับศูนย์ ใช้กับงานสำหรับปรับแรงตามรัศมีและแนวแกน ใช้กับเพลาก็เบี่ยงเบนไปจากศูนย์และเพลาก็ปรับได้
7. ร่องเพลาลูกกลิ้งเข็ม ใช้สำหรับบริเวณที่มีพื้นที่การประกอบน้อย แต่ก็ยังมากกว่าร่องเพลารธรรมดา

ภาพที่ 26

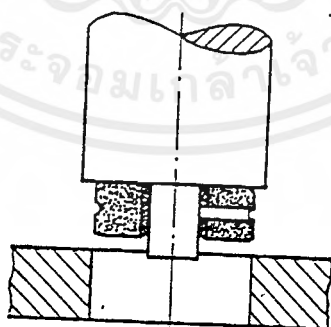
ภาพแสดงประเภทของรองเพลาลูกกลิ้ง



รูปที่ 2.39 พิกัดงานสวมของบูชและตัวเรือนรองเพลาลูกกลิ้ง



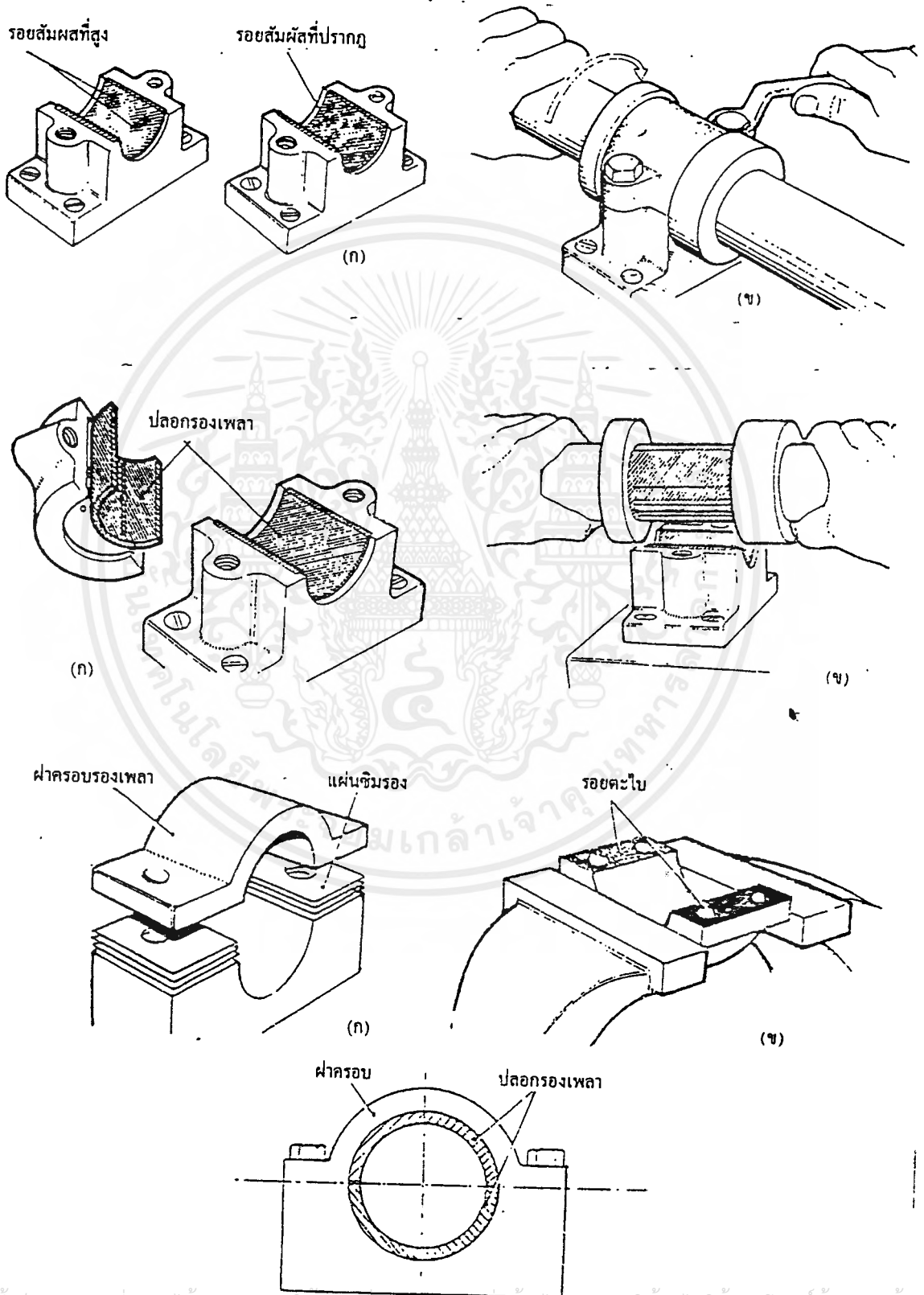
(ก)



(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 27
แสดงการประกอบรองเพล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้เฉพาะเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3. สายพาน (BELTS)

การส่งกำลังจากเพลานึงไปสู่อีกเพลานึง โดยใช้สายนั้นเป็นวิธีส่งกำลังซึ่งถูกและลงทุนน้อยกว่าอย่างอื่น เนื่องจากการติดตั้งต่างๆ ไม่ยุ่งยาก และค่าบำรุงรักษาต่ำ ประสิทธิภาพในการใช้งานก็ดีพอสมควร นอกจากนั้นยังมีข้อดีด้านการใช้งานคือ ช่วยผ่อนคลายแรงกระแทก (SHOCK LOAD) ทำให้การทำงานของเครื่องจักรเรียบขึ้น แต่การใช้สายพานมีข้อเสียที่อายุการใช้งานมักสั้นกว่า และไม่แข็งแรงเท่าการส่งกำลังโดยใช้โซ่และเกียร์ อย่างไรก็ตามพัฒนาการด้านการออกแบบสายพานโดยปรับปรุงวัสดุที่ใช้เสริมกำลังให้แข็งแรงขึ้นสามารถทำให้นำไปใช้งานหนักๆ แทนโซ่หรือเกียร์ได้

2.8.3.1. ชนิดของสายพาน

การแบ่งจำนวนของสายพานนั้น ใช้ลักษณะหน้าตัดของมันเป็นบรรทัดฐานในการแบ่งได้ 2 พวกใหญ่ๆ คือ

1. สายพานรูปตัววี
 2. สายพานแบบ ซึ่งรวมทั้งสายพานแบบโพลีวี และแบบชิง โครนัสด้วย
- สายพานรูปตัววี

สายพานรูปตัววีเป็นสายพานส่งกำลังที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดใช้ในงานที่ต้องการแรงจุดสูง และความเร็วสูงพอสมควร อายุการใช้งานยาวกว่าสายพานแบบแบน สายพานรูปตัววีใช้งานได้ดีในช่วงความเร็ว 1,500–1,600 ฟุต/นาที แต่สายพานโพลีวีเทน เป็นยางสังเคราะห์ชนิดหนึ่ง ชนิดที่มีหน้าแคบและทำมุม 60 องศา สามารถใช้ได้ถึงความเร็ว 10,000 ฟุต/นาที การที่ไม่สามารถใช้สายพานในการส่งกำลังที่ความเร็วสูงมากๆ เพราะแรงหนีศูนย์กลาง ซึ่งเพิ่มขึ้นตามค่ากำลังสองของความสูงเร็ว จะมีขนาดใหญ่ และเหวี่ยงให้สายพานขยายออกจนไม่เกาะกับมู่เล่นั่นเอง สำหรับที่ความเร็วต่ำกว่า 1,000 ฟุต/นาที ราคาของมู่เล่นและสายพานมักทำให้ไม่ประหยัดในการที่จะใช้สายพาน ส่งกำลังเพราะที่ความเร็วต่ำๆ มีวิธีส่งกำลังอีกหลายวิธี ซึ่งราคาต่ำกว่าอย่างไรก็ตามในบางครั้งเราก็อาจจะคุมที่จะใช้สายพานที่ความเร็วต่ำขนาด 300 ฟุตต่อนาทีก็ได้ เนื่องจากความทนทานของสายพานที่ความเร็วต่ำนั่นเอง

ตามทฤษฎีแล้วอัตราการทดลอง ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของสายพาน แต่ความจริงแล้วประสิทธิภาพในการส่งกำลังจะลดลงเมื่ออัตราการทดลองเพิ่มขึ้น ที่เป็นดังนี้อาจจะอธิบายได้ในรูปของปัญหาการปรับแรงตึงในสายพาน ซึ่งเป็นตัวประกอบที่สำคัญในด้านประสิทธิภาพ ค่าอัตราการทดลองที่ใช้งานได้ดีโดยทั่วไปควรจะต่ำกว่า 7 ต่อ 1 ประสิทธิภาพของมันจะตกประมาณ 90–98%

ความตึงของสายพานมีความสำคัญที่สุดต่อประสิทธิภาพและอายุการใช้งานของมัน ความตึงน้อยเกินไป จะทำให้สายพานลื่นไม่เกาะกับมู่เล่ตลอดเวลาการใช้งานทำให้ประสิทธิภาพตกลงอย่างมาก แต่ความตึงมากเกินไปจะทำให้แบร้งของเพลากเกิดการสึกหรออย่างรวดเร็ว อายุการใช้งานของมันจะสั้น การตึงสายพานที่ถูกต้องจึงเป็นสิ่งสำคัญมาก แต่ได้ความหมายว่าเราจะต้องคอยดูแลให้ความตึงสายพานของมันคงที่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติโดยปกติแล้ว ถ้าเราตึงความตึงสายพานถูกต้องแล้วจะทำให้มันใช้งานได้ดีไปหลายเดือนทีเดียว สายพานในท้องตลาดมักได้รับการออกแบบให้ใช้ในอุณหภูมิบรรยากาศ เราควรหลีกเลี่ยงการใช้สายพานเหล่านี้ในอุณหภูมิต่ำกว่า -30 องศาฟาเรนไฮต์ หรือสูงกว่า 180 องศาฟาเรนไฮต์ เพราะจะทำให้อายุการใช้งานสั้นลง

2.8.3.2. มาตรฐานของสายพานแบบตัววี

มาตรฐานควบคุมขนาดสัดส่วนของสายพานเพื่อให้บริษัทผู้ผลิต ใช้เป็นมาตรฐานอันเดียวกัน มีมาตรฐานของ ANSI และ META ของอเมริกา เราแบ่งมาตรฐานของสายพานเป็นกลุ่มๆ ตามลักษณะหน้าตัดของมัน ดังนี้ สายพานสำหรับงานอุตสาหกรรมแบ่งเป็น

1. สายพานสำหรับงานหนัก มีด้วยกัน 2 แบบ

1.1. แบบธรรมดา (Conventional) มีหน้าตัดเป็นแบบ A, B, C, D และ E

1.2. แบบหน้าแคบ (Narrow) มีหน้าตัดเป็นแบบ 3_v, 5_v, 8_v

2. สายพานสำหรับงานเบา ใช้ส่งกำลังต่ำกว่า 1 แรงม้า มาตรฐานหน้าตัด คือ 2L, 3L, 4L และ 5L

สำหรับสายพานแบบดับเบิลวี ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับเอสายพานแบบวี 2 เส้นมาซ้อนกันหลังชนหลัง มีผลผลิตเฉพาะหน้าตัดของสายพานแบบธรรมดาเป็นและสำหรับสายพานซึ่งออกแบบใช้สำหรับในงาน ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วตลอดเวลา มาตรฐานของหน้าตัดจะเป็นแบบ P, Q, R, T, W คือมีความหนาแน่นตั้งแต่ 7/8 นิ้วถึง 2 3/4 นิ้ว

การติดตั้งบำรุงรักษา สายพานรูปตัววี

การติดตั้งควรตรวจสอบข้อบกพร่องเสียก่อน ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนสายพานใหม่ หรือการติดตั้งระบบขับเคลื่อนใหม่ส่วนที่ต้องสำรวจก่อนก็คือ ตลับลูกปืน หรือแบร้ง เพลา และส่วนอื่นๆ ที่อาจจะเกิดปัญหาในอนาคตขึ้นส่วนเหล่านี้ควรจะอยู่ในสภาพดี กล่าวคือแบร้งไม่สึก เพลาไม่คด ฯลฯ หากซ่อมไม่ได้ก็ควรเปลี่ยนเสียใหม่ ก่อนจะใส่พานใหม่ หากเป็นการเปลี่ยนสายพานใหม่แต่อย่างเดียวกันก็ต้องตรวจสอบร่องของมู่เล่ด้วยว่าสึกไปมากน้อยเพียงไร โดยการมองด้วยตาเปล่าตรวจดูด้วยเกจ หรือใช้มือคลำดู แต่ต้องอระมัดระวังไม่ให้ถูกบาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่องสายพานที่สึกไปมากๆ จะลดอายุของสายพานถึง 50% ให้ค่าบำรุงรักษาเพิ่มขึ้น ดังนั้น ถัาร่องของมู่เล่สึกไปมากจะเสียรูป ก็ควรจะเปลี่ยนเสียใหม่ ร่องมู่เล่ที่สึกปรกติจะมีสนิมจับจะลดประสิทธิภาพในการขับเคลื่อนและอายุการของสายพานเช่นกัน จึงควรทำความสะอาดร่องเหล่านี้ให้ทั่วๆ ก่อนจะใส่สายพานเส้นใหม่น้ำยาที่ใช้ล้างได้ดี คือเมธิลคอโรฟอร์ม มู่เล่ที่ใช้ งานมาแล้ว ถ้าส่วนล่างสุดของร่องเป็นเงามักแสดงว่าไม่ร่องมู่เล่หรือตัวสายพาน หรือทั้งสองอย่างสึกไปมากทำให้สายพานกดลงสัมผัสผิวล่างของร่อง ควรตรวจดูว่าเป็นเพราะอะไร แล้วจัดการเปลี่ยนเสียใหม่

สายพานเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลประเภทจุดคือ สายพานและโซ่ทำหน้าที่ส่งถ่าย โมเมนต์หมุนและการเคลื่อนที่ระหว่างเฟลาตั้งแต่ 2 เฟลาขึ้นไป ด้วยความเร็วรอบสูง และให้มีระยะห่างกันมากได้

2.8.3.3. สายพานส่งกำลัง

- ข้อดี :
- ส่งถ่ายแรง ได้อย่างยืดหยุ่น
 - ดูดซับเสียงดังและการสั่นสะเทือน
 - ไม่ต้องมีการหล่อลื่น

- ข้อเสีย :
- เกิดการสั่นในขณะส่งกำลังได้
 - ร่องเฟลารับภาระสูง
 - เปลืองเนื้อที่มาก

ลักษณะส่งกำลังด้วยแรง

จะส่งถ่าย โมเมนต์ด้วยแรงเสียดทาน ระหว่างล้อสายพานและสายพาน แรงตามข้อบ่งชี้สายพานที่ส่งกำลังจะทำให้สายพานเกิดการยึดตัวแบบยืดหยุ่นที่มีผลให้สายพานเกิดการสั่นในขณะส่งกำลังบนล้อสายพาน

สายพานลักษณะส่งกำลังด้วยแรงแบ่งออกเป็นแบบสายพานแบน, สายพานลิ้ม, และสายพานกลม

1. สายพานแบน ผลิตจากหนัง, สิ่งทอ, พลาสติก และเส้นใยหลายๆ ชั้น สามารถใช้งานในลักษณะไขว้หรือกึ่งไขว้ได้ แต่จะเกิดการสึกหรอมากกว่าการใช้สายพานแบบเปิด

- สายพานลักษณะไขว้ เป็นลักษณะการวางสายพานที่ทำให้มีมุมโอบมากกว่าลักษณะเปิด อัตราทดจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่ล้อสายพานจะหมุนไปในทิศทางตรงกันข้ามจะทำให้เกิดการสึกหรอเร็ว

- สายพานลักษณะกึ่งไขว้ จะมีมุมโอบสายพานมากกว่า จะวางในแนวตั้งฉากแต่มีทิศทางการหมุนเหมือนกัน

2. สายพานสิ่งทอ ผลิตแบบไม่มีปลายจากเส้นใยของโพลีเอไมด์หรือโพลีเอสเตอร์ ใช้งานจะมีเสียงน้อยมาก ไม่มีการสั่นสะเทือน เหมาะกับการขับเพลาสปินเคล (ภายใน) เครื่องเจียรไน

3. สายพานแบบหลายชั้น จะมีชั้นความผิดที่เป็นพลาสติกยึดหุ้มหรือหนังชั้นที่รับแรงดึงจะทำจากแถบโพลีเอไมด์ชั้นเดียวหรือหลายชั้น หรือทำจากเชือกเกลียวโพลีเอสเตอร์

4. การส่งกำลังด้วยสายพานลิ่ม ผลิตแบบไม่มีปลาย ทำจากยางมีราคาตัดขวางเป็นรูปเหลี่ยมคางหมูครึ่งหนึ่ง ด้านบนเป็นโพลีเอสเตอร์ ใช้ชั้นใยสิ่งทอหุ้มรอบๆ จะช่วยป้องกันการสึกหรอได้ดี จะไม่รับแรงตามแนวรัศมีโดยตรง ส่งกำลังได้ดีในขณะที่ยังเพลารับภาระน้อยกว่า มีการสั่นไหลขณะส่งกำลังน้อย เปลืองที่น้อย ส่งถ่ายกำลังได้สูง สามารถให้หมุนย้อนทิศทางได้ สามารถจัดเรียงสายพานลิ่มได้หลายเส้นทำให้ส่งถ่ายกำลังงานได้มาก ข้อเสียของสายพานลิ่มคือ ต้นทุนการผลิตสูง มีระยะห่างระหว่างแกนจำกัด ไม่สามารถจัดสายพานส่งกำลังให้เป็นลักษณะไขว้กลับได้

การแยกรูปพรรณสายพานลิ่ม

สายพานลิ่มปกติ ทนแรงตึงและการสึกหรอได้ดีสูง นิยมใช้ขับเคลื่อนอุปกรณ์หมุนเร็วในยานยนต์

สายพานลิ่มร่วม ใช้ในงานส่งกำลังมากๆ จะมีแผ่นปิดยางสังเคราะห์ เหมาะกับงานที่มีการถ่ายเทโมเมนต์หมุนแบบไม่สม่ำเสมอและมีระยะห่างระหว่างแกนเพลามากๆ

สายพานลิ่มแหลม เหมาะใช้กับแกนเพลามีระยะห่างมากๆ และรับภาระสูง

สายพานลิ่มหน้ากว้าง เป็นสายพานรูปร่างพิเศษ สำหรับการส่งกำลังที่มีการปรับความเร็วรอบตามต้องการได้

สายพานลิ่มหลายรูปพรรณ เหมาะใช้กับงานที่มีอัตราทดสูงมากๆ และส่งกำลังงานได้ถึง 600 KW

2.8.3.4. ล้อสายพานแบบ

การผลิตล้อสายพานแบบจากเหล็กหล่อ, เหล็กกล้า, โลหะเบ่, พลาสติกหรือไม้ บนผิวล้อจะมีร่องรับสายพานจะต้องสิ้น โดยมีผิวความหนาอยู่ระหว่าง 4 ถึง

10 UM สายแบบ G ที่มีผิวโค้งจะช่วยประคองสายพานให้อยู่ตรงกลางเสมอในขณะส่งกำลัง แรงดึงหรือแรงตึงของสายพานจะอยู่ตรงกึ่งกลางความกว้างของล้อสายพาน จึงสามารถส่งกำลังความเร็วรอบถึง 20 M/S เหมาะใช้เป็นล้อตาม ล้อสายพานแบ่งตามลักษณะเป็นรูป ร่างโครงเป็นแผ่นกลมทึบหรือเจาะรู หรือแบบโครงซี่ถอดออกเป็น 2 ชั้น

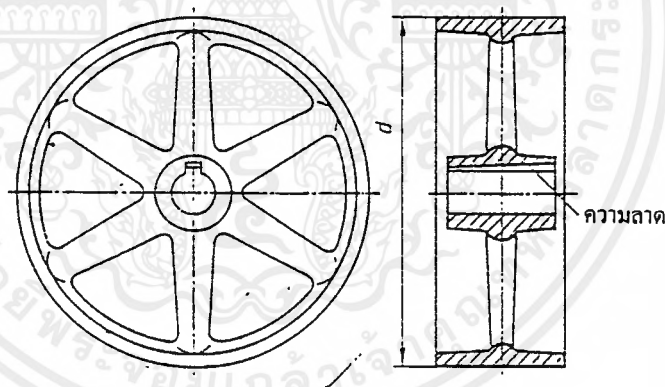
ล้อสายพานขนาดใหญ่จะทำจากเหล็กหล่อเทา สำหรับใช้งานรับภาระ มากๆ

2.8.3.5. ล้อสายพานลิ้ม

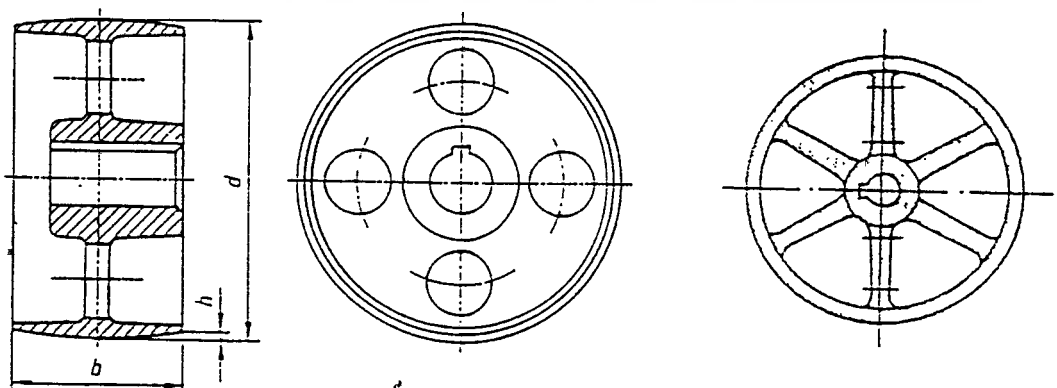
ล้อสายพานลิ้มจะมีแบบร่องเดี่ยวหรือหลายร่อง ร่องล้อสายพานจะมีการ ผลิตให้สายพานที่สวมประกอบแล้วไม่เลยพ้นจากขอบร่องล้อและจะต้องไม่จมอยู่ในร่องล้อ มิฉะนั้นสายพาน จะสูญเสียปฏิกิริยาแรงลิ้มขับ

ภาพที่ 28

แสดงรูปแบบล้อมู่เล่สายพาน



(ก) แบบ Z (รูปทรงกระบอก) ตั้งแต่ขนาด $\varnothing d > 160 \text{ mm} \dots 224 \text{ mm}$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ (ข) แบบ G (รูปผิวโค้ง) ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุ (ค) แบบถอดแยกเป็น 2 ชั้นได้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปการส่งกำลังโดยสายพาน

การส่งกำลังจากเพลานึง ไปสู่อีกเพลานึง โดยใช้สายพานนั้นเป็นวิธีส่งกำลังซึ่งถูกและลงทุนน้อยกว่าอย่างอื่นเนื่องจากการติดตั้งต่างๆ ไม่ยุ่งยาก และค่าบำรุงรักษาต่ำ ประสิทธิภาพการใช้งานก็ดีพอสมควร นอกจากนั้นยังมีข้อดีด้านการใช้งานคือ ช่วยผ่อนคลายนแรงประเภท ทำให้การทำงานของเครื่องจักรเรียบขึ้น แต่การใช้สายพานมีข้อเสียที่อายุการใช้งานมักสั้นกว่า และไม่แข็งแรงเท่าการส่งกำลังโดยใช้โซ่หรือเกียร์อย่างไรก็ตามพัฒนาการด้านการออกแบบสายพานโดยปรับปรุงวัสดุที่ใช้เสริมกำลังให้แข็งแรงขึ้น สามารถทำให้นำไปใช้งานหนักๆ แทนโซ่หรือเกียร์ได้

2.8.4. ชิ้นส่วนในระบบการส่งกำลังแบบรีง

ถ้าหากวัตถุ 2 ชิ้น จำจะต้องมีการเสียดสีกันแล้ว ไม่ว่าจะเป็นการเสียดสีเนื่องจากการไถลหรือการหมุนก็ตาม ก็จะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้น ซึ่งนอกจากก่อให้เกิดความต้านทานต่อการเคลื่อนที่แล้วยังก่อให้เกิดความร้อนและการสึกกร่อนด้วยการที่จะลดแรงเสียดทานนี้ลงก็โดยการใช้หลักการกลิ้งของวัตถุกลม เนื่องจากลดพื้นที่ผิวกระทบลงได้มากจากคุณลักษณะดังกล่าว จึงได้นำมาสร้างแบบรีงขึ้น และให้ชื่อว่าแบบรีงต่อต้านความเสียดทานหรือแบบรีงหมุน ซึ่งประกอบด้วย แหวนเหล็กกล้าชุบแข็ง 2 วง มีลูกหมุนเหล็กกล้าชุบแข็งอยู่ตรงกลางระหว่างวงแหวนทั้งสอง ซึ่งรับแรงจากแหวนวงใน ส่งต่อไปยังแหวนวงนอกและลูกหมุนแต่ละลูกจะถูกแยกห่างจากกัน ด้วยลูกกรงเพื่อสะดวกต่อการกลิ้งไม่ให้ชนกันเอง

การแบ่งชนิดของแบบรีง

จะแบ่งตามชนิดของลูกหมุน ถ้าเป็นชนิดลูกป็น เรียกว่า แบบรีงลูกป็น (Ball Bearing) ถ้าเป็นชนิดลูกกลิ้งก็เรียกว่า แบบรีงลูกกลิ้งนอกจากนี้ยังแบ่งย่อยลงไปอีกเป็นแบบรีงแรงแนวรัศมีและแบบรีงรับแรงแนวแกน ซึ่งออกแบบให้สามารถรับแรงแนวนั้นได้มากกว่าอีกแนวหนึ่ง

สำหรับงานที่แตกต่างกัน แนวแรงที่กระทำต่อแบบรีงก็จะแตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีแบบรีงหลายแบบเพื่อการเลือกใช้ให้เหมาะสม กับงานแต่ละชนิดแต่ละอย่างได้ จะไม่มีแบบรีงแบบใดสมบูรณ์แบบ เหมาะสมกับงานทุกชนิด

การเลือกใช้แบบรีง

ดังได้กล่าวข้างต้นแล้วว่าแบบรีงมีหลายแบบ ดังนั้นการเลือกใช้แบบรีงให้เหมาะสมกับงาน จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อแบบรีง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความเร็วหมุนของแหวงวงใน และแหวงวงนอก
3. อายุการใช้งานของแบริ่ง ที่ต้องการ
4. ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่าง แหวงวงใน-แหวงวงนอกกับ
อุณหภูมิภายนอก
5. ความเที่ยงของแกนของแบริ่ง ที่ต้องการ
6. ขนาดของแรงบิดที่เกิดจากการความเสียดทาน และความตึงของ
เสียงที่เกิดขึ้น
7. ชนิดของน้ำมันหล่อลื่นที่ต้องการใช้
8. จำนวนของแบริ่งที่ใช้กับแรง
9. โลหะที่ใช้ทำเพลลา และเปลือกตึกตาจะต้อง เรียบและได้แนวเส้นตรง
10. เนื้อที่สำหรับแบริ่ง จำกัดหรือไม่

คุณลักษณะของแบริ่งลูกปืนรับแรงแนวรัศมีแบบต่างๆ

1. แบริ่งลูกปืนแถวเดี่ยวร่องลึก (Single row, deep groove ball bearing) เป็นแบริ่งชนิดที่ใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุดทางเดินในของลูกปืนเป็นร่องลึกจึงกลิ้งได้สะดวก และมีความเที่ยง สามารถรับแรงแนวรัศมีได้มากและรับแรงแนวแกนได้พอสมควร เหมาะสำหรับงานที่มีความเร็วสูง แบริ่งชนิดนี้อาจมีฝาปิดหรือ ซีล เพื่อบรรจุจารบีไว้หล่อลื่นภายใน ทำให้อายุการใช้งานของจารบียาวนาน เพราะไม่รั่วไหลออกและกันวัตถุภายนอกเข้าสู่ภายในด้วย

2. แบริ่งแม็กมิโต มีลักษณะคล้ายกับแบริ่งลูกปืนแถวเดี่ยวร่องลึกผัดกันตรงบ่าของแหวงวงนอก ซึ่งมีเพียงบ่าเดียว จึงแยกออกจากแหวงวงในได้เหมาะสำหรับใช้กับส่วนที่ต้องถอดออกอยู่เสมอ และมีแรงแนวแกนกระทำต่อแบริ่งเพียงทิศเดียว

3. แบริ่งลูกปืนสองแถวร่องลึก มีลักษณะเหมือนกับแบริ่งลูกปืนแถวเดี่ยวร่องลึกเพียงแต่เพิ่มจำนวนลูกปืนเป็น 2 แถว จึงสามารถรับแรงได้มากขึ้น

4. แบริ่งลูกปืนแถวเดียว กับแรงแนวเอียงทั้งแหวงวงในและวงนอกแยกออกจากกันได้ เหมาะสำหรับใช้กับส่วนที่ต้องถอดเข้าถอดออก อยู่เสมอสามารถรับได้ทั้งแรงแนวรัศมีและแรงแนวแกนทิศเดียวได้มากกว่าแบริ่งลูกปืนแถวเดี่ยวร่องลึกโดยทั่วไปมุมกระแทกที่ใช้ออกแบบแบริ่งชนิดนี้คือ 15, 30 และ 40 องศา ถ้ามุมกระแทกโตจะสามารถรับแรงแนวแกน ได้มากแต่ถ้าใช้ที่ความเร็วสูงมุมกระแทกเล็กจะเหมาะสมมากกว่า

การเลือกแบริ่งไปใช้ให้เหมาะสมกับงาน

ในปัจจุบันนี้อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ซึ่งมีอุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆ ยุ่งยากสลับซับซ้อนจะสามารถมีการผลิตที่ราบรื่นมีปัญหาอันนำไปสู่การชกในการผลิตน้อยที่สุดในคุณภาพและความทนทานของแบริ่งจะเป็นตัวเอกที่สำคัญตัวหนึ่ง ปัญหาของแบริ่งมีผลกระทบกระเทือนอย่างมาก ต่อค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาเครื่องจักร มีกฎหมายๆ อยู่ข้อหนึ่งว่าปัญหาซึ่งเกิดขึ้นกับชิ้นส่วนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเพียง 20% ย่อมหมายถึง 80% ของปัญหาทั้งหมดมาจากชิ้นส่วนนั้นๆ ดังนั้นถ้าเราสามารถแก้ไขปัญหาของแบริ่งซึ่งมักเกิดขึ้นเสมอๆ ย่อมหมายถึงว่าเราสามารถลดค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรลง ได้มากทีเดียวทั้งนี้เพราะความเสียหายของแบริ่งสามารถนำไปสู่ความเสียหายอื่นๆ อีกมาก

ปัญหาของแบริ่งที่เกิดขึ้นซ้ำๆ ส่วนใหญ่จะสามารถแก้ไขได้โดยเปลี่ยนชนิดของแบริ่ง ถึงแม้ว่าบางครั้งเราอาจไม่ทราบปัญหาที่แท้จริงของความเสียหายนั้นก็ตามแบริ่งต่างๆ มีความสามารถ สมรรถนะ การใช้งาน และมีจุดอ่อนจุดแข็งต่างๆ ที่ควรพิจารณาเพื่อเลือกชนิดของแบริ่ง ที่เหมาะสมดังต่อไปนี้

- ความสามารถในการรับแรง
- ข้อจำกัดความเร็ว
- ความสามารถในการรับแรงลน (THRUST)
- ข้อจำกัดความไม่ตรงแนว (MISALIGNMENT)
- เคลียแรนซ์ (LEARAPCE) ภายในของแบริ่ง

2.8.5. การติดตั้งมู่เล่

มู่เล่ที่นิยมใช้กัน โดยเฉพาะในการส่งกำลังสูงๆ ประกอบด้วยชิ้นส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ดึงมู่เล่และบุชซึ่ง การออกแบบมู่เล่ลักษณะนี้ทำให้ไม่ต้องตอกลิ้มอัดเข้าไปอันจะทำให้ตัวขับ เช่นมอเตอร์เสียหายตัวบุชซึ่งจะถูกผ่าซีกทางด้านตรงข้ามร่องลิ้ม เพื่อให้สามารถปรับความคับหลวมของรูกกลางของมู่เล่ ซึ่งเป็นกรวยหุ้มเท่ากันการที่ผิวสัมผัสระหว่างบุชซึ่งและรูปของมู่เล่เป็นกรวยนี้ ทำให้สามารถบีบบุชซึ่งให้ยึดติดกับเพลลาได้แน่นมาก โดยอาศัยหลักการผ่อนแรงของลิ้ม

ข้อควรปฏิบัติในการติดตั้งมู่เล่ดังนี้

1. ทำความสะอาดผิวสัมผัสทุกแห่งให้แน่ใจว่า ไม่มีเศษวัสดุอื่นเกาะอยู่

2. สวมบุชซึ่งเข้ากับตัวมู่เล่ใส่สอดเข้าไปอย่างหลวมๆ ไม่ต้องใส่สารหล่อลื่นลงไปตามเกลียวน็อต หัวน็อตอาจจะอยู่ด้านนอกหรือด้านในก็ได้ แล้วแต่การออกแบบ ข้อควรระมัดระวังอย่างยิ่งของการประกอบมู่เล่แบบนี้คือ อย่าให้สารหล่อลื่นทาผิวสัมผัสระหว่างบุชซึ่งกับตัวมู่เล่ เพราะมู่เล่แบบนี้จะได้รับการออกแบบให้สามารถขันน็อต เพื่อเป็นบีบตัวบุชซึ่งให้แน่นโดยอาศัยประแจธรรมดาก็เพียงพอแล้ว ถ้ามีสารหล่อลื่นที่ผิวสัมผัสนี้การขันประแจจนตึงๆ มือเท่านั้น ก็อาจทำให้ตัวมู่เล่แตกได้ เนื่องจากแรงที่เกิดขึ้นโดยหลักการของลิ้ม มีขนาดเพิ่มขึ้นมากมาย เมื่อตัวลิ้มกินลึกเข้าไป

3. สวมมู่เล่ที่ประกอบนี้เข้าไปกับเพลลา ปรับช่องลิ้มให้ตรงกันแล้วสอดลิ้มเข้าไป ถ้าหากบุชซึ่งสวมเข้าเพลลาได้ยากให้เอาไขควงแบบที่เป็นลิ้ม สอดเข้าไปตามรอยผ่าของบุชซึ่งแล้วจัด จะช่วยได้มากตั้งแนวและระดับด้วยสายตา แล้วขันน็อตไว้หลวมๆ อย่าเพ่งขันให้แน่นเพราะต้องปรับมู่เล่ให้ได้ระนาบก่อน สำหรับมู่เล่แบบง่ายๆ ให้ส่งกำลังต่ำๆ มักจะล็อกตัวมู่เล่กับเพลลา โดยวิธีใช้ลิ้มและยึดลิ้มให้แน่นด้วยสกรู การติดตั้งไม่มีอะไรยุ่งยาก

การตั้งแนวระนาบของมู่เล่

แม้ว่าการตั้งแนวระนาบสายพานรูปตัววีจะไม่ถือเป็นความสำคัญมากตั้ง เช่นการส่งกำลังแบบอื่น แต่การตั้งแนวมู่เล่ให้ได้ระนาบเดียวกันจะช่วยยืดอายุการใช้งานของสายพานได้มาก การตั้งแนวระนาบแบ่งเป็น 2 ชั้น คือ

1. ตรวจสอบว่าเพลลาทั้งสองขนานกันหรือไม่ วิธีตรวจง่ายๆ วัดระยะระหว่างเพลลาทั้งสอง ลึก 3 หรือ 4 จุด ถ้าเพลลาขนานกันจะต้องได้ระยะห่างระหว่างเพลลาเท่ากันหมด

2. ตั้งตำแหน่งของมู่เล่ให้อยู่ในแนวตรงกัน เมื่อตั้งมู่เล่ได้ระนาบแล้ว จึงขันน็อตให้มู่เล่ยึดแน่นกับเพลลา

การใส่สายพาน

วิธีใส่สายพานที่ถูกต้อง คือ เลื่อนระยะระหว่างเพลลาให้ใกล้กันเข้าเมื่อให้สามารถคล้องสายพานเข้าไป โดยไม่ต้องใช้อะไรจัดเข้า การจัดสายพานจะทำให้เส้นใจภายในขาดได้ หรือสายพานบิดเสียรูป ทำให้สายพานพลิกขณะใช้งานได้

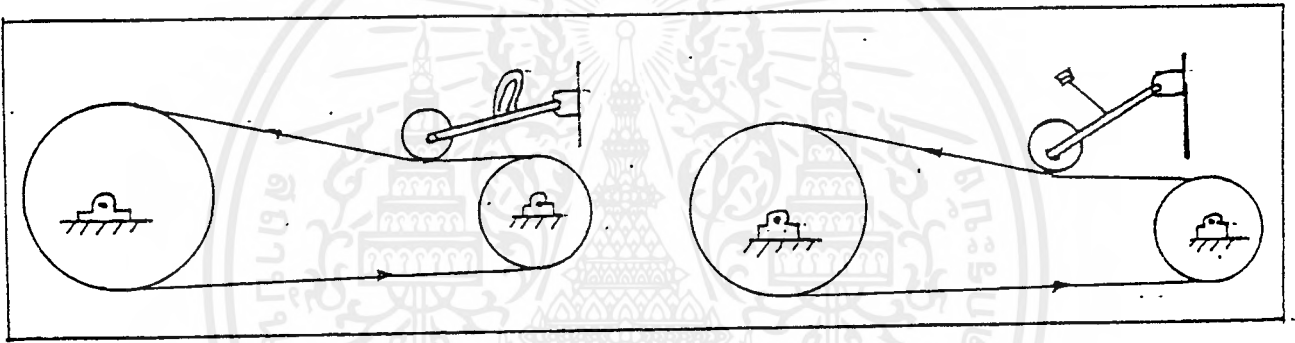
ความตึงที่พอเหมาะของสายพานเป็นสิ่งสำคัญยิ่งต่ออายุใช้งานของสายพานและประสิทธิภาพในการส่งกำลัง ปัญหาและสายพานมากกว่า 90% ที่สามารถแก้ไขได้โดยเพียงแต่รับความตึงของสายพาน สายพานที่ตึงเกินไปจะทำให้แบร์ริงสึกเร็วแต่สายพานที่หย่อนเกินไปจะทำให้สายพานลื่นบนมู่เล่ นอกจากนี้สายพานที่หย่อนจะขาดได้ง่ายเพราะเกิดการกระตุกตอนแรกที่แรงกระทำ ปัญหาว่าความตึงขนาดไหนจึงจะพอดีนั้น ตอบได้ยากเพราะความตึงที่เหมาะสมเปลี่ยนแปลงตามชนิดขนาด และผู้ผลิต แคตตาล็อกของสายพานในปัจจุบันนี้มัก

จะมีบ่งไว้ว่าควรจะปรับความตึงของสายพานแบบนั้นๆ ขนาดไหน อย่างไรก็ตามวิธีง่ายๆ ซึ่งใช้กันทั่วไป โดยไม่อาศัย เครื่องมือวัด หรือเปิดตารางดู ก็คือ ปรับความตึงให้เพียงพอที่จะไม่ให้เกิดการลื่นเมื่อมีแรงกระทำสูงสุด ซึ่งโดยมากมักเป็นตอนสาร์ท หรือช่วงจังหวะเริ่มรอบใหม่ของการทำงาน โดยการค่อยๆ เพิ่มระยะระหว่างมู่เล่เพื่อเพิ่มความตึงเล็กน้อย

ลักษณะการปรับความตึงของสายพาน

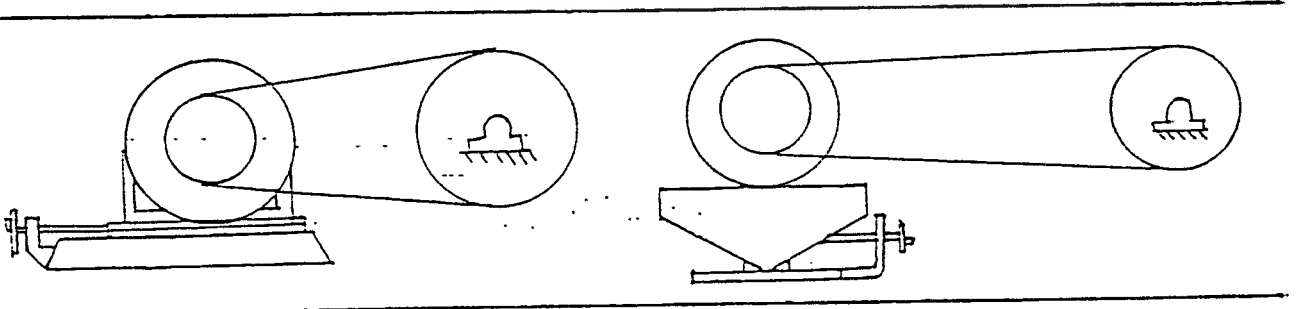
ภาพที่ 29

การปรับความตึงของสายพาน



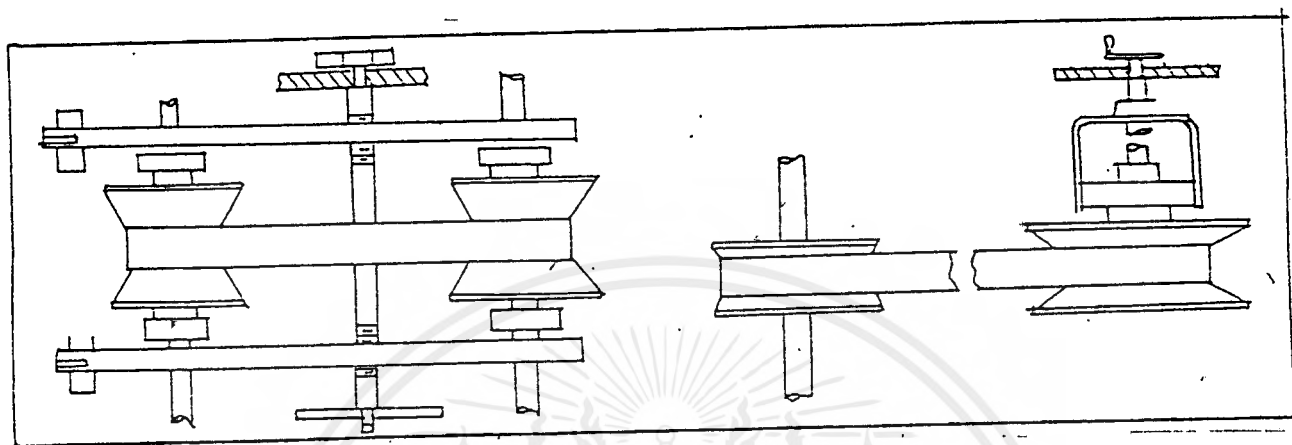
ภาพที่ 30

การปรับความตึงของสายพาน

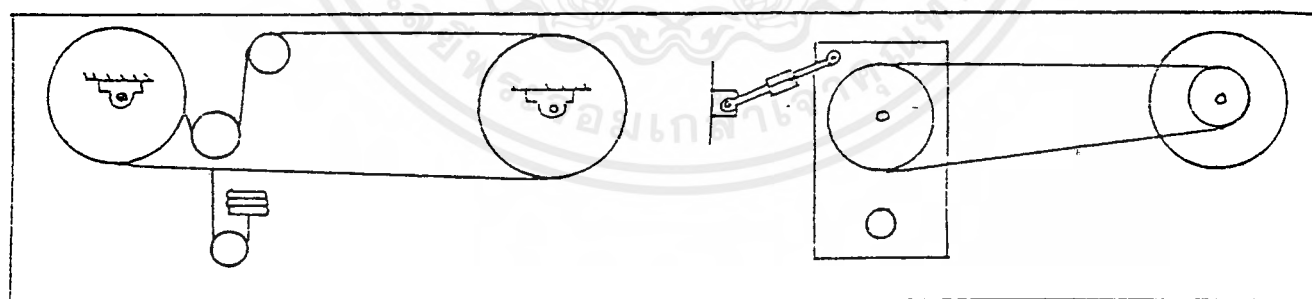


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 31
การปรับความตึงของสายพาน

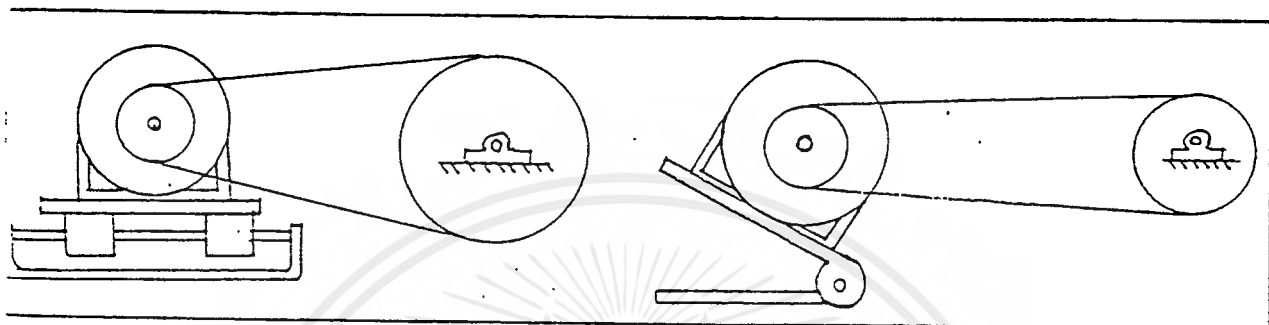


ภาพที่ 32
การปรับความตึงของสายพาน

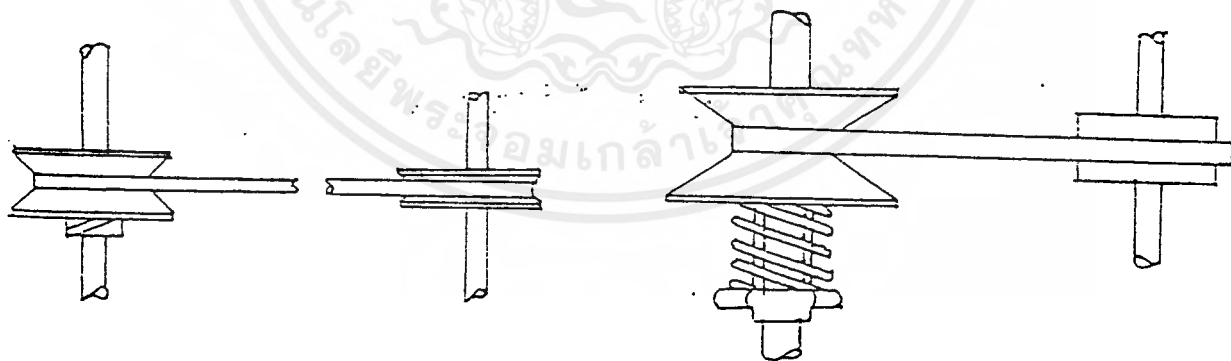


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 33
การปรับความตึงของสายพาน



ภาพที่ 34
การปรับความตึงของสายพาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการออกแบบแผงควบคุมเครื่องจักรที่ปลอดภัย

- ต้องพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรด้วย
- ในการออกแบบขนาด ช่องว่างระหว่างปุ่มควบคุมและตำแหน่งที่จะติดตั้งจะต้องคำนึงถึงส่วนสูงของผู้ปฏิบัติงานโดยเฉลี่ยด้วย จะได้ปฏิบัติงาน ได้สะดวกคล่องแคล่ว ไม่ควรยึดถือระยะตายตัวของฝรั่ง เพราะคนจองเขาตัวสูงกว่าคนไทย
- จัดวางปุ่มต่างๆ ให้รวบรวมกันอยู่ในที่ที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถควบคุมได้ถนัดมือที่สุด
- ควรจำไว้ด้วยว่าผู้ปฏิบัติงานมีมือและเท้าอย่างละคู่ ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ในการบังคับปุ่มป้องกันภัยในยามฉุกเฉินได้เสมอ
- ไม่ควรใช้สิทธิแบบโยก และแบบเลือกปรับที่มีเข็มชี้ในงานเกี่ยวกับเครื่องจักรที่เคลื่อนที่
- ปุ่มหยุดฉุกเฉินควรใช้สีแตกต่างจากปุ่มอื่นๆ และควรใช้สีให้เป็นมาตรฐานเดียวกันกับเครื่องทุกเครื่องในโรงงานจะได้ไม่ปวดหัว

การเปลี่ยนความเร็วรอบ

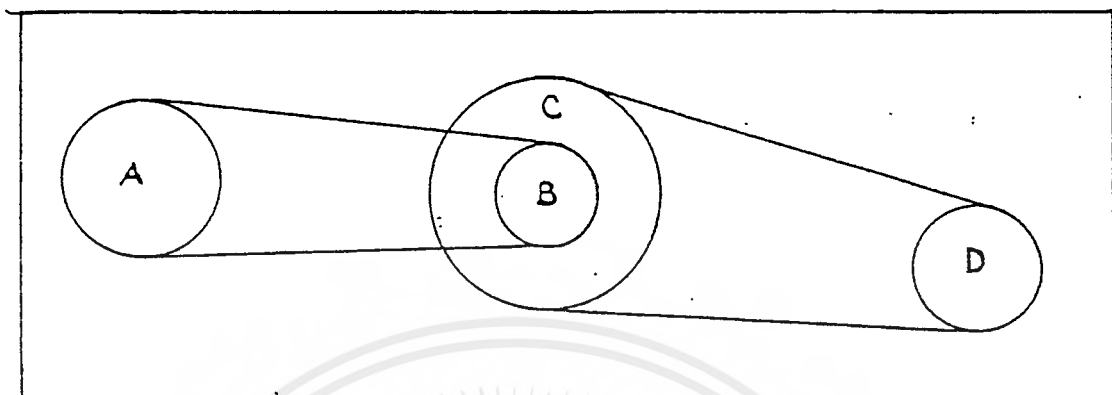
ความเร็วที่จะเปลี่ยนได้แก่ความเร็วรอบและความเร็วเชิงเส้น

การเปลี่ยนความเร็วรอบ ขึ้นอยู่กับการจัดมุมเลี้ยวถ้าต้องการเพิ่มความเร็วรอบให้สูงขึ้นต้องใช้มุมเลี้ยวที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยาวกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของ มุมเลี้ยวตัวส่งและถ้าต้องการลดความเร็วรอบให้น้อยลงจะต้องใช้มุมเลี้ยวที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางสั้นกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของมุมเลี้ยวตัวส่ง

การเปลี่ยนความเร็วเชิงเส้น เปลี่ยนได้จากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมุมเลี้ยวหรือใบเลื่อยที่มีแกนร่วม ถ้าจำนวนรอบเท่ากันแต่ขนาด 1 รอบต่างกันก็จะทำให้ความเร็วเชิงเส้นเปลี่ยนไปตามความต้องการ

การหาความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วรอบ และเส้นผ่านศูนย์กลางของมุมเลี้ยว เมื่อต้องการเปลี่ยนความเร็ว

ภาพที่ 25
ตำแหน่งของมู่เล่



จากรูป กำหนดให้มู่เล่ A ได้รับกำลังจากมอเตอร์
จัดชนิดของมู่เล่ได้ดังนี้

A และ C เป็นมู่เล่ตัวขับ

B และ D เป็นมู่เล่ตัวส่ง

ตามหลัก

มู่เล่ คู่ใดที่ใช้สายพานร่วมกันจะมีความเร็วเชิงเส้นเท่ากัน

ความจริง

มู่เล่ คู่ใดที่ใช้เฟลาร่วมกันจะมีความเร็วรอบเท่ากัน

สายพานทอดเดียว

กำหนดให้ d_1 เป็นความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางของมู่เล่ ตัวขับ

กำหนดให้ d_2 เป็นความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางของมู่เล่ ตัวส่ง

n_1 เป็นความเร็วรอบนาฬิกาของมู่เล่ ตัวขับ

n_2 เป็นความเร็วของรอบต่อนาทีมู่เล่ ตัวส่ง

ฉะนั้นความเร็วเชิงเส้นของมู่เล่ ตัวขับเท่ากับ เส้นรอบวงตัวขับ ความเร็วรอบตัวขับ
เท่ากับ $d_1 n_1$

ฉะนั้นความเร็วเชิงเส้นของมู่เล่ ตัวส่งเท่ากับ เส้นรอบวงตัวขับ ความเร็วรอบตัวส่ง
เท่ากับ $d_2 n_2$

แต่มู่เล่ ตัวขับและตัวส่งใช้สายพานร่วมกันย่อมมีความเร็วเชิงเส้นเท่ากัน

เพราะฉะนั้น $d_1 n_1$ เท่ากับ $d_2 n_2$

นั่นคือ ผลคูณของเส้นผ่าศูนย์กลาง มู่เล่ ตัวขับ กับความเร็วรอบของ มู่เล่ ตัวขับมี

ค่าเท่ากับ ผลคูณของเส้นผ่าศูนย์กลาง มู่เล่ ตัวส่ง กับความเร็วรอบของมู่เล่ ตัวส่ง

การคำนวณหาอัตราทด

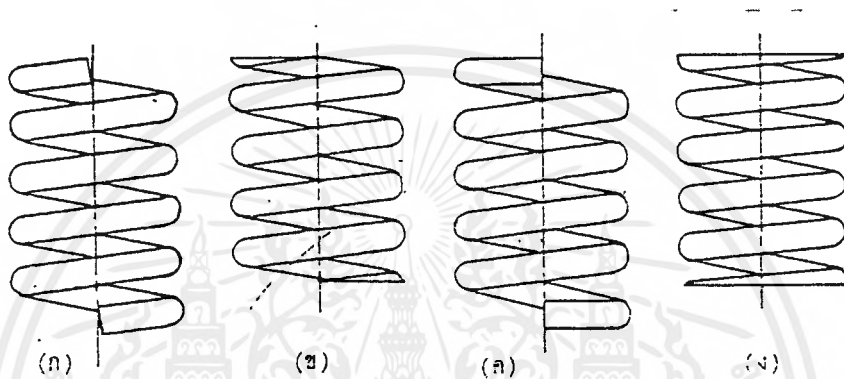
ถ้าให้ -1 เป็นอัตราทด

1. สปริงชด

ส่วนใหญ่จะมีรูปร่างทรงกระบอก จะนำไปใช้งานเป็นสปริงดึง และสปริงกด นำไปใช้งานในการยึดหดที่ระยะทางเคลื่อนที่ได้มาก สปริงชดส่วนมากจะได้จากการม้วนขึ้นรูปลวดเหล็กกล้าสปริง อาจมีส่วนปลาย (End) ได้ 4 แบบ คือ

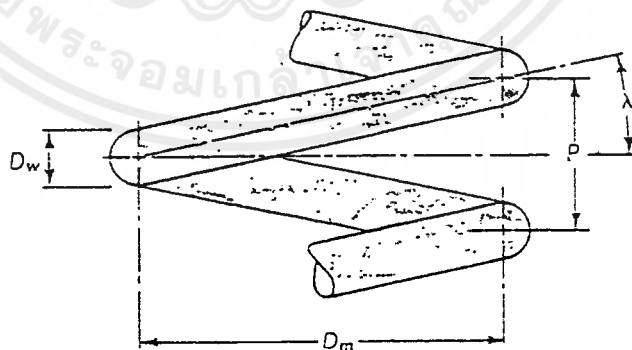
ภาพที่ 36

แสดงสปริงชดรับแรงกด



ปลายสปริงชดรับแรงกด ก. ปลายธรรมดา ข. ปลายธรรมดาและเจียรระไน
ค. ปลายตรง ง. ปลายตรงและเจียรระไน (จากวิธีทรีและชาญ 2525 เล่ม 1 หน้า 234)

ภาพที่ 37
สปริงชด



2. สปริงชดแบบบิด (แบบมีชายัน)

ตาม DIN 2088 เป็นสปริงที่มีรูปร่าง (ส่วนใหญ่) เป็นชดทรงกระบอก ลวดเหล็กกล้าสปริงทำการม้วนขึ้นรูป ทำหน้าที่ดึงขึ้นส่วนให้กลับมาที่เดิมในกลไกต่างๆ เป็น แชนหนีบรัดตะกร้าหรือกระเป๋านรถจักรยาน เป็นต้น

3. สปริงแผ่น

เป็นสปริงใช้รับภาระตัดโดยตรง ผลิตจากเหล็กกล้าแผ่นแถบเป็นรูปกว้างแตกต่างกัน โดยการนำมาเรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ แล้วมีตัวรัดให้อยู่ด้วยกันเป็นชุดจะเรียกว่า แพนสปริงที่ใช้รองรับการกระเด้งของรถยนต์, รถราง, รถไฟ เป็นต้น

4. สปริงแบบเพลลาบิต

ส่วนใหญ่เป็นเพลากลม มีปลายเพลาด้านหนึ่งยึดแน่น ใช้รับแรงสั่นสะเทือนจากแกนเพลาล้อ หรือใช้ในการวัดโมเมนต์บิดของแฉโมเมนต์

5. สปริงชดกันหอย

เป็นสปริงดัด ส่วนใหญ่จะผลิตจากเหล็กกล้าสปริง มีภาคตัดขวางเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากแล้วม้วนเป็นกันหอย ใช้เป็นสปริงดัดกลับตำแหน่งเดิม ในอุปกรณ์วัดทางอุตสาหกรรมเป็นสปริงสะสมกำลังงานของระบบนาฬิกาและระบบคลัตช์

6. สปริงจาน

เป็นสปริงรับแรงกดที่รูปกว้างเป็นวงแหวนรูปทรงเรียวที่สามารถรับแรงตามแนวแกนได้ เหมาะสำหรับการรับแรงมากโดยระยะการยุบตัวน้อย สามารถเรียงซ้อนกันในทิศทางเดียวกัน หรือให้สลับทิศทางกันในแกนเสา การเรียงซ้อนกันในทิศทางเดียวกันจะทำให้ระยะกดของสปริงน้อยกว่าแบบเรียงสลับทิศทางกัน

7. สปริงวงแหวน

เป็นสปริงทำจากเหล็กกล้า เป็นแบบไม่มีปลาย (รอยต่อ) มีผิวเรียวสัมผัสกันจะรับภาระตามแนวแกน จะใช้ในการรองรับชิ้นงานในโรงรีด และในหัวรถจักรหรือรถราง เป็นต้น

8. สปริงยาง

สปริงนี้ทำจากยางสังเคราะห์ ส่วนมากใช้กับงานรับการสั่นสะเทือนและการกระแทก เช่น คับปลั่ง ยางสังเคราะห์จะนำมาวัลเคนไนซ์ให้ยึดกับแผ่นโลหะ หรือการใช้การยึดระหว่างยางกับโลหะแผ่น

9. สปริงนิวแมติกส์

จะนำมาใช้ประโยชน์ เช่น รองรับการสั่นสะเทือนของรถยนต์ สปริงนี้จะมีอากาศหรือก๊าซที่ทำหน้าที่เป็นธาตุสปริง

2.8.7. สลัก (Pins) และเกลียว (Threads)

สลักเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่สามารถถอดรื้อได้ ส่วนใหญ่จะได้รับการเจาะรู สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. สลักสวมอัด ใช้ยึดชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ต้องการล็อคตำแหน่งแน่นอนเข้าด้วยกัน สามารถทำการประกอบเข้าตำแหน่งเดิมได้ง่าย
2. สลักยึด ใช้ยึดชิ้นส่วนตั้งแต่ 2 ชิ้นขึ้นไป สามารถถอดประกอบง่าย และเป็นอัตราทดภาคตัดขวางของชิ้นงานน้อยกว่า
3. สลักรับแรงเฉือน ใช้ป้องกันการเสียหายของชิ้นส่วนในกรณีที่ชิ้นส่วนรับภาระมากเกินไป นิยมใช้กับงานเครื่องมือกล เช่น ระหว่างเพลาชับกับเพลางานสปีนเคิล

สลักเกลียว

บางครั้งรอยต่อในโครงสร้างเหล็กอาจใช้สลักเกลียวแทนหมุดยึดได้ สลักเกลียวที่ใช้สลักเกลียวแบบธรรมดา และสลักเกลียวกำลังสูง สลักเกลียวแบบธรรมดาได้แก่สลักเกลียวไม่แต่งผิว (UNFINISHED BOLTS) ซึ่งทำด้วยเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ มีกำลังต้านทานแรงเฉือนแรงกต่นน้อยกว่าหมุดยึดดังนั้นจึงใช้สลักเกลียวแบบนี้กับโครงสร้างขนาดย่อมซึ่งรอยต่อไม่รับแรงกระแทกหรือกระแทกที่มีการเปลี่ยนแปลงแรงกระทำซ้ำซาก นอกจากสลักเกลียวแบบนี้แล้วยังมีเกลียวแบบนั้นมีสลักเกลียวแบบธรรมดาทั่วไป (TURN BOLTS) และสลักเกลียวแบบมีสันที่ผิว

สลักเกลียวกำลังสูง (HIGH STRENGTH BOLTS) เป็นสลักเกลียวที่ทำจากเหล็กกล้าแข็ง มีกำลังแรงดึงสูงกว่าสลักเกลียวแบบธรรมดา โดยมีทวนแรงดึงที่จุดกลางประมาณ 5200-6300 กก./ชม. และมีทวนแรงดึงปลายประมาณ 7400 ถึง 8800 กก./ชม. ชนิดต่างๆ สลักเกลียวกำลังสูงได้แก่ รอยต่อโครงสร้างโดยใช้สลักเกลียวแบบนี้มี 2 แบบ คือ แบบรับกด (BEARING TYPE) ซึ่งเหมือนกับหมุดยึดหรือสลักเกลียวแบบธรรมดา และมีแรงฝืด (RICTION TYPE) ซึ่งทำโดยสันสลักเกลียวแน่นด้วยเครื่องขัน (TORQUE WRENCH) จนกระทั่งแรงดึงในสลักเกลียวประมาณ 90% ของขีดจำกัดยืดหยุ่น ไม่มีโอกาสเกิดแรงกตเลย ในแบบนี้เกลียวจะรับแต่แรงเฉือนซึ่งส่งถ่ายโดยแรงเสียดทานระหว่างแผ่นเหล็ก ในปัจจุบันนิยมใช้สลักเคลื่อนแบบนี้มาก และใช้แทนหมุดยึด และสามารถใช้ได้กับรอยต่อมีการสั่นสะเทือนกระแทกและที่ทางกระทำซ้ำซาก เช่นเดียวกับหมุดยึด

ขนาดของสลักเกลียวมีขนาดตั้งแต่เส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม. ถึง 36 มม.
โดยมีรูเจาะใหญ่กว่าขนาดของสลักเกลียวประมาณ 1.5 มม. ถึง มม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สมบัติทางกลของสลักเกลียว หมุดเกลียว

และสลักเกลียวสองข้าง

สลักเกลียว หมายถึง

เหล็กต้นรูปทรงกระบอก ปลายหนึ่งมีหัวเป็นรูปทรงต่างๆ อีก
ปลายหนึ่งเป็นเกลียวใช้ร้อยผ่านตลอดรูกลวงของชิ้นส่วนที่ต้องการ
จะยึดให้ติดกัน โดยมีน๊อตเกลียวขันเข้าทางปลายที่เป็นเกลียว

หมุดเกลียว หมายถึง

เหล็กต้นรูปทรงกระบอก ปลายหนึ่งมีหัวเป็นรูปต่างๆ อีก
ปลายหนึ่งเป็นเกลียวใช้สำหรับยึดชิ้นส่วนให้ติดกัน โดยไม่ต้องใช้
น๊อตเกลียว

สลักเกลียวสองข้าง หมายถึง

เหล็กต้นรูปทรงกระบอกมีเกลียวทั้งสองปลาย ใช้สำหรับยึดชิ้นส่วน
ให้ติดกัน

1. ประเภทของเกลียว

เกลียวถูกแบ่งเป็นประเภทต่างๆ ตามลักษณะหน้าตัดของเกลียว เช่น
สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยมจัตุรัส แอคโม่ เกลียวโคหนดนา และเกลียวกลมมน ในจำพวกที่กล่าวมา
ทั้งหมดนี้ เกลียวสี่เหลี่ยมจัตุรัส เกลียวแอคโม่ และเกลียวโคหนดนา มักใช้กับงานที่ต้อง
การถ่ายเทแรงหรือเคลื่อนที่ชิ้นส่วนต่างๆ ส่วนเกลียวกลมมน เหมาะกับงานประเภทที่มี
ความสกรปรกจากฝุ่นผงแต่เกลียวที่นิยมใช้กันแพร่หลายมากที่สุดได้แก่ เกลียวสามเหลี่ยม

เกลียวสามเหลี่ยมยังแบ่งออกได้อีกตามขนาดของพิตช์ ทั้งในระบบเมตริก
และระบบนิ้ว โดยระบุว่าเป็นเกลียวหยาบหรือเกลียวละเอียด เช่น

- ก. ชุดเกลียวเมตริกหยาบ
- ข. ชุดเกลียวยูนิฟาย หยาบ
- ค. ชุดเกลียวเมตริกละเอียด
- ง. ชุดเกลียวยูนิฟายละเอียด
- จ. ชุดเกลียวยูนิฟายละเอียดเป็นพิเศษ

ชุดเกลียวหยาบใช้กับงานทั่วไป เช่น พวกสลักเกลียวและแป้นเกลียว พวกเกลียวละเอียดมีพิทช์ละเอียด มักใช้กับงานที่บางๆ และงานที่มีการสั่นสะเทือนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ส่วนในประเทศญี่ปุ่นเกลียวยูนิฟายมีที่ใช้อยู่จำกัดอยู่กับงานพวกเครื่องบิน หรืองานที่พิเศษประเภทอื่นๆ

2. เกลียว

รูปร่างพื้นฐานของเกลียวแต่ละเกลียวจะมีรูปร่างที่เป็นแนวเส้นรอบทรงกระบอก เมื่อครบรอบหนึ่งจะเกิดจุดเยื้องกัน เป็นระยะห่างเรียกว่า ระยะพิทช์ (Pitch)

3. ชนิดของเกลียว

จะแบ่งได้ตามรูปร่างของเกลียวได้ ดังนี้

- ก. เกลียวยอดแหลม เป็นเกลียวที่มีใช้งานบ่อยที่สุดทั่วโลก
 - ข. เกลียวเมตริก ISO เป็นเกลียวยอดแหลมที่มีมุมยอดเกลียว 60°
- เกลียวชนิดนี้แบ่งออกเป็นเกลียวปกติ (เกลียวหยาบ) และเกลียวละเอียด
- ค. เกลียวปกติ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตนอกสุด จะมีระยะพิทช์เพียงขนาดเดียว ในการใช้สัญลักษณ์เกลียวจะเรียกตามขนาดเรียกเกลียวและขนาดระยะพิทช์
 - ง. เกลียวหัววัดเวตและเกลียววัดเวตละเอียด จะมีมุมยอดเกลียว 55° นิยมใช้ในงานติดตั้งปะปาและสุขภัณฑ์
 - จ. เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู จะมีมุมยอดเกลียว 30° จะมีแรงเสียดทานผิวด้านข้างน้อยกว่าเกลียวเมตริก จึงนิยมนำมาใช้ในงานเป็นเกลียวขับเคลื่อน
 - ฉ. เกลียวฟันเลื่อย จะมีมุมยอดเกลียว 33° มีรูปทรงไม่สมมาตร นิยมนำมาใช้ให้ด้านข้างเกลียวด้านหนึ่งรับภาระสูงกว่าเกลียวที่ขับเคลื่อน
 - ช. เกลียวกลม จะมียอดเกลียวมนโค้งมีมุมยอดเกลียว 30° เหมาะสำหรับงานขันยึดในที่ที่มีความสกปรกกับความร้อนสูง รับแรงกระแทกหรืองานหยาบ

4. เกลียวชนิดพิเศษ

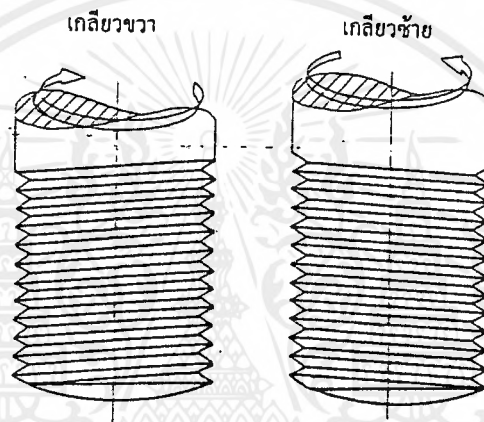
จะใช้กับงานที่มีลักษณะต่างๆ เช่น เกลียวสำหรับไม้ โลหะแผ่น เกลียวชั่วคราวหลอดไฟฟ้า เป็นต้น

ก. การแบ่งเกลียวตามวัตถุประสงค์การใช้งาน จะมีการใช้สกรูเกลียวยอดแหลมสำหรับยึดชิ้นงาน ส่วนเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูหรือเกลียวฟันเลื่อยจะนิยมใช้ในการหมุนเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ตามแนวเส้นตรงและเพลานำ

ข. การแบ่งเกลียวตามทิศทางการหมุนและจำนวนปากเกลียว จะแบ่งเป็นเกลียวขวาและเกลียวซ้าย เมื่อจับสกรูให้อยู่ในแนวตั้งบ ถ้าเกลียวเอียงไปทางซ้าย เรียกว่าเกลียวซ้าย จะนำไปใช้ในกรณีที่เกลียวขวาสามารถคลายทลวมออกมาได้เอง เกลียวสามารถแบ่งออกเป็นเกลียวปากเดียว และเกลียวหลายปากได้

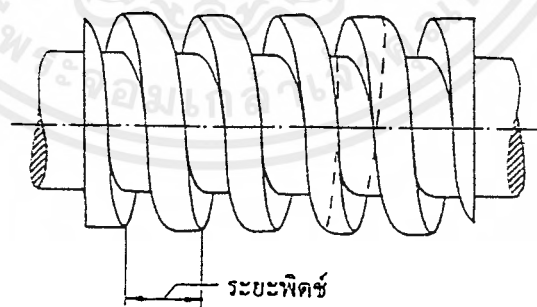
ภาพที่ 38

แสดงเกลียวขวาและเกลียวซ้าย

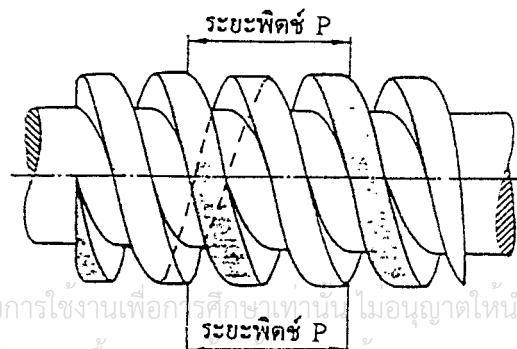


ภาพที่ 39

แสดงเกลียวปากเดียวและเกลียว 2 ปาก



เกลียวปากเดียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยึดด้วยสกรู

ในการยึดชิ้นส่วนในเครื่องจักรกลส่วนใหญ่จะนิยมใช้สกรูที่สามารถถอดได้ง่าย สกรูที่ใช้จะแบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ สกรูยึดแบบร้อย สกรูยึดแบบฝังในชิ้นงาน สกรูยึดแบบสลักฝัง (Stud) รูปที่ 6.66

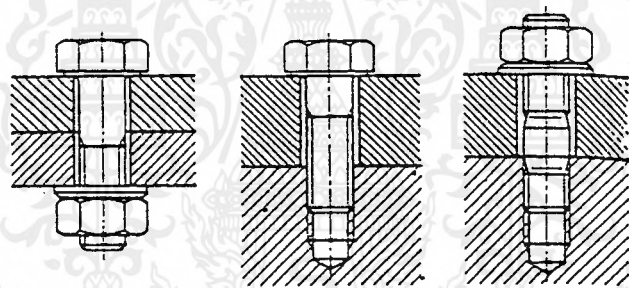
สกรูยึดแบบร้อย จะมีการยึดกดชิ้นงานให้แนบแน่นเข้าด้วยกัน จากการขันหัวสกรูและนัต

สกรูยึดแบบฝังในชิ้นงาน จะมีการขันสกรูเข้าไปฝังในชิ้นงานชั้นหนึ่งให้เกิดการยึดชิ้นงานอื่นๆ ได้

สกรูยึดแบบสลักฝัง จะมีนัตอยู่ที่ปลายสลักเกลียว

ภาพที่ 40

แสดงลักษณะการยึดด้วยสกรู



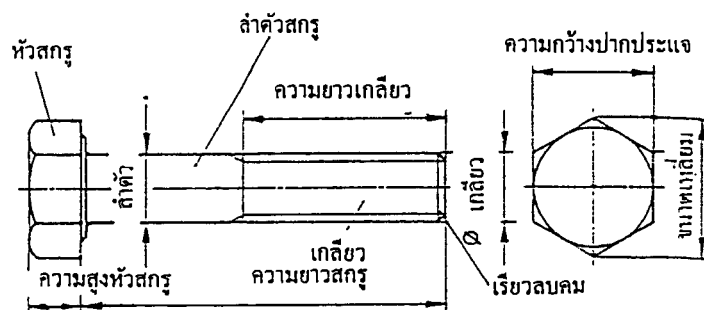
สกรูยึดแบบร้อย

สกรูแบบฝัง

สกรูยึดแบบสลักฝัง

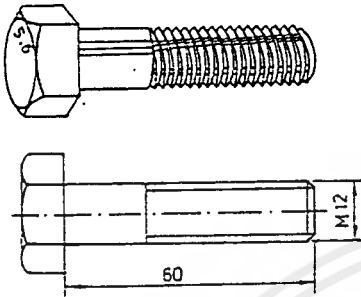
ภาพที่ 41

แสดงการเรียกชื่อส่วนต่างๆ ของสกรูหัวหกเหลี่ยม

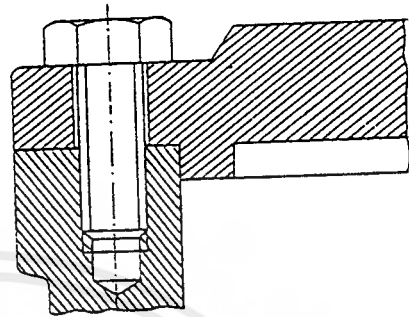


1. ประเภทของสกรูและการทำงาน

สกรูหัวหกเหลี่ยม DIN 931, 933, 960, 961

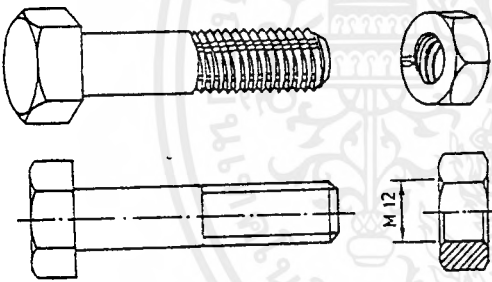


ชื่อเรียก : สกรูหัวเหลี่ยม
M12 x 60 DIN 931 - 5.6

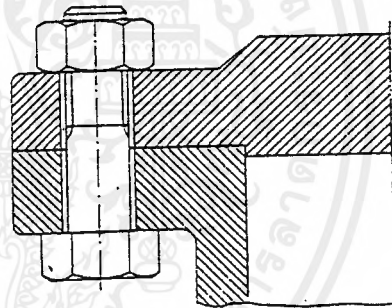


การใช้งาน : ใช้ยึดชิ้นส่วนเครื่องจักรกลโดยมีเกลียว
ในชิ้นส่วน

สกรูหัวหกเหลี่ยมพร้อมนัต DIN 934 และ 555

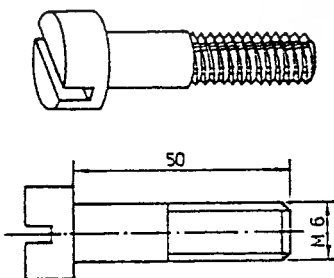


ชื่อเรียก : นัตหกเหลี่ยม
M12 DIN 555-10

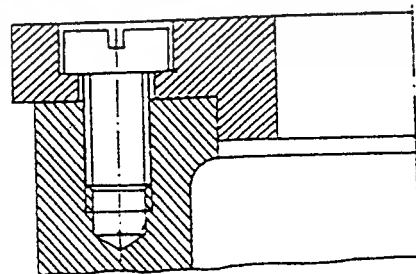


การใช้งาน : ใช้ยึดชิ้นส่วนเครื่องจักรกล
โดยมีรูสำหรับให้สกรูร้อยผ่านได้

สกรูหัวทรงกระบอกแบบผ่าหัว DIN 64 และ 84



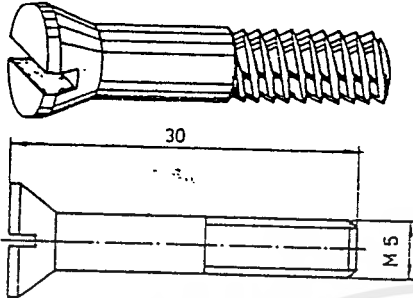
ชื่อเรียก :
สกรูหัวทรงกระบอก : M6x50-DIN64-5.6



การใช้งาน : ใช้สำหรับยึดชิ้นงานที่รับภาระต่ำ
เนื่องจากหัวสกรูนี้ใช้ไขควงขันยึด
(แรงขันไม่มากพอ)

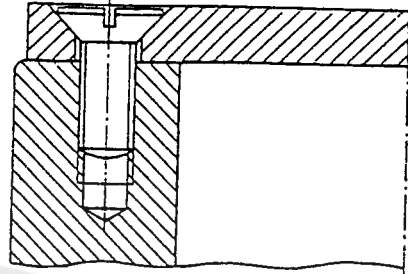
ประเภทสกรูการใช้งาน (ต่อ)

สกรูหัวเรียวฝังบานพับหัว DIN 63, 68, 87, 963



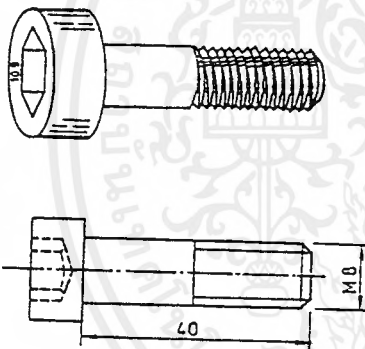
ชื่อเรียก :

สกรูหัวเรียวฝังบานพับหัว M5 x 30 DIN 936-5.6

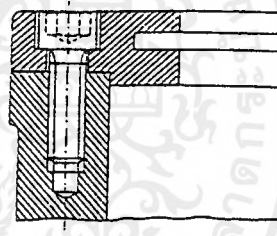


การใช้งาน : ใช้สำหรับยึดชิ้นส่วนที่รับภาระต่ำ
หัวสกรูที่เรียวจะทำให้ชิ้นงานได้
ศูนย์และทำให้ผิวงานเรียบ

สกรูหัวทรงกระบอกมีหกเหลี่ยมขันใน DIN 912

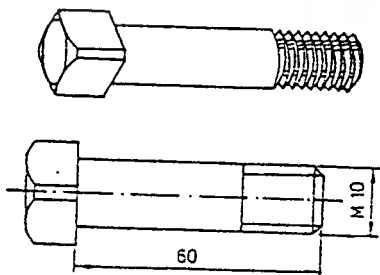


ชื่อเรียก : สกรูหัวหกเหลี่ยมขันใน M8x40
DIN 912-10.9



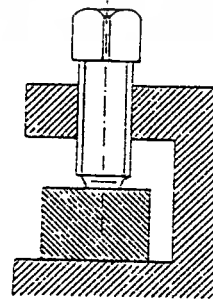
การใช้งาน : ใช้ในงานยึดชิ้นส่วนให้แน่น รับภาระ-
สูงได้ หัวสกรูเป็นแบบหัวฝังบานพับในชิ้นงาน
ทำให้ผิวหน้าชิ้นงานเรียบ ในการขัน
ยึดต้องใช้ประแจสอดหกเหลี่ยมขันใน

สกรูหัวสี่เหลี่ยม DIN 478, 479, 480



ชื่อเรียก : สกรูหัวสี่เหลี่ยม

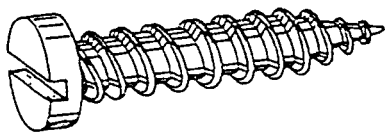
M10 x 60 DIN 479-5.6



การใช้งาน : ใช้ในการปรับหรือล็อกชิ้นส่วน เช่น
ด้านมีดกลึง

ประเภทสกรูการใช้งาน (ต่อ)

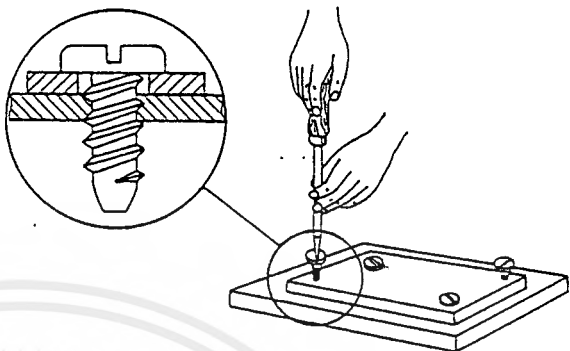
สกรูงานโลหะแผ่น DIN 7971, 7972, 7973, 7981 ถึง 7983



ชื่อเรียก : สกรูโลหะแผ่น 4,2 x 20 DIN 7971

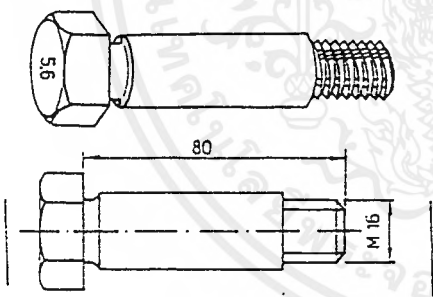


สกรูโลหะแผ่นแบบเจาะรูโคนเกลียวนำได้

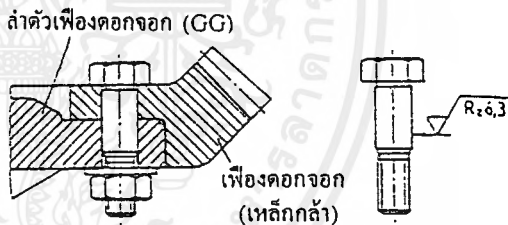


การใช้งาน : นิยมใช้กับการขันโลหะแผ่นที่มีความหนาถึง 2 mm มีลักษณะเกลียวเหมือนเกลียวขันไม้ ในการขันยึดเกลียวจะทำหน้าที่ตัดเกลียวเข้าไปในตัว

สกรูหัวหกเหลี่ยมแบบสวมฟิต DIN 609 และ 610



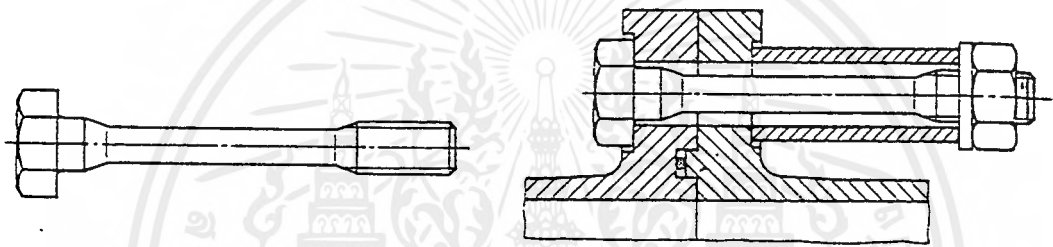
ชื่อเรียก : สกรูหัวหกเหลี่ยมสวมฟิต
M16 x 80 DIN 609 - 5.6



การใช้งาน : สกรูนี้จะมีลำตัวทรงกระบอกที่ผ่านการเจียรไนแล้ว ใช้สวมรอยแบบฟิตผิว...
รูชิ้นงาน (รูต้องผ่านการรึมเมอร์มาก่อน...
เพื่อให้สวมสกรูได้ฟิตพอดี)
ที่ต้องการประกอบเข้าด้วยกันด้วย
ความเที่ยงตรง

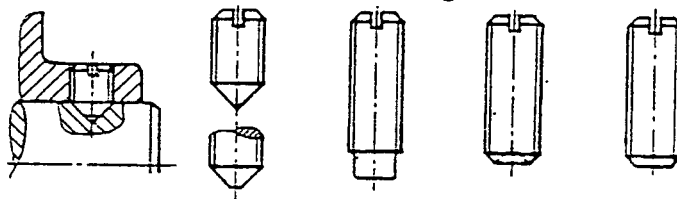
สกรูแบบยึดตัว ใช้สำหรับชิ้นส่วนที่มีการรับภาระสูง และมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา สกรูนี้จะมีทั้งขนาดสั้นและยาว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำตัวจะมีขนาดประมาณ 90 % ของขนาด 0 โคนเกลียว สกรูนี้จะมีควมยืดหยุ่นตัวเมื่อมีการขันยึด ด้วยเหตุนี้จึงไม่ต้องใช้ตัวล็อกสกรูแต่อย่างใด ตัวอย่างการใช้งานได้แก่สกรูยึดของก้านสูบ หน้าแปลนที่รับแรงอัดสูง

ภาพที่ 42
แสดงสกรูแบบยึดตัว



สกรูแบบสลักฝัง เป็นสกรูที่ไม่มีหัว แต่จะมีเกลียวยาวตลอดลำตัว ส่วนใหญ่จะนำมาใช้ทำหน้าที่ล็อกตำแหน่งของชิ้นงานเข้ากับเพลลา ปลายสกรูชนิดนี้ส่วนมากจะนิยมชุบแข็ง รูปร่างปลายสกรูนี้จะมีลักษณะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีการยึดเข้ากับเพลลา

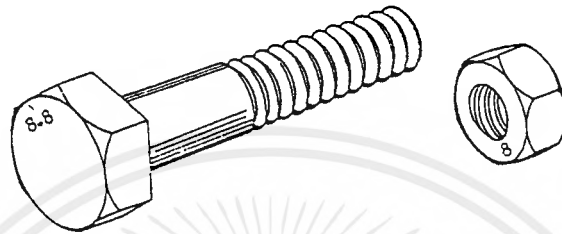
ภาพที่ 43
แสดงสกรูแบบสลักฝัง



นอกจากสกรูดังที่กล่าวมานี้ ยังมีสกรูหรือนัตชนิดอื่นๆ ตามมาตรฐานหรือที่ไม่ได้กำหนดเป็นมาตรฐาน แล้วแต่การใช้งานให้เหมาะสม ดังตัวอย่างแสดงให้เห็นดังต่อไปนี้

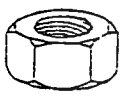
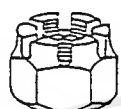
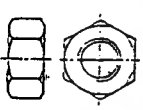
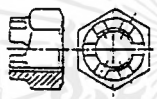
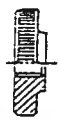
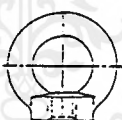
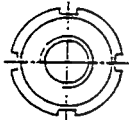
ภาพที่ 44

แสดงสกรูมาตรฐาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 45
แสดงชนิดของนัต

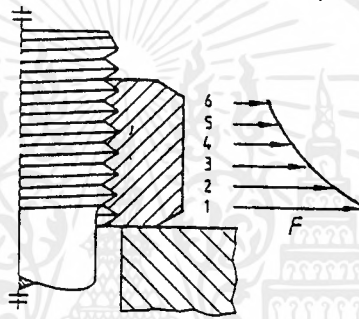
นัตหกเหลี่ยม		นัตหัวผ่า	นัตหกเหลี่ยมล็อก ในตัวด้วยแหวน พลาสติก	นัตหางปลา	นัตกันลื่น
					
DIN 934	DIN 439	DIN 953	DIN 982	DIN 315	DIN 466
					
การใช้งาน : สำหรับงานประกอบ ทั่วไปในงานเครื่องกล		การใช้งาน : เป็นนัตพิเศษป้องกัน การคลายโดยไม่เจตนาได้		การใช้งาน : สำหรับขันยึดด้วยมือ	
นัตกลมร่อง กากะบาด	นัตกลมรูเจาะ ข้าง	นัตกลมรู กากะบาด	นัตหมวก	นัตวงแหวน	
					
DIN 1804	DIN 547	DIN 548	DIN 1587		
					
การใช้งาน : สำหรับเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง โต ๆ ในงานปรับเพลลา เช่น ปรับระยะฟรีของ รองเพลลา			การใช้งาน : ป้องกันปลาย เกลียวและเป็น นัตตกแต่ง	การใช้งาน : ใช้ในงาน ขนถ่าย เครื่องจักรกล	

นัต (Nut)

ในการยึดชิ้นงานด้วยสกรูและนัตจะเกิดมีแรงดึงในหัวสกรูและนัต แล้วถ่ายทอดเป็นแรงกดบนชิ้นงานจาก แรงขันยึดสกรูจะทำให้สกรูเกิดการยืดตัวออก ที่นัตจะเกิดแรงกระทำที่พื้นเกลียวที่ 1 มากที่สุดและลดน้อยลงไปเรื่อยๆ บนพื้นเกลียวที่ 2, 3 ... 6

ภาพที่ 46

แสดงการกระจายแรงที่กระทำต่อเกลียวของนัต

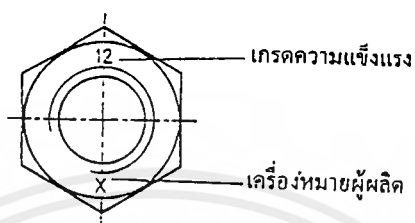


ภาพที่ 47

แสดงค่าความแข็งแรงของสกรูตาม DIN 267

เกรดความแข็งแรงสกรู	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.6	6.8	6.9	8.8	10.9	12.9	14.9
ความต้านแรงดึงต่ำสุด N/mm ²	340	400	400	500	500	600	600	600	800	1000	1200	1400
$\frac{\text{ความเค้นครากต่ำสุด}}{\text{ความต้านแรงดึงต่ำสุด}} \times 10$	6	6	8	6	8	6	8	9	8	9	9	9

ภาพที่ 48
แสดงค่าความแข็งแรงของนัต



รูปที่ 6.75 การบอกค่าความแข็งแรงของนัต

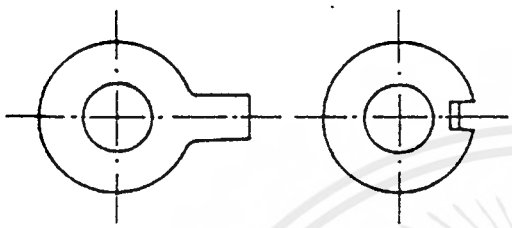
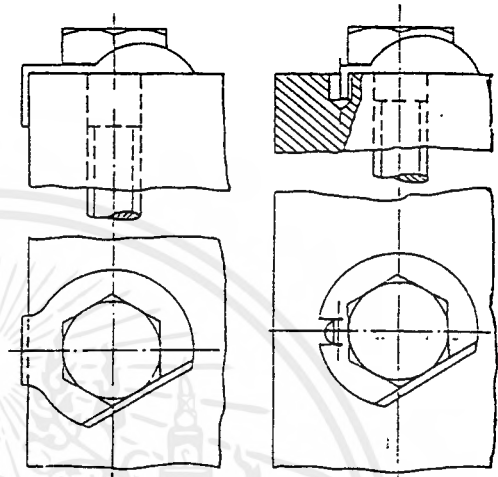
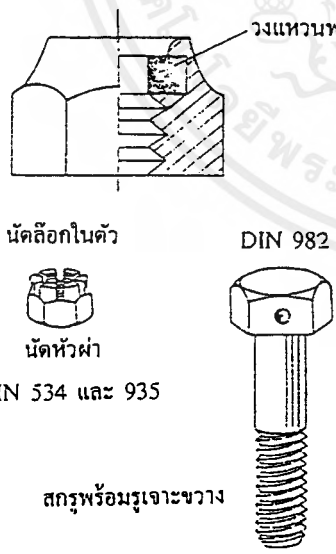
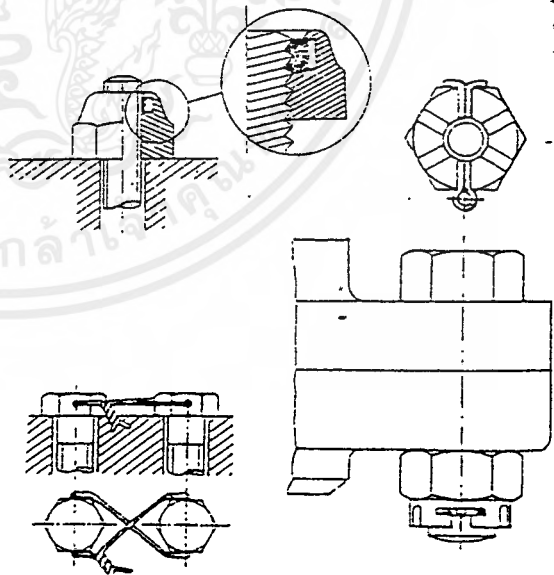
ค่าความแข็งแรงของนัต

เกรดความแข็งแรงของนัต	5	6	8	10	12	14
ความต้านแรงดึงต่ำสุด N/mm ²	500	600	800	1000	1200	1400
เกรดความแข็งแรงสกรูที่เหมาะสม ใช้กับนัต	3.6 , 4.6 4.8 , 5.6 5.8	6.6 6.8 6.9	8.8	10.9	12.9	14.9

การป้องกันคลายตัวของสกรูและนัตยัด

สกรูหรือนัตยัดขึ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ต้องรับภาระสั่นสะเทือนและภาระ
สลับไปมา จะทำให้สกรูและนัตหมุนคลายตัวออก ทำให้การยึดของสกรูและนัตนั้นหลวม ทำให้
ชิ้นส่วนหลุดออกจากกันในขณะที่เคลื่อนไหว ซึ่งทำให้เกิดอุบัติเหตุต่อเครื่องจักรหรือผู้ปฏิบัติงาน
ได้ การป้องกันการคลายตัวของสกรูและนัตยัดสามารถป้องกันได้ดังรูปประกอบคำบรรยายดัง
ต่อไปนี้

ตารางที่ 19

แหวนล็อก	
 แหวนล็อกแบบยื่น DIN 93 แหวนล็อกแบบจุก DIN 432 การใช้งาน : หลังจากการขันยึดให้แน่นจะมีการพับแหวนรองขึ้นแนบขอบเหลี่ยมของสกรู และอีกด้านหนึ่งของแหวนรองจะมีการพับให้แนบกับขอบของชิ้นงานหรือดัดพับเข้าไปขัดในรู	 แหวนรองกันคลายนี้มีความมั่นคงสูงมาก
สกรูและน๊อตกันคลาย	
 วงแหวนพลาสติก น๊อตล็อกในตัว DIN 982 น๊อตหัวผ่า DIN 534 และ 935 สกรูพร้อมรูเจาะขวาง น๊อตล็อกกันคลาย DIN 982	 การใช้งาน : ในการขันยึดน๊อตชนิดนี้ พลาสติกที่สอดอยู่ในน๊อตนี้จะเบียดอัดเข้าไปในฟันเกลียว ทำให้น๊อตเกิดการคลายตัวได้อย่างแน่นอน

2.9. สายไฟ

สายไฟทั่วไปมี 2 ลักษณะคือ

1. สายแข็ง
2. สายตีเกลียว

1. สายแข็ง (SOLID WIRE) สายชนิดนี้มี 1 แกนสายเส้นเดียว มีขนาดพื้นที่หน้าตัดตั้งแต่ 0.5 ตารางมิลลิเมตรจนถึง 10 ตารางมิลลิเมตร แต่โดยปกติแล้วนิยมใช้สายแข็งตั้งแต่ 0.5-4 ตารางมิลลิเมตรเท่านั้น เพราะสายขนาด 6 และ 10 ตารางมิลลิเมตรนั้นแข็งต่อเข้ากับสวิตช์และอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ยากจึงไม่นิยมใช้

2. สายตีเกลียว (STAND WIRE) สายชนิดนี้ใน 1 แกนจะมีสายหลายเส้นตีเกลียวกันมีขนาดตั้งแต่ 6 มิลลิเมตรขึ้นไป อาจจะมี 7, 19, 37 และ 61 เส้น ซึ่งขึ้นอยู่กับความโตของสายไฟ ดังแสดงในรูป

ภาพที่ 49

แสดงสายแข็งและสายตีเกลียว

สายแข็ง



สายตีเกลียว



2.9.1. ชนิดของสายทั้งหมด

สายไฟชนิดทั้งหมดที่ใช้กับในแรงต่ำไม่ถึง 600 โวลท์ มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งานซึ่งจำนวนแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน บางชนิดใช้ติดตั้งภายในอาคาร

บางชนิดติดตั้งได้ทั้งภายในและภายนอก บางชนิดใช้ฝังดิน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดที่ใช้หุ้มสายไฟ อาจมี 1 ชั้น หรือหลายชั้น

1. สายไฟชนิด พีวีซี ซึ่งเป็นคำเรียกรวมๆ หมายถึงสายไฟหุ้มฉนวนพีวีซี ที่ทนทาน ทนแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ 250 โวลต์ และอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีทั้งชนิด 1, 2, 3 แกน สายไฟฟ้าพีวีซีชนิด 1 แกนมีเปลือกหุ้มชั้นเดียวใช้สำหรับเดินสายเมนของไฟ 220 โวลต์จากมิเตอร์ถึงตัวอาคาร หรือใช้เป็นสายไฟระดับที่ใช้ชั่วคราว ห้ามใช้เดินสายด้วยเข็มขัดรัดสายที่เกาะไปตามผนังและท่อเพราะอาจจะทำให้เกิดการลัดวงจรได้ง่าย ส่วนสายพีวีซีคู่เป็นสายไฟชนิดหุ้ม 2 ชั้น ใช้เดินสายด้วยเข็มขัดรัดสายเกาะไปตามผนัง ห้ามเดินในท่อที่มีขนาดตั้งแต่ 0.5-35 ตร.มม. อายุการใช้งาน 10-15 ปี

2. สายไฟชนิด TW เป็นสายไฟฟ้าพีวีซีชั้นเดียวทนแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ทนอุณหภูมิได้ 70 องศาเซลเซียส เป็นสายไฟชนิดแกนเดี่ยว ใช้สำหรับเดินในท่อหรือเดินด้วยลูกถ้วย ห้ามใช้เดินด้วยเข็มขัดรัดสายเกาะไปตามผนัง มีขนาดตั้งแต่ 0.5-150 ตร.มม. อายุการใช้งาน ถ้าเดินในท่อจะมีอายุ 20-30 ปี ถ้าเดินด้วยลูกถ้วยจะมีอายุ 20 ปี

3. สายไฟชนิด THW เป็นสายไฟชนิดแกนเดี่ยว ใช้สำหรับเดินในท่อหรือเดินด้วยลูกถ้วย ห้ามเดินด้วยเข็มขัดรัดสายที่เกาะไปตามผนังมีขนาดตั้งแต่ 0.5-500 ตร.มม. อายุประมาณ 20 ปี

4. สายไฟชนิด NYV เป็นสายหุ้มฉนวนพีวีซี 3 ชั้น ทนแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ 750 โวลต์และทนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีชนิด 1-4 แกน ใช้ฝังดินโดยไม่ต้องใส่ท่อ มีขนาดตั้งแต่ 1-500 ตร.มม.

5. สายไฟชนิด VCT เป็นสายไฟหุ้มฉนวนพีวีซี 2 ชั้นทนแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ ทนอุณหภูมิได้ 60 องศาเซลเซียส มีตั้งแต่ 2 แกนขึ้นไป ใช้กับสายไฟของมอเตอร์เครื่องจักรทั่วๆ ไป มีขนาดตั้งแต่ 0.5-35 ตร.มม.

2.9.2. สีของฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า

เพื่อให้การต่อสายง่ายและรวดเร็ว สายไฟแต่ละเส้นอาจมีหลายๆ แกน ผู้ผลิตได้แยกสีของสายไฟแต่ละเส้นตามสีมาตรฐานดังนี้

สายหุ้มฉนวนแกนเดี่ยว จะมีทุกสี

สายหุ้มฉนวน 2 แกนจะต้องเป็นสีเทาอ่อนและดำ

สายไฟหุ้มฉนวน 3 แกนจะต้องเป็นสีเทาอ่อน ดำ และแดง

สายไฟหุ้มฉนวน 4 แกนจะต้องเป็นสีเทาอ่อน ดำ แดงและน้ำเงิน

สายไฟหุ้มฉนวน 5 แกนจะต้องเป็นสีเทาอ่อน ดำ แดง น้ำเงิน และเหลือง

สายหุ้มฉนวนที่มีสายกราวด์ สีของสายกราวด์ใช้สีเขียว

ตารางที่ 20
แสดงรายละเอียดของสายไฟชนิดต่างๆ

ชนิด	พื้นที่ หน้าตัด ตร.มม.	จำนวน เส้น / ผ่าศูนย์ กลางมม.	(1)	(2)	(3)	(4)
IV VAF TW THW A	0.5	1/0.80	0.6	0.8	0.058	0.087
IV VAF B NYY	1	1/1.13	0.6	0.8	0.057	0.070
IV VAF B	1.5	1/1.38	0.6	0.8	0.050	0.001
IV VAF B	2.5	1/1.78	0.7	0.8	0.046	0.051
IV VAF B	4	1/2.25	0.8	0.9	0.043	0.047
IV VAF	0	1/2.76	0.8	0.9	0.030	0.040
IV VAF B	6	7/1.04	0.8	0.9	0.033	0.039
IV VAF NYY	10	1/3.75	1.0	1.1	0.036	0.038
IV VAF TW THW A B	10	2/1.36	1.0	1.1	0.032	0.034
IV VAF B	16	7/1.70	1.0	1.1	0.026	0.028
IV VAF B	25	7/2.14	1.2	1.3	0.025	0.027
IV VAF B	36	7/2.52	1.2	1.3	0.022	0.023
IV VAF B	36	19/1.53	1.2	1.3	0.021	0.023
IV VAF	50	19/1.83	1.4	1.5	0.021	0.023
IV NYY	70	19/2.14	1.4	1.5	0.018	0.020
IV	95	19/2.52	1.6	1.7	0.018	0.019
IV TW THW A	120	37/2.03	1.6	1.7	0.016	0.017
IV	150	37/2.25	1.8	1.9	0.016	0.017
IV	150	37/2/52		2.1		0.017
	240	61/2/52		2.3		0.016
	300	61/2/62		2.5		0.016
NYY	400	61/2/80		2.7		0.015
TW THW A	500	61/3.25		3.1		0.015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ความหนาเฉลี่ยของฉนวน (มม.)
2. ความหนาเฉลี่ยของฉนวนเฉพาะชนิด TW, THW, A, B, NYY (มม.)
3. ค่าต่ำสุดของความต้านทานฉนวนที่ 60 องศาเซลเซียส (เมกมอห์ม-กม.)
4. ค่าต่ำสุดของความต้านทานฉนวนที่ 60 องศาเซลเซียส (มอ.กม.)

เฉพาะชนิด TW, THW, A, B, NYY

หมายเหตุ เฉพาะ IV VAF ใช้กับแรงดัน 250 V

นอกนั้นใช้กับแรงดัน 750 V



ตารางที่ 21
แสดงการนำสายไฟไปใช้งาน

แบบสาย	โครงสร้าง	การนำไปใช้งาน
VFF VTF	ง ข	การเดินเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า มีแรงดันไม่เกิน 250 โวลต์
AV	ง ข	ใช้เดินสายแรงต่ำในรถยนต์
VCT	ง ข	เป็นสายอ่อน ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มักจะเคลื่อนที่ไปมา เช่นพัดลมไฟฟ้า
NYY	ก ข ค	ใช้ฝังดินโดยตรง สำหรับการใช้งานที่มีแรงดันไม่เกิน 750 โวลต์ โดยไม่ต้องใส่ในท่อ เหล็กหุ้มอยู่ภายในเป็นเกาะอีกชั้นหนึ่งสำหรับกรณีพิเศษ
NYCY	ก ข ค จ	ลักษณะการนำไปใช้งานเช่นเดียวกับ NYY
AAC	ฉ ฉ	ใช้สำหรับเดินสายแรงสูง
ACSR	ฉ ญ	ใช้สำหรับเดินสายแรงสูงที่มีช่วงยาวได้มากกว่าชนิด AAC เพราะมีความเค้นแรงดึงสูงกว่า
AW	ช ช หรือ ญ	ใช้เดินสายแรงต่ำเพื่อจ่ายไฟฟ้าภายนอกอาคาร แรงดัน 750 โวลต์
NAYY	ช ช ค	ใช้ฝังดินโดยตรง โดยไม่ต้องใส่ท่อโลหะ ใช้กับแรงดันไม่เกิน 750 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายไฟฟ้า คือ สื่อนำกำลังงานไฟฟ้าจากจุดแหล่งจ่ายไฟไปยังจุดที่ต้องการใช้ไฟฟ้าในสายไฟฟ้า สายไฟฟ้านั้นก็เปรียบเสมือนท่อประปาที่เป็นทางผ่านของน้ำจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งใหญ่ที่สำคัญของสายไฟฟ้านั้นจะดูกันที่ความสามารถที่ยอมให้กระแสไหลได้สูงสุดเท่าไร ชนิดฉนวนและส่วนที่หุ้ม (jacket) ประเภทการใช้งาน สภาพแข็งแรงทางกล พฤติวิธีที่จะต่อสายหรือสายเคเบิลจะดูกันที่จำนวนและขนาดของโลหะตัวนำ ชนิดของฉนวน ประเภทที่ใช้งาน ชนิดของแรงดันที่สายไฟฟ้าทนได้ โลหะตัวนำเป็นทองแดง หรืออลูมิเนียมแบบบอบแล้วหรือรีดแข็งนำมาชุบตีบุกอีกครั้งหนึ่ง ในบทความนี้จะเน้นเฉพาะสายไปที่ทางโรงงานในเมืองไทยทำนำขายและนิยมใช้ สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมให้สอบถามทางโรงงาน หรือในคู่มืออุตสาหกรรมดูใน NE Code สายไฟฟ้าที่ใช้งานมีทั้งที่เป็นแบบโซลิด (solid) และแบบสแตรน แบบโซลิดหมายถึงมีลวดตัวนำเพียงเส้นเดียว แบบสแตรน หมายถึงประกอบด้วยลวดตัวนำเส้นเล็กๆ หลายเส้นมัดเข้าด้วยกันสายเบอร์เล็กขนาดเบอร์ AWG 18, 16, 14, เป็นต้น มั้งแบบโซลิดและสแตรน สำหรับสายขนาดใหญ่ส่วนใหญ่ เช่นเบอร์ AWG 8, 6 เป็นต้น ทำเป็นแบบสแตรนการทำสายเป็นแบบสแตรนก็เพื่อให้สายไฟนั้นงอได้สะดวกและหักยากกว่า มีราคาแพง

2.9.3. ความสามารถที่จะนำกระแสของตัวนำ

เวลาที่เรานับว่าสายไฟฟ้าเบอร์นั้นชนิดนั้นทนกระแสสูงสุดในอากาศ หรือเดินในท่อเท่านั้น แอมแปร์ หมายถึงว่า ที่อุณหภูมิสูงสุดในขณะที่ ยอมให้ ไปได้ ฉนวนของมันจะทนได้หรือไม่ สำหรับในกรณีที่เป็นสายเปลือย ก็จะเป็นที่อุณหภูมิสูงสุด

ตารางที่ 2

จำนวนกระแสสูงสุดที่ยอมให้ให้กับสายไฟขนาดต่างๆ ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศา

ขนาดเนื้อที่ (หน้าตัด ตร.มม.)	กระแสสูงสำหรับสายหุ้มเดิน ในอากาศและนอกอาคาร (แอมแปร์)	กระแสสูงสุดสำหรับสาย หุ้มเดินในท่อหรือภายใน อาคาร (แอมแปร์)
0.5	-	3
1.0	10	6
1.5	13	8
2.5	19	12
4	27	16
6	36	22
10	51	30
16	78	50
25	96	64
35	119	79
50	150	102
70	188	121
95	231	150
120	268	170

เดินในท่อเท่านั้นแอมแปร์นั้นหมายถึงว่า ที่อุณหภูมิสูงสุดขณะทำงานที่ยอมให้ได้นั้น
จำนวนของมันเดินได้หรือไม่ สำหรับในกรณีที่เป็นสายเปลือยก็จะเป็นอุณหภูมิสูงสุด

ตารางที่ 23

จำนวนกระแสสูงสุดที่ยอมให้ได้สำหรับสายหุ้มฉนวน PVC ชนิด IV และ VAF ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40°

ขนาดสาย จำนวนสายลวดย่อย % เส้นลวดย่อย (น้ำ)	เส้นผ่านศูนย์กลางของ สายย่อยแต่ละเส้น (มม.)	พื้นที่หน้าตัด แท้จริง (มม.2)	กระแสสูงสุด	
			ในอากาศ (แอมป์)	ในท่อ (แอมป์)
1/0.040	1.016	0.81	9	5
1/0.044	1.118	0.98	10	7
1/0.060	1.524	1.82	14	10
1/0.064	1.626	2.08	16	12
1/0.72	1.829	2.63	18	14
1/0.080	2.032	3.24	21	16
1/0.093	2.36	4.37	24	20
3/0.029	0.737 (1.6)	1.28	11	8
3/0.036	0.914 (2.0)	1.97	16	10
3/0.044	1.118 (2.5)	2.94	20	15
3/0.053	1.35 (2.9)	4.29	26	22
7/0.029	0.737 (2.3)	2.98	20	15
7/0.032	0.813 (2.5)	3.63	22	18
7/0.036	0.194 (2.8)	4.59	27	23
7/0.040	1.016 (3.1)	5.67	30	25
7/0.044	1.118 (3.4)	6.87	38	28
7/0.052	1.321 (4.0)	9.59	46	36
7/0.060	1.524 (4.6)	12.76	58	42
7/0.064	1.626 (4.9)	14.53	64	48
7/0.080	2.032 (5.5)	18.38	74	55
7/0.083	2.12 (6.4)	24.70	88	62
7/0.098	2.5 (7.5)	34.70	116	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24
(ต่อ)

ขนาดสาย จำนวนสายลดร้อยละ เส้นลดร้อยละ (น้ำ)	เส้นผ่าศูนย์กลางของ สายย่อยแต่ละเส้น (มม.)	พื้นที่หน้าตัด แท้จริง (มม. 2)	กระแสสูงสุด	
			ในอากาศ (แอมป์)	ในท่อ (แอมป์)
19/0.040	1.016 (5.1)	15.39	66	48
19/0.044	1.118 (5.6)	18.64	76	55
19/0.052	1.321 (6.6)	26.03	95	64
19/0.060	1.524 (7.4)	34.64	118	77
19/0.064	1.626 (8.1)	49.43	130	84
19/0.072	1.829 (9.2)	61.89	150	99
19/0.080	2.032 (10.2)	67.58	174	112
19/0.083	2.12 (10.6)	92.03	184	120
19/0.096	2.5 (12.5)	50.47	224	145
37/0.052	1.321 (9.3)	67.68	151	102
37/0.060	1.524 (10.7)	76.42	184	120
37/0.064	1.626 (11.4)	97.79	205	120
37/0.072	1.829 (12.8)	119.16	236	150
37/0.080	2.032 (14.2)	130.93	268	170
37/0.083	2.12 (14.9)	161.54	280	176
37/0.093	2.36 (16.5)	196.77	316	209
37/0.103	2.6 (18.2)	160.34	358	226
61/0.072	1.829 (16.5)	197.19	314	198
61/0.080	2.032 (18.3)	275.72	360	227
61/0.093	2.36 (21.3)	275.82	436	270
61/0.103	2.60 (23.4)	323.70	480	296

ที่มา จากข้อมูลเกี่ยวกับสายไฟของบริษัท สายไฟฟ้าไทยยาสากิ จำกัด

2.9.4. ขนาดของสายไฟ

มาตรฐานของสายไฟฟ้าทองแดงและอลูมิเนียมที่ใช้กันอยู่มีหลายมาตรฐาน เช่น แต่ที่นิยมใช้กันคือนำในบ้านเรา จะเป็นมาตรฐาน AWG และ SEG (ชนิดนี้ส่วนใหญ่ใช้กับหลอดทองแดงอาบน้ำ ใช้สำหรับพันพวกขดลวดหม้อแปลงและมอเตอร์) กรณีของสายมาตรฐาน AWG สายที่มีขนาดถึงเบอร์ 0000 (อาจเขียนว่า เบอร์ 4/0) จะกำหนดเป็น AWG ค่าตัวเลข AWG ยิ่งน้อยถึงขนาดยิ่งโตขึ้น การกำหนดเป็นลักษณะนี้ใช้เฉพาะตัวนำที่มีหน้าตัดกลมเท่านั้น ตัวอย่างสายเบอร์ AWG10 จะใหญ่กว่าสายเบอร์ AWG12 แต่เล็กกว่าสายเบอร์ AWG8 ขนาดสาย 4/0 เป็นขนาดใหญ่ที่สุดที่กำหนดเป็น AWG สายที่โตถัดไป จะกำหนดเป็น MCM (Thousand Circular Mil) การกำหนดเป็น MCM นั้น เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำจะเพิ่มขึ้นตามหมายเลขที่ระบุ ดังนั้นสายไฟเบอร์ 500MCM จะมีพื้นที่หน้าตัดของตัวนำเป็น 2 เท่าของขนาด 250MCM ตารางที่ 10 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของสายทองแดง เปลี่ยนเป็น AWG และ เซอร์คิวลาร์มิล (1 เซอร์คิวลาร์มิล เท่ากับ พื้นที่ของวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 1 หรือ 1/1000 นิ้ว) พื้นที่หน้าตัดเป็นเซอร์คิวลาร์มิล มีค่าเท่ากับกำลังสองของเส้นผ่านศูนย์กลางของหน้าตัดของตัวนำ เมื่อเส้นผ่านศูนย์กลางนั้นมีหน่วยเป็นมิล ตัวอย่างเช่น สายตะแกรงมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 1/2 นิ้ว หรือ 500 มิล หรือมีพื้นที่ 250,000 เซอร์คิวลาร์มิล หรือ 250MCM ตามวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้

$$\text{MCM} = \frac{\text{เซอร์คิวลาร์มิล}}{1,000} = \frac{(\text{เส้นผ่านศูนย์กลาง})^2}{1,000}$$

2.9.5. การเลือกขนาดสายไฟให้เหมาะสม

ปกติเมื่อทราบแรงดันไฟฟ้า และกระแสในวงจรแล้ว การเลือกสายไฟที่ใช้ งานจะเลือกให้เหมาะสมกับงาน และต้องใหญ่พอที่จะไม่ให้เกิดอุณหภูมิสูงเกินขีดอันตราย และหลักการสูญเสียกำลังงานไฟฟ้าในรูปของแรงดัน ข้อดีของแรงดันตกในสายที่มีค่าน้อยนั้น ก็คือ แรงดันตกน้อย ก็สูญเสียกำลังงานไฟฟ้าน้อย ตัวอย่างเช่น แรงดันตกเท่ากับ 5% นั้น หมายความว่า 5% ของกำลังงานไฟฟ้าสูญเสียเป็นความร้อนที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์เลยในสาย ยิ่งไปกว่าอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าจะทำงานได้ ประสิทธิภาพสูงสุดที่แรงดันที่ออกแบบตามกำหนด ป้ายนอก ตัวอย่างเช่น มอเตอร์ไฟฟ้า ทำงานที่แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าแรงดันที่กำหนด 5% กำลังงานเอาต์พุตจะตกลงเกือบ 10% กำลังงานเอาต์พุตจะตกลง 10%

ในกรณีของหลอดไฟ ถ้าใช้งานที่แรงดันต่ำกว่าค่ากำหนด 5% กำลังงานแสงสว่างจะลด 16% ถ้าแรงดันต่ำกว่าค่ากำหนด 10% กำลังงานแสงสว่างจะตกลงมากกว่า 30% เป็นต้น

ข้อกำหนดของแรงดันตก

มาตรฐาน NE Code ได้ให้คำแนะนำว่า สายไฟที่เลือกใช้งานจะต้องให้แรงดันตกเกิน 3% ในวงจรย่อย (branch circuit) และไม่เกิน 5% เมื่อคิดตั้งแต่จุดเริ่มของสาย (feeder) ผ่านวงจรย่อยถึงโหลด ที่เป็นอุปกรณ์เครื่องไฟฟ้าในทางปฏิบัติที่ดีแล้ว แรงในสายป้อนและวงจรย่อยแต่ละอย่างไม่ควรเกิน 1%

การคิดแรงดันตกขณะมีกระแสไหลในสาย หาได้จากสูตร

$$CM = \frac{22 \times D \times I}{Ed}$$

Ed

เมื่อ 22 = ค่าคงที่สำหรับสายทองแดง (35 สำหรับสายอลูมิเนียม)

D = ระยะทาง (ฟุต-คิดทางเดียว)

I = กระแสที่ไหลในสาย-แอมแปร์

CM = เซอร์คิวลาร์มิล

Ed = ค่าแรงดันตกในสาย-โวลต์

หรือจะคิดค่าแรงดันตกในสายโดยใช้กฎเกณฑ์ของ โอห์ม ดังนี้

แรงดันตก = กระแส x ค่าความต้านทานของสาย

สูตร 2 สูตรที่ข้างบนนี้จะใช้ได้ถูกต้อง ก็ต่อเมื่อวงจรนั้นเป็นวงจรกระแสไฟตรง หรือแบบ 1 เฟส ในกรณีที่ เป็น 3 เฟส ให้ใช้วิธีการคำนวณข้างบนแล้วคูณด้วย 0.866 ก็จะได้ตามที่ถูกต้อง

ความต้านทานของสายไฟฟ้า

จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตัวประกอบ 4 อย่างคือ

1. วัสดุที่ใช้ทำสาย
2. พื้นที่หน้าตัด สายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัดของตัวนำใหญ่ ย่อมมีความต้านทานน้อยกว่าไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัดของตัวนำเล็ก
3. ความยาวของสาย สายที่ยาวมากความต้านทานก็จะเพิ่มมากขึ้นตามส่วน
4. อุณหภูมิ โลหะทุกชนิดจะมีความต้านทานมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

ฉนวนของตัวนำ

สายไฟฟ้าที่ใช้งานในปัจจุบันโลหะตัวนำจะหุ้มด้วยฉนวนบางชนิด ที่สามารถป้องกันไม่ให้ตัวนำแตะกับสายอื่น รวงสายไฟที่กราวกับดิน ท่อน้ำ หรือตัวนำอื่นๆ ที่กราวลงดินยังสามารถป้องกันอุบัติเหตุเมื่อถูกไฟดูด (เฉพาะบางชนิด) นอกจากนั้นจะต้องป้องกันตัวความร้อน ของเหลวที่กัดกร่อนได้ หรือกันน้ำได้ตัวนำไฟฟ้านั้นเปรียบเหมือนท่อน้ำ ในกรณีของท่อน้ำ

เมื่อความดันสูง ผนังท่อต้องหนา ฉนวนไฟฟ้านั้นแรงดันยิ่งสูง ฉนวนที่หุ้มต้องหนาขึ้น ฉะนั้นจึงกำหนดการเป็นฉนวนด้วยค่าไฟฟ้าด้วยค่า เช่น 300, 600, 1000, 3000, 5000 และ 15,000 โวลท์ เป็นต้น ต้องไฟสลัค่าแรงดันไฟฟ้าจะเป็นค่ายังผล (RMS หรือ effective value) พึงระมัดระวังไว้เสมอ สายที่หุ้มฉนวนระบุค่าแรงไฟฟ้าไม่เกินค่าที่ระบุนั้น ถ้าหากใช้กับแรงดันไฟฟ้า กำหนด ฉนวนของสายไฟจะเบรคดาวน์ (breakdown) หรือถูกเจาะทะลุทำให้เกิดลัดวงจร จะทำให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์ไฟฟ้า หรือเกิดเพลิงไหม้ได้ โดยทั่วไปแล้วตามอาคาร บ้านเรือน สายไฟที่ใช้จะเป็นชนิดที่หุ้มฉนวนแรงดัน 600 โวลท์

ฉนวนที่ใช้หุ้มสายไฟมีอยู่หลายชนิด เช่น แอสเบสตอส (asbestos) ยางทนความร้อน (heat resistance rubber) สารเทอร์โมพลาสติก พียูรีน (thermoplastic vinyl ethylene) นอกจากนั้นรางจะมีเปลือก (sheath) หุ้ม ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทการ

เมื่ออุณหภูมิของโลหะตัวนำสูงขึ้น ความต้านทานจะมีค่าสูงขึ้นด้วย ฉะนั้นกระแสสูง ทำให้ไหลได้จะลดต่ำลง ในตารางที่ 1 ถึง 7 เมื่อนำสายไฟนั้นมาใช้งานในสถานที่ๆ อุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงเกิน 40 C ให้นำตัวคูณที่อยู่ในช่องที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อมไม่เกินค่า นั้น และอุณหภูมิขณะใช้งานมากคูณค่ากระแสสูงสุดที่ยอมให้ได้ที่อุณหภูมิ 40 C ตัวอย่างเช่น สาย TGF เบอร์ AWG 6 เมื่อใช้เดินในอากาศ อุณหภูมิไม่เกิน 40 C กระแสสูงสุดเท่ากับ 80 แอมแปร์ เมื่อนำไปใช้งานที่อุณหภูมิ 50 C แต่ไม่เกิน 60 C สายไฟฟ้านี้จะยอมให้กระแสสูงสุดไหลได้ที่ 56 แอมแปร์ ($80 \times 0.7 = 56 \text{ แอมแปร์}$) ค่า 0.7

ตารางที่ 25
แสดงอุณหภูมิความร้อนของสายไฟ

อุณหภูมิ C	ตัวคูณ	
	60 C	70 C
45	0.86	0.93
50	0.70	0.85
55	0.50	0.76
60	-	0.66
70	-	0.44
75	-	-

ตารางที่ 26
แสดงจำนวนกระแสไฟฟ้าสำหรับสายไฟ

จำนวนตัวนำ	เปอร์เซ็นต์ของตัวคูณ (%)
4 ถึง 6	80
7 ถึง 24	70
25 ถึง 42	60
43 และมากกว่า	50

ในกรณีที่มีสายไฟนั้นใช้งานเกิน 40 C และใช้เดินในท่อเหล็กหรือรางสายไฟเกิน 3 จะต้องนำตัวคูณลดค่ากระแสจากตาราง 8 และ 9 มาคิดด้วย

ความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิของเนื้อตัวนำสูงขึ้นนั้น เนื่องมาจากความสูญเสีย I^2R ในเนื่องจากตัวนำอลูมิเนียมมีความต้านทานทางไฟฟ้าสูงกว่าทองแดง สายอลูมิเนียม จึงสามารถที่จะนำกระแสได้น้อยกว่าสายทองแดง เมื่อเทียบขนาดเท่ากัน ทั้งนี้เพราะค่าความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านทานในตัวมันเองมีค่าสูง ความร้อนถ้าเกิดขึ้นมาก (1°C) อุณหภูมิสูงสุดที่ยอมให้ทำงานได้จะถึงไฟกระแสดำต่ำ

วิธีการที่จะเทียบว่าสายอลูมิเนียมขนาดพื้นที่หน้าตัดเท่านี้ นำกระแสสูงสุดได้เท่าไรให้อัดจากสายตัวนำของแฉกเป็นหลัก โดยคิดการสูตร

$$\text{พื้นที่หน้าตัดของสายไฟอลูมิเนียม (มม}^2\text{)} = 1.6 \times \text{พื้นที่หน้าตัดของสายไฟ}$$

ทองแดง

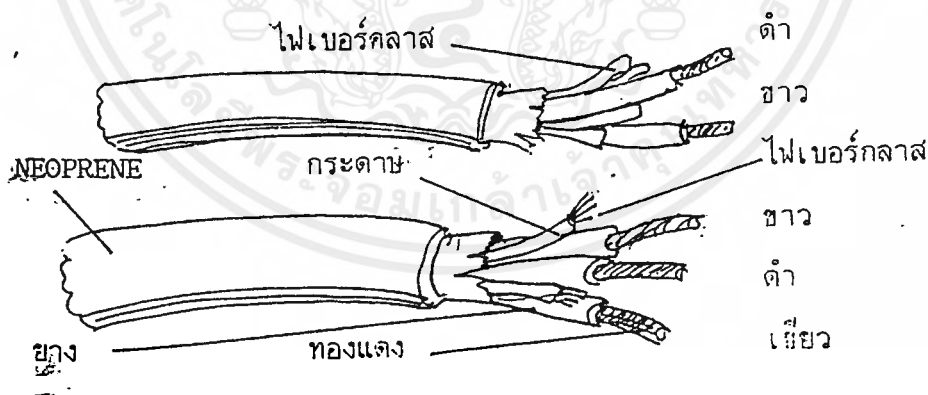
เริ่มแรกเราต้องรู้ค่าของพื้นที่หน้าตัดของสายไฟอลูมิเนียมเราก็ใช้สูตรข้างบนนี้เทียบได้พื้นที่หน้าตัดของสายไฟทองแดงแล้วนำมาเทียบหาค่ากระแสสูงสุดที่ยอมให้ได้ในตารางที่กล่าวข้างต้น

สรุปสายไฟที่ใช้กับเครื่องกำลังคือ

สายที่ใช้กับเครื่องกำลัง สายที่ใช้กับพววมอเตอร์ขนาดใหญ่ เครื่องมือที่กินกำลัง (HEAVY DUTY) และต้องการกำลังหนัก จะต้องใช้สายที่สามารถทนโหลดได้สูงๆ โดยไม่ร้อนมากเกินไป

ภาพที่ 50

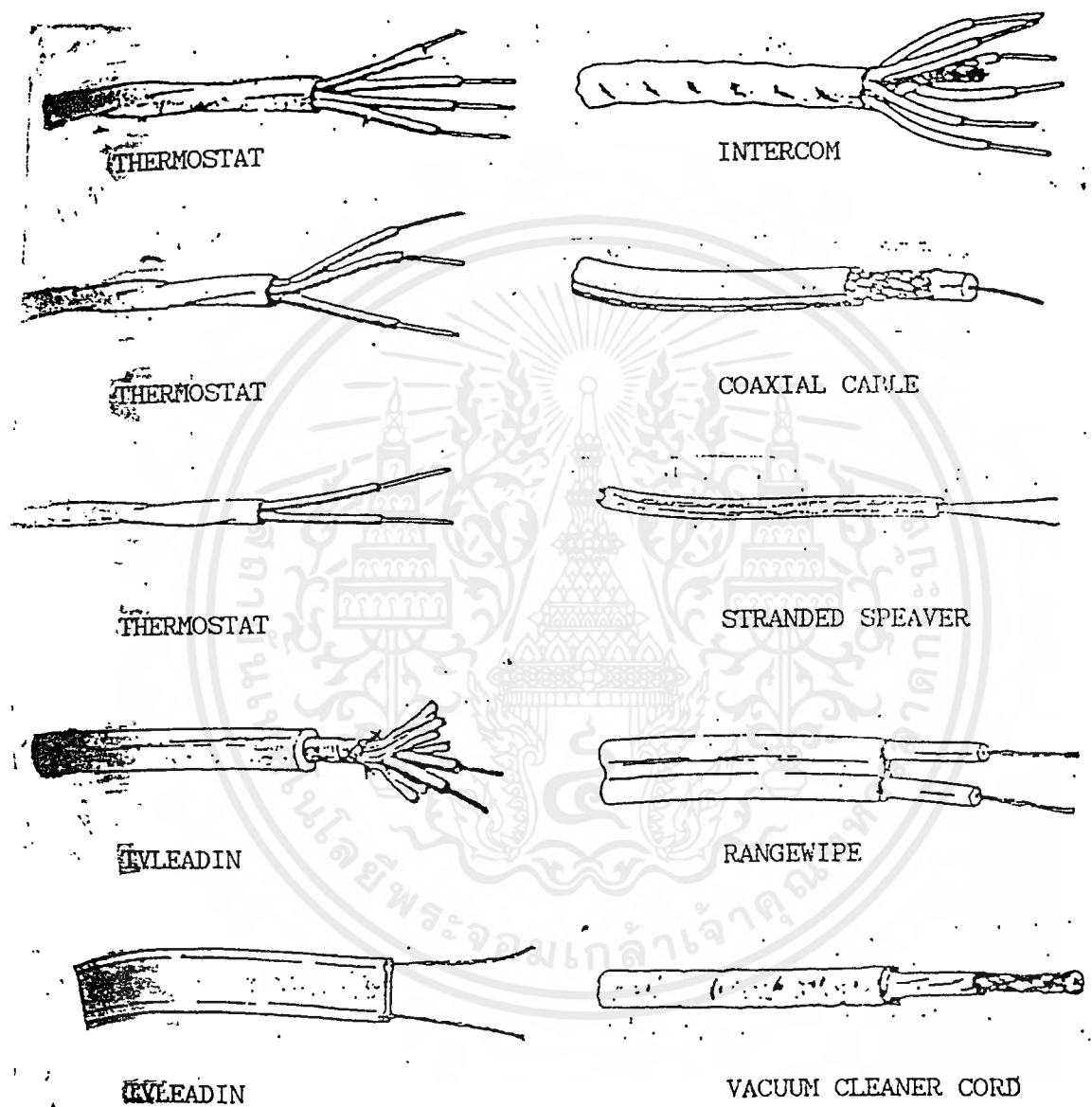
ภาพแสดงสายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องกำลัง



สายชนิดอื่นๆ การใช้งานสายไฟฟ้านั้นนอกเหนือจากเกี่ยวข้องกับสายไฟฟ้าทั่วๆ บางครั้งอาจต้องทำงานเกี่ยวกับสายไฟใช้งานเฉพาะอย่างควบคู่กันไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 51
ภาพแสดงสายไฟทั่วไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 27

ชนิดของสายไฟโครงสร้างและการทำงาน

ชนิด	โครงสร้าง	การนำไปใช้งาน
A(MEA) JV IW	- เส้นลวดทองแดงอบแล้ว - ฉนวนหุ้ม PVC	- ใช้ในการเดินสายสำหรับงานติด - ไฟฟ้าทั่วไปในอาคาร แรงดันไม่เกิน 600 โวลต์
B(MEA) NYY	- เส้นลวดทองแดงอบแล้ว - ฉนวนหุ้ม PVC - มีเปลือก PVC หุ้มข้างนอก - อีก 1 ชั้น	- ใช้เดินสายสำหรับงานติดตั้งไฟฟ้าทั่วไปในอาคารแรงดันไม่เกิน 600 โวลต์ - มีสายที่เป็นสายเดินอยู่ภายใน ซึ่งทำ - ขึ้นตามมาตรฐานของอเมริกันชนิด NM
C(MEA) NYY	- เส้นลวดทองแดงอบแล้ว - ฉนวนหุ้ม PVC - มีเปลือก PVC หุ้มข้างนอก - อีก 1 ชั้น	- ใช้ฝังดินได้โดยตรง สำหรับการใช้งานที่มีแรงดัน ไม่เกิน 600 โวลต์ โดยไม่ต้องใส่ในท่อเหล็กในบางกรณีจะมีแผ่นเหล็กหุ้มอยู่ภายในเป็นเกราะอีกชั้น สำหรับกรณีพิเศษ
THW	- เส้นลวดทองแดงอบแล้ว - ฉนวนหุ้ม PVC	- ในเดินสายสำหรับงานติดตั้งไฟฟ้าทั่วไปในอาคาร แรงดันไม่เกิน 600 โวลต์ ใช้ได้สำหรับสถานที่ๆ มีอุณหภูมิสูงถึง 75 องศา
NYCY	- เส้นลวดทองแดงอบแล้ว - ฉนวนหุ้ม PVC - มีเปลือก PVC หุ้มข้างนอก - อีก 1 ชั้น - มีสายดิน (Neutral Conentric)	- ลักษณะการนำไปใช้งานเช่นเดียวกับชนิด C(MEA) หรือ NYY - ในวงจร 3 เฟส 4 สาย การจ่ายไฟ ส่วนที่เป็นสายดินลง สายได้เปลือกนอกจะใช้เป็นสายนิวทรัล(Neutral Wire)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 28

(ต่อ)

ชนิด	โครงสร้าง	การนำไปใช้งาน
VCT	- เส้นลวดทองแดงฝอยบแล้ว - ฉนวนหุ้ม PVC	- เป็นสายอ่อน (flexible) สำหรับ - เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วๆ ไป เช่นพัดลม ไฟฟ้า ที่มักจะนำเคลื่อนที่ไปมาสะดวก แรงดันไม่เกิน 600 โวลต์
AV	- เส้นลวดทองแดงฝอยบแล้ว - ฉนวนหุ้ม PVC	- ใช้เดินสายแรงต่ำในรถยนต์
AIVV	- เส้นลวดทองแดงฝอยบแล้ว - ฉนวนหุ้ม PVC - มีเปลือก PVC หุ้มข้างนอก อีก 1 ชั้น	- ใช้สำหรับเดินสายแรงสูงจ่ายในรถยนต์
AAC	- เส้นลวดอลูมิเนียมรัดแข็ง - เส้นลวดตีเกลียวเปลือย	- ใช้สำหรับเดินสายแรงสูงจ่ายไฟนอก ตัวเมือง
CW CVS	- เส้นลวดทองแดงบแล้ว - ฉนวนหุ้ม PVC - มีเปลือก PVC หุ้มข้างนอก อีก 1 ชั้น - ระหว่างสายแต่ละเส้นจะมี - เชือกกระสอบใช้อยู่ด้วย	- ใช้สำหรับสายคอนโทรลซึ่งมีแรงดันไม่ เกิน 600 โวลต์
SKVEN SKVEN-S	- เส้นทองแดงบแล้ว - ฉนวนหุ้มโพลีเอทิลีน - มีเปลือกหุ้ม PVC อีก 1 ชั้น	- ใช้กับวงจรไฟฟ้าแรงดันต่ำกว่า 500 โวลต์ มี 2 ชนิด แบบมี - ชิลด์หุ้มและไม่มีชิลด์หุ้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 28

(ต่อ)

ชนิด	โครงสร้าง	การนำไปใช้งาน
VSF VFF VTF	- เส้นทองแดงฝอย - ทองแดงอบแล้ว - ฉนวนหุ้ม PVC	- ใช้สำหรับเดินสายไฟอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป ที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวลต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29
แสดงชนิดของสายไฟ และการนำไปใช้

ชนิด	โครงสร้าง	การนำไปใช้งาน
AVSR	- เส้นลวดทองแดงรัดแข็ง - แกนกลางเป็นเหล็กชุบสังกะสี	- ใช้สำหรับเดินสายแรงสูงที่มีช่วงยาว ได้มากกว่าสายชนิด AAC เพราะมี tensile strength สูงกว่า
NAY TWA THWA NAFYW	- เส้นลวดอลูมิเนียม - ฉนวนหุ้ม PVC - เส้นลวดอลูมิเนียม - ฉนวนหุ้ม PVC - มีเปลือกหุ้ม	- ใช้สำหรับเดินสายทั่วๆ ไป หรือใช้เดินสายภายในอาคารที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวลต์ อุณหภูมิได้ถึง 75 C - ใช้กับแรงดันต่ำ สำหรับจ่ายไฟใช้ขิงถนน
NAYY	- เส้นลวดอลูมิเนียม - ฉนวนหุ้ม - มีเปลือก PVC หุ้มข้างนอกอีก 1 ชั้น	- ใช้ฝังดินโดยตรง โดยไม่ต้องใส่ท่อโลหะ และใช้กับแรงดันไม่เกิน 600 โวลต์
TJV TIEV	- เส้นทองแดงอบแล้วชุบดีบุก - ฉนวนหุ้ม PVC - เส้นลวดทองแดง - ฉนวนหุ้ม โพลีเอทธิลีน - มีเปลือกหุ้ม	- ใช้ในการต่อสายไฟกลัดเชื่อมสายสำหรับเคเบิลสื่อสาร - ใช้เดินสายโทรทัศน์นอกบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30
(ต่อ)

ชนิด	โครงสร้าง	การนำไปใช้งาน
TOEE	- เส้นลวดทองแดงอบแล้ว - ฉนวนหุ้มเป็น โปลีโอเททิลีน - มีเปลือกหุ้ม	- ใช้เดินสายโทรศัพท์นอกบ้าน
R.D.	- เส้นลวดทองแดงอบแล้ว - ฉนวนหุ้มเป็น โปลีโอเททิลีน - มีเปลือกหุ้ม	- ใช้เดินสายโทรศัพท์นอกบ้าน
TVEF	- เส้นลวดทองแดงอบแล้ว - ฉนวนเป็น โปลีโอเททิลีน	- ใช้เป็นสายอากาศโทรทัศน์
TPEV	- เส้นลวดทองแดงอบแล้วชุบ ดีบุก - ฉนวนเป็น โปลีโอเททิลีน - มีเปลือก PVC หุ้ม	- ใช้ต่อสายพ่วงโทรศัพท์ภายในบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.6. วัสดุอุปกรณ์มาตรฐาน

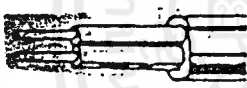
การนำสายไฟฟ้ามาใช้งานควรเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ได้มาตรฐาน โดยอาจใช้แบบที่ผลิตในประเทศก็ได้ ไม่จำเป็นต้องใช้ของต่างประเทศ เพราะนอกจากราคาแพง บางครั้งหากเกิดการเสียหายก็อาจหาอะไหล่เปลี่ยนใหม่ไม่ได้อีกด้วย

ปัจจุบันวัสดุ อุปกรณ์ทางไฟฟ้าเป็นจำนวนไม่น้อยที่สามารถผลิตได้เอง มีคุณภาพมาตรฐาน โดยการรับรองของสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (ส.ม.อ.) หรือ กระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งจะมีเครื่องหมายประทับบอกให้ทราบที่ผลิตภัณฑ์ เช่น สายไฟฟ้า สวิตช์ ปลั๊กเสียบสแตนด์แทเตอร์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ บาลลาสต์และอื่นๆ



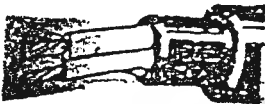
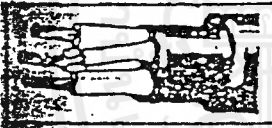
ตารางที่ 31

แสดงชนิดและคุณสมบัติการใช้งานของ ไฟฟ้าตามมาตรฐานอุตสาหกรรม

	แบบ	แรงดันไฟฟ้า ไม่เกิน	อุณหภูมิ ลวดร้อน ไม่เกิน	การใช้งาน
	IV	250V	60 C	สายชนิดนี้เหมาะกับการใช้งานทั่วไปโดยเฉพาะงานเดินสายร้อยในท่อ
	HIV		75 C	
	TW	750V	60 C	และพาดสายในอากาศยึดกับฉนวนลูกถ้วย
	THW		75 C	
	VAF	250V	60 C	สายชนิดนี้เหมาะกับการเดินเกาะกับพื้นผิวอาคารโดยใช้วิธีรัดสายติดกัน ผิวอาคาร สามารถใช้ในบริเวณชื้นและได้ร้อยในท่อและพาดสายในอากาศ
	HVAF		75 C	
	VAF-G	250V	60 C	
	HVAF-G		75 C	
	VVF	750V	60 C	
	Type B		75 C	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 32
(ต่อ)

	แบบ	แรงดันไฟฟ้า ไม่เกิน	อุณหภูมิ ลวดร้อน ไม่เกิน	การใช้งาน
	NM	750V	60 C	
	TypeB-G		75 C	
	NVY	750V	60 C	
	Type C		75 C	
	NY Y-N	750V	60 C	สายชนิดนี้เหมาะกับการวางฝังในดินโดยตรง ทั้งนี้บริเวณนั้นต้องไม่มีแรงกระแทกกระแทกรถอื่น
	TypeC-N		75 C	
	NY Y-G	750V	60 C	อาจทำให้สายไฟฟ้าชำรุดหรือขาดได้
	TypeC-G		75 C	
	VCT	50V	60 C	ใช้สำหรับเครื่องมือ เครื่องมือใช้ที่มีการเคลื่อนย้ายเป็นประจำ
	HVCT		75 C	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 33

แสดงชนิดและคุณสมบัติการใช้งานของสายไฟตาม มาตรฐาน มอก.

	แบบ	แรงดันไฟฟ้าไม่เกิน	อุณหภูมิแวดล้อมไม่เกิน	การใช้งาน
	VCT-G	750V	60 C	เช่นเดียวกับ VCT
	HVE T-G		75 C	
	VAFF	60 C		
	HVAFF	75 C		
	VEF-G	250V	60 C	เช่นเดียวกับ VCT แต่ใช้กับอุปกรณ์เครื่องมือที่มีขนาดเล็กกว่า
	HVFF-G		75 C	
	VTF	250V	60 C	
	HVTF		75 C	
	VSF	250V	60 C	ใช้ในเครื่องมือเครื่องใช้
	HVSF		75 C	
	TIS-AV	LOW	60 C	ใช้สำหรับระดับไฟฟ้าต่ำมาก เช่น ไฟฟารถยนต์
	JIS-VA	LOW	60 C	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10. สวิตช์

สวิตช์ (SWITCH)

สวิตช์จะเป็นตัวกำหนดการปิดและเปิดวงจร สวิตช์อาจจะประกอบด้วยชิ้นๆ เดียวหรือหลายชิ้นก็ได้ เช่น อาจจะมีชิ้นเพียงชิ้นเดียว สองชิ้น หรือมากกว่านั้นโดยทั่วไปแล้ว สวิตช์มักจะใช้เป็นตัวเปิดและปิด ให้วงจรทำงานหรือไม่ให้วงจรทำงานการสัมผัสกับตัวนำไฟฟ้าให้ครบวงจรการทำงานของสวิตช์ควบคุมโดยระบบแมคานิค

ลักษณะของสวิตช์ มีมากมายหลายชนิด แล้วแต่หน้าที่ที่การทำงาน หรือในลักษณะการเปิดปิดวงจรแบ่งออกได้เป็น

2.10.1. แบบกด (PUSH BUTTON SWITCH)

ทำงานได้โดยการใช้มือกด สามารถแบ่งเป็น

สวิตช์กดติดกดปล่อยดับ (MOMENTARY SWITCH) เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด เมื่อปล่อยจะทำให้วงจรเปิด เช่น สวิตช์กดออก เป็นต้น สวิตช์แบบนี้เหมาะแก่งานที่จำพวกปิดวงจรชั่วคราวขณะ

สวิตช์กดติดกดดับ (LOCK SWITCH) เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด การให้วงจรเปิดก็กดอีกครั้งหนึ่ง วงจรก็จะเปิดบางสวิตช์ที่มีไฟอยู่ในตัว เมื่อกดปิดให้รู้ว่าเครื่องกำลังทำงาน และกดอีกครั้งวงจรจะเปิดไฟจะดับเป็นที่ยืนยันกันไป

ภาพที่ 52

ภาพแสดงสวิตช์แบบกดดัน

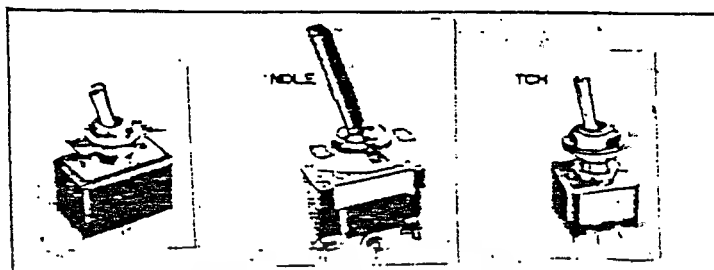


2.10.2. สวิตช์โยก (TOGGLE SWITCH)

ลักษณะการใช้งานเป็นการโยกก้านสวิตช์ให้ทำงาน จำนวนของสวิตช์ลั้วนแต่การใช้งาน โดยมากจะมีตั้งแต่ 2 ขาขึ้นไป เหมาะสำหรับการใช้งานในเครื่องบังคับต่างๆ เช่น เครื่องบินบังคับ รถบังคับ วิดีโอเกมส์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 53
แสดงสวิตช์แบบโยก



2.10.3. สวิตช์เลื่อน (SLIDE SWITCH)

คล้ายกับสวิตช์โยกแต่ใช้งานโดยการเปลี่ยนสวิตช์ ซึ่งอาจจะมีจังหวะในการเลื่อนหลายๆ ช่วง

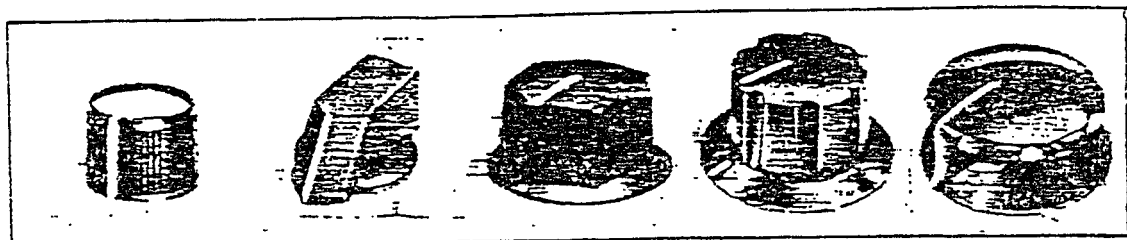
ภาพที่ 54
แสดงสวิตช์แบบเลื่อน



2.10.4. สวิตช์หมุน (ROTARY OR SELECTOR SWITCH)

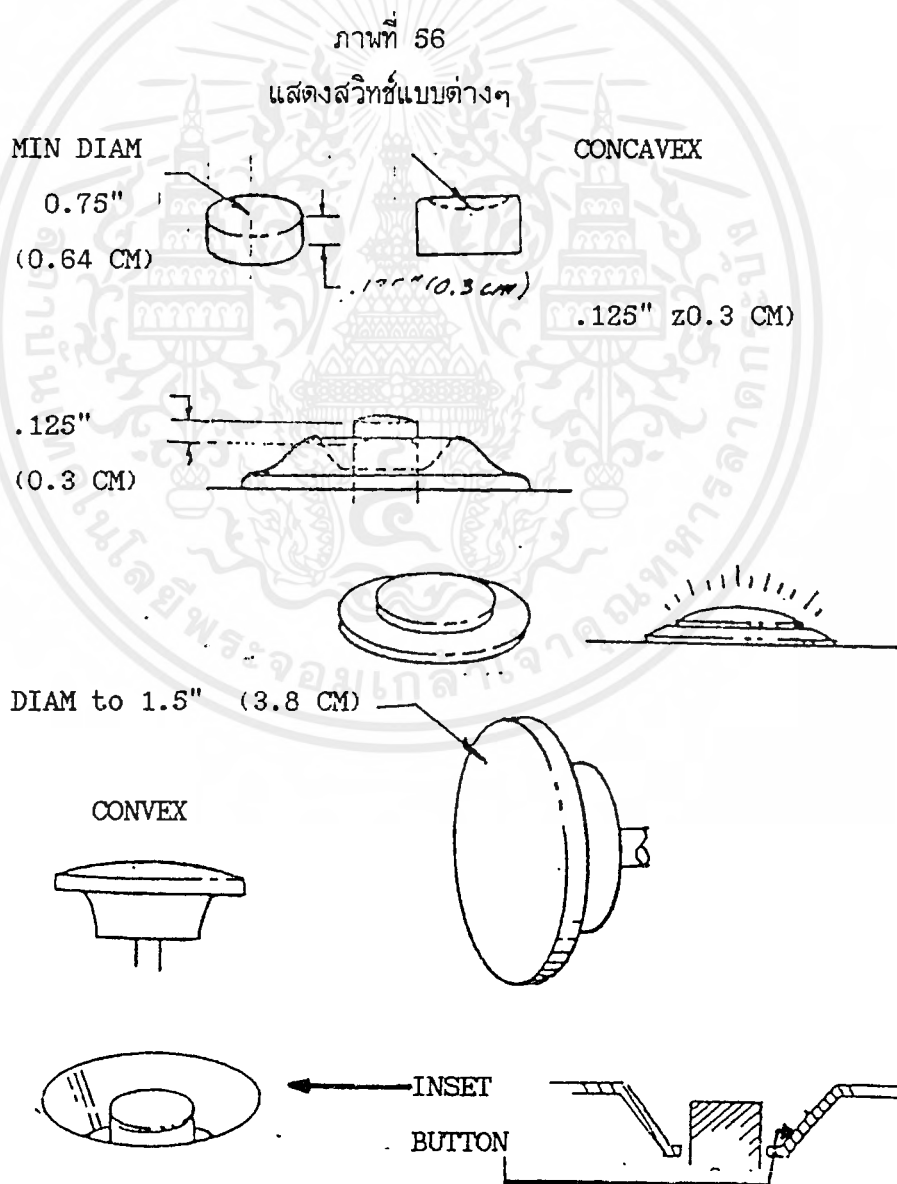
ส่วนมากจะเป็นการใช้ในหน้าที่เลือกทางเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง เช่น การเบนด์ในวิทยุ เป็นต้น

ภาพที่ 55
แสดงสวิตช์หมุน



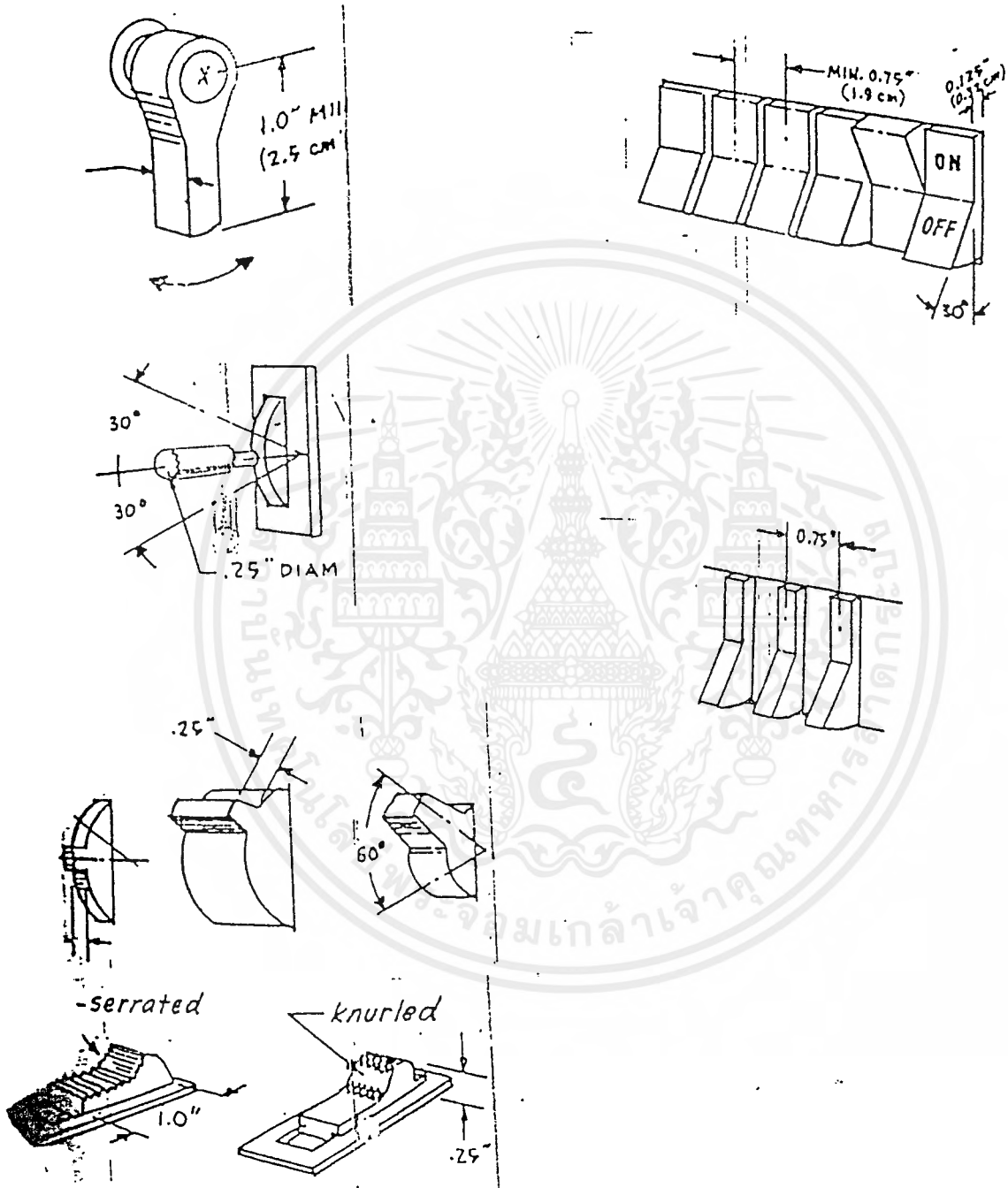
2.10.5. สวิตช์จิ๋ว (MICRO SWITCH)

เป็นสวิตช์ที่มีความเชื่อถือได้สูง สามารถทนแรงเคลื่อนและกระแสไฟฟ้าหลาย แอมแปร์ ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำเคลือบด้วยทองแดง ทำให้เป็นทางเดินไฟฟ้าที่ดี ลักษณะสวิตช์จะทำงานโดยการกดเบาๆ ที่คานหรือปุ่มเล็กๆ โดยปกติแล้ว จะต้องมียกลไกเข้ามาประกอบเพื่อทำหน้าที่กดสวิตช์ เพราะปุ่มกดเล็กเกินไปกว่าที่จะใช้นิ้วกดได้สะดวก ไมโครสวิตช์นี้มีหลายชนิด จำนวนขาที่ใช้ในงานมี 2 หรือ 3 ขาขึ้นไป สวิตช์นี้ได้รับการออกแบบมาใช้กับงานเฉพาะอย่างต่างๆ รูปร่างของไมโครสวิตช์ ซึ่งมีความแตกต่างกันไปตามสถานการณ์ที่ใช้การติดตั้งจะต้องระมัดระวัง เพราะส่วนขาของแรงกดอาจทำให้สวิตช์แตกได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 57
แสดงสวิตช์แบบต่างๆ (ต่อ)



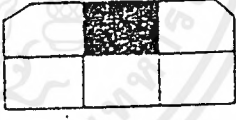
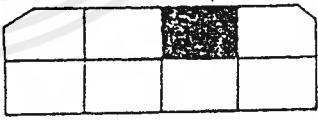
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.6. ชุติกล่องหัวเสียบ

CONNECTOR แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

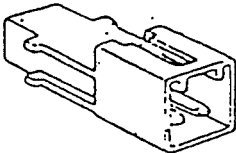
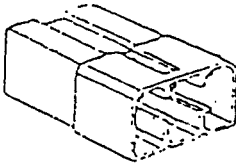
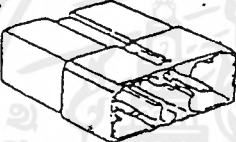
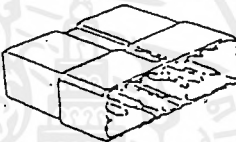
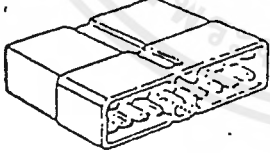
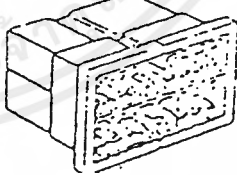
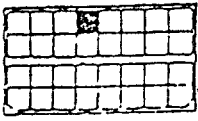
- 1. แบบตัวผู้ (MALE CONNECTOR)
- 2. แบบตัวเมีย (FEMALE CONNECTOR)

ตารางที่ 34
แสดงลักษณะของชุติกล่องหัวเสียบ Connector²

ตัวผู้ (MALE)	ตัวเมีย (FEMALE)
	
	
	
	

1. สุจิตต์ สอนองคุณ จ.ค., หน้า 151

ตารางที่ 35
เปรียบเทียบระหว่างของจริงและลักษณะการเขียนแบบ¹

1. สุจิตต์ สอนงคุณ ล.ค., หน้า 152

ชุดกล่องหัวเสียบแบบตัวผู้ จะสามารถสวมเข้ากันได้กับชุดกล่องหัวเสียบตัวเมีย
ชุดกล่องหัวเสียบแต่ละชนิดจะมีลักษณะแตกต่างกันไป และแต่ละคู่จะมีหมายเลขกำกับ¹

แบบตัวผู้ใช้เลขคู่กำกับ เช่น

7122 7218 7118

แบบตัวเมียใช้เลขคี่กำกับ เช่น

7123 7129 7119

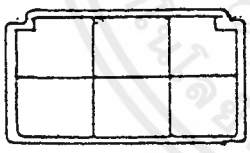
หัวเสียบ TERMINAL แบ่งออกเป็น 2 ประเภทเช่นเดียวกัน

- 1. แบบตัวผู้ Male terminal จะนำไปประกอบกับชุดกล่องหัวเสียบแบบตัวผู้ (MaleConnector)
- 2. แบบตัวเมีย Female lerminal จะนำไปประกอบกับชุดกล่องหัวเสียบแบบตัวเมีย (Female connector)

ภาพที่ 58
แสดงลักษณะชุดกล่องหัวเสียบ

รูปที่ 1
MALE CONNECTOR

- NO TERMINAL
- NO CONNECTOR



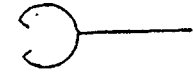
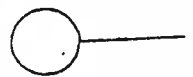
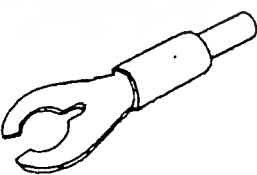
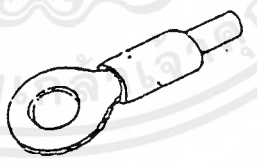
รูปที่ 2
FEMALE CONNECTOR

- NO LERMINAL
- NO CONNECTOR



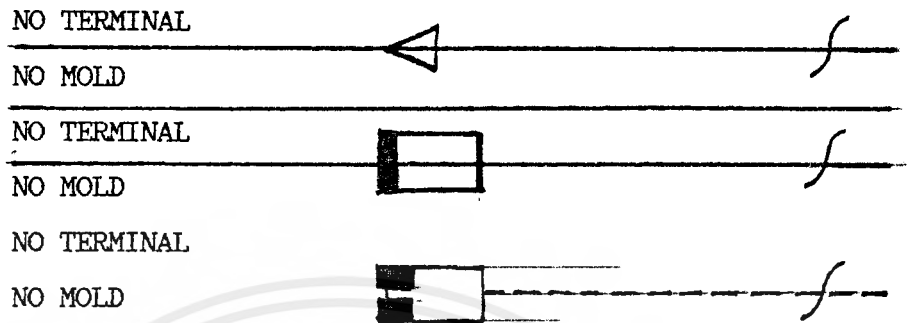
รูปที่ 3

หัวเสียบชนิดไม่ต้องมีตัวเมีย
นอกจากนั้นยังมีหัวเสียบชนิด
ไม่ต้องมีตัวเมีย ในการใช้
งาน ใช้สกรูขันยึด



1. สุจิตต์ สนองคุณ ล.ค., หน้า 153

หัวเสียบบางชนิดใช้งานได้เลย แต่บางชนิดนำไปประกอบเข้ากับ MOLD แล้วนำไปใช้งาน TERMINAL ที่ทำการประกอบเข้ากับ MOLD¹

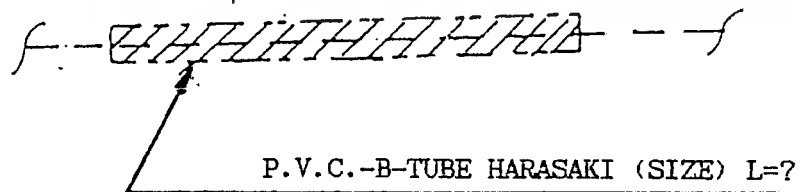
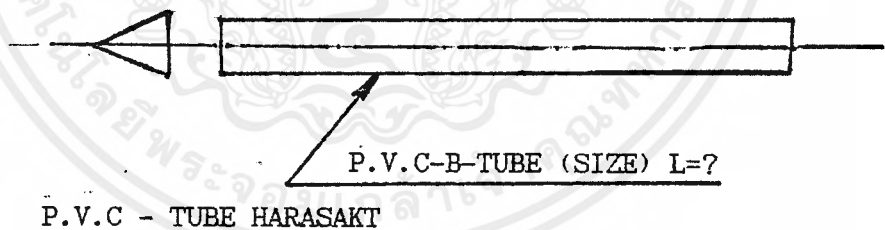


MOLD เป็นพลาสติกที่ใช้หุ้มหัวเสียบ เพื่อไม่ให้เกิดการลัดวงจร

P.V.C TUBE (POLY VINYLCHLORIDE-TUBE) อาจเป็นสีอะไรก็ได้แล้วแต่ทางบริษัทผู้ผลิตรถยนต์กำหนดมา แต่ที่ใช้กันมากเป็นสีดำ (P.V.C-B-TUBE) จะมีหลายขนาดแตกต่างกันไป

GLASS- TUBE เป็น TUBE ทนความร้อนทำด้วยวัสดุพวยไยแก้ว ที่ใช้ส่วนมากเป็นสีดำ

COLLUGATE-TUDE เป็น TUBE แบบลูกฟูก ทำด้วย PP(POLY) PROPYLENE ที่ใช้เป็นสีดำ² P.V.C. -TUBE, GLASS-TUBE



1. สุจิตต์ สนองคุณ ล.ค., หน้า 154

2.11. ล้อกับการใช้งาน

ล้อเหล็ก

เป็นล้อเหล็กแบบแกนล้อไม่มีดลับลูกปืน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่

100

- 150 มม. หน้าล้อกว้างตั้งแต่ 30-35 มม.

ล้อไนลอน

เป็นล้อที่ขึ้นรูปโดยการฉีดไนลอนเข้ายังแม่แบบแกนกลางมีดลับลูกปืน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65-125 มม. หน้าล้อกว้าง 20-24 มม.

ล้อยาง

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

2.11.1. ประเภทของล้อ

ล้อเป็นส่วนสำคัญที่จะนำตัวผลิตภัณฑ์เคลื่อนย้ายไปยังที่ต่างๆ ได้ตามความต้องการ ล้อที่สามารถนำมาใช้ในการประกอบกับตัวผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อใช้งานนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

1. ล้อยางสุบลม
2. ล้อยางตัน

1. ล้อยางสุบลมลักษณะของล้อชนิดนี้จะเป็นขนาดใหญ่ จะมียาง 2 ชั้น ยางชั้นนอกเป็นตัวที่ทำหน้าที่สัมผัสกับพื้นผิวที่เคลื่อนที่ไป ส่วนยางชั้นในนั้นจะเป็นยางที่สุบลมเข้าไปภายในให้เต็มเพื่อรับน้ำหนักของตัวผลิตภัณฑ์

หน้าที่การใช้งาน ล้อยางสุบลมขนาดใหญ่จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของวงล้อใหญ่ ส่วนมากจะนำไปใช้กับงานเช่นที่ต้องรับน้ำหนักมากและใช้งานบนพื้นที่ๆ ไม่ราบเรียบหรือมีหลุมมีบ่อ หรือในพื้นที่ต่างระดับ เช่นบนท้องถนนหรือฟุตบาททางเดิน ล้อชนิดนี้กับการกระเทือนได้ดี ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ล้อชนิดนี้ เช่น รถจักรยาน รถเข็นขายน้ำ รถเข็นขายอาหาร ฯลฯ ล้อชนิดนี้เหมาะสมกับงานที่มีขนาดใหญ่ และรับน้ำหนักมากมีการเคลื่อนย้ายบ่อยและเป็นระยะทางไกลๆ

2. ล้อยางตันล้อชนิดนี้เป็นล้อที่มีขนาดเล็ก จะเป็นล้อที่มีลักษณะตันทำด้วยวัสดุประเภทยางหล่อเต็มแกนหมุน เหมาะสมกับงานที่ต้องรับน้ำหนักไม่มากนัก หน้าที่การใช้งาน

ล้อยางตันจะเป็นล้อที่ใช้งานภายในงานภายในอาคารเป็นส่วนใหญ่ จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็ก ใช้กับพื้นที่ที่มีความราบเรียบ หรือไม่มีหลุมมีบ่อมากนัก ล้อชนิดนี้ทำด้วยวัสดุหลายชนิดที่เหมาะสมกับพื้นผิวหรืองานต่างๆ มากมาย มีความคล่องตัวมากในการเคลื่อนที่และยังมีระบบล้อคล้อยให้เคลื่อนที่ได้อีกด้วย ในกรณีที่ต้องการให้หยุดอยู่กับที่เป็นเวลานาน ซึ่งล้อประเภทนี้มีขายอยู่มากมายตามท้องตลาดมีรูปแบบและขนาดให้เลือกใช้ แต่รูปแบบที่เหมาะสมกับการใช้งานมีดังนี้.

- ก. ล้อเหล็ก Ø 100-150 มม.
- ข. ล้อไนลอน Ø 65-125 มม.
- ค. ล้อยางอ่อน Ø 100-200 มม.
- ง. ล้อยาง Ø 100-200 มม.
- จ. ล้อพีโนลิก Ø 75-150 มม.
- ฉ. ล้อโพลียูเรเทน Ø 100-200 มม.

2.11.2. การเลือกใช้จำนวนล้อ

การเลือกใช้จำนวนล้อ การเลือกใช้จำนวนล้อกับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งานของผลิตภัณฑ์นั้นๆ อาจใช้เป็น 2 ล้อ, 3 ล้อ, หรือ 4 ล้อ ซึ่งก็แล้วแต่ว่าลักษณะของการใช้งานจะเหมาะสมเพียงใด.

1.) แบบ 2 ล้อ.

- ก. เหมาะสมกับการใช้งานที่มีขนาดใหญ่ไม่มากนัก การใช้งานเฉพาะที่และมีการเข็นในระยะสั้น
- ข. ความสำคัญของการเข็นเคลื่อนที่มีน้อยกว่า
- ค. โครงสร้าง ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนักอาจมีการพับเก็บได้สำหรับงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก
- ง. เหมาะกับใช้ในพื้นที่น้อย เช่น รถเข็นเสิร์ฟอาหาร รถเข็นบาร์เครื่องดื่ม.
- จ. การเข็นมีการบังคับยาก ขณะเข็นคอยประคองตลอดเวลา
- ฉ. การเข็นต้องออกแรงมาก

2.) แบบ 3 ล้อ

- ก. เหมาะสำหรับการเข็นตัวผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กและต้องการความประหยัดเนื้อที่ในการเก็บอาจจะมีการพับหรือซ้อนเก็บได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข. มีความคล่องตัวสูง.
- ค. รับน้ำหนักได้ไม่มากนัก
- ง. เหมาะสำหรับพื้นที่ขนาดเล็กและมีการเลี้ยงที่แคบและจำกัด
เช่น รถเข็นในซูเปอร์มาร์เก็ต รถเข็นเด็กอ้อน

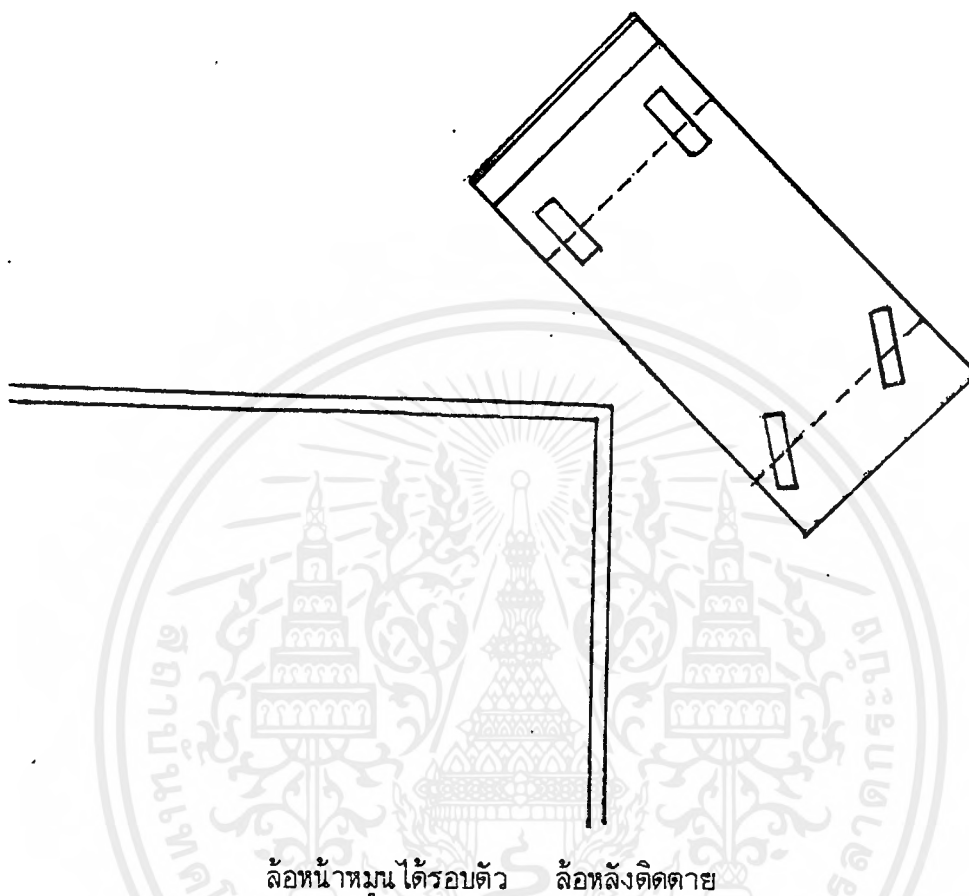
3.) แบบ 4 ล้อ

- ก. เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความแข็งแรงและการรับน้ำหนักปานกลาง จนถึงน้ำหนักมาก
- ข. ความคล่องตัวขึ้นอยู่กับชนิดของล้อ และการจัดวางตำแหน่งล้อ
- ค. สามารถรับน้ำหนักและการกระจายน้ำหนักได้ดีมีความสมดุลย์ในการเข็น

ลักษณะการวางตำแหน่งของล้อนอกจากจำนวนล้อและชนิดของล้อแล้วสิ่งที่จะมีผลต่อการใช้งานของล้อ คือ ตำแหน่งของล้อทั้ง 4 การวางตำแหน่งล้อมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการเลือกใช้ล้อ เพราะล้อที่ใช้จะมีหลายขนาดหลายรูปแบบ เช่น ล้อหมุนได้รอบตัว ล้อแบบติดตายตัว และล้อชนิดที่ล็อกได้ถ้าหากไม่ศึกษาถึงการใช้งานและความเหมาะสมในการใช้งานจริง การออกแบบอาจผิดพลาดทำให้การเคลื่อนย้ายไม่สะดวกและเป็นปัญหาได้ ดังนั้นต้องศึกษาให้เข้าใจถึงหลักการวางตำแหน่งของล้อ ในลักษณะต่างๆ และแรงที่จะใช้ในการบังคับให้เคลื่อนไปข้างหน้า หรือบังคับเลี้ยว การใช้ล้อแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

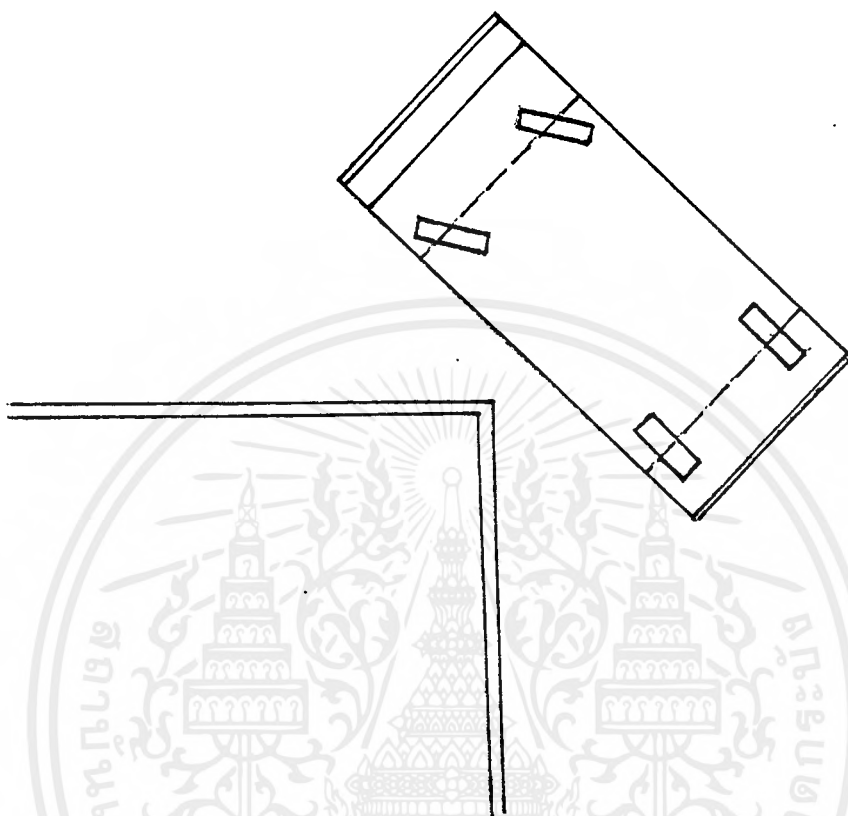
1. ล้อหน้าหมุนได้รอบตัว ล้อหลังติดตาย.
2. ล้อหลังหมุนได้รอบตัว ล้อหน้าติดตาย.
3. หมุนได้รอบตัวทั้งล้อหน้าและล้อหลัง.

ภาพที่ 59
แสดงการวางตำแหน่งล้อแบบที่ 1



การใช้ล้อลักษณะนี้ไม่เหมาะสม เพราะผู้ขับขี่ต้องอยู่ด้านหลัง แต่จุดหมุนอยู่ด้านหน้า ทำให้การที่จะบังคับรถให้เลี้ยวต้องใช้แรงมากส่งผ่านไปยังล้อหน้า เพื่อบังคับให้รถเลี้ยวซึ่งถ้าขนาดของผลิตภัณฑ์นี้น้ำหนักมากจะทำให้การเลี้ยวลำบากยิ่งขึ้นและการบังคับทิศทางตรงยังไม่ดีนัก

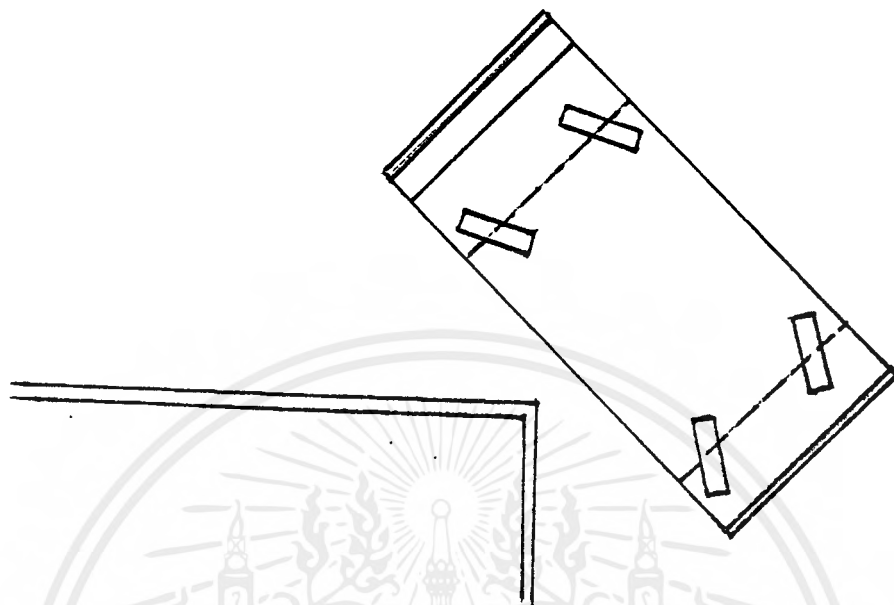
ภาพที่ 60
แสดงการวางตำแหน่งล้อยแบบที่ 2



ล้อหลังหมุนได้รอบตัว ล้อหน้าติดตาย

การใช้ล้อลักษณะนี้มีความเหมาะสมพอสมควร เพราะผู้ขี่สามารถบังคับให้
เลี้ยวได้ง่าย เพราะจุดหมุนหรือล้อที่ใช้เลี้ยวอยู่ใกล้ตัวผู้ขี่ ทำให้ออกแรงน้อยและเลี้ยว
ได้สะดวก การบังคับทางตรงทำได้ดี

ภาพที่ 61
แสดงการวางตำแหน่งล้อแบบที่ 3



หมุนได้รอบตัวทั้งล้อหน้า และล้อหลัง

การใช้ล้อลักษณะนี้มีความคล่องตัวสูงมาก เพราะมีการหมุนได้รอบตัวหมดแต่การบังคับทิศทางนั้นต้องใช้แรงมาก การบังคับทิศทางตรงจะยาก เพราะทุกล้อหมุนได้รอบตัว จึงทำให้เกิดแรงที่แยกออกไปจากล้อ จึงต้องบังคับให้ทุกล้อตรงเช่นเดียวกันหมดแต่สำหรับการเลี้ยวจะทำได้สะดวกที่สุด เพราะสามารถปรับมุมให้เข้ากับมุมเลี้ยวได้ดี

การพิจารณาการวางตำแหน่งล้อของรถเข็นหนังสือนั้น ควรคำนึงถึง

1. ความคล่องตัวในการเดินทางตรง
2. ความคล่องตัวในการบังคับเลี้ยว
3. ใช้แรงน้อยในการควบคุมการเข็น
4. การควบคุมขณะหยุดอยู่กับที่¹

2.12. วัสดุโครงสร้างที่ใช้ในการออกแบบ¹

วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่ง ซึ่งเป็นเครื่องจักรกลการเกษตร จะประกอบไปด้วยวัสดุดังต่อไปนี้

¹สาคร คันธโชติ, วัสดุผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียร์สโตร์, 70

2.12.1. โลหะเหล็ก

2.12.1.1. เหล็ก

เหล็กเป็นโลหะประเภท FERROUS METAL ซึ่งนำเอามาใช้ในงานต่างมาก โดยปกติเหล็กบริสุทธิ์จะมีความเหนียว และอ่อนตัวสูง เหล็กสามารถรวมตัวกับออกซิเจนได้ดีจึงเป็นสนิมได้ง่าย ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเหล็กจึงต้องเคลือบผิว เพื่อป้องกันการผุกร่อน

ประเภทของเหล็ก

เหล็กหล่อ คือ เหล็กตีโดยตรง มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น เหล็กหล่อมีสีขาว เถามีความแข็งแรงสูงมากจนเปราะง่าย เหล็กหล่อเหนียวและเหล็กหล่อพิเศษมีความเหนียวสามารถรับแรงได้สูง เหล็กหล่อถึงแม้ว่าจะมีน้ำหนักมาก แต่ข้อดีคือราคาถูก รับแรงได้มาก ตรงส่วนที่มีความหนา

เหล็กกล้า เหล็กกล้าเข้ามามีบทบาทแทนเหล็กหล่อและเป็นที่นิยมใช้ประมาณ 150 ปีมาแล้ว ภายหลังมีผู้คิดวิธีการผลิตทางอุตสาหกรรม นำมาใช้อาวุธและเครื่องมือที่มีความละเอียด เหล็กกล้าแบ่งออกอย่างบางใช้เป็นชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์แผ่นหนาใช้เป็นโครงของเครื่องจักรกลแบบหล่อเหล็ก เหล็กกล้ามีคุณสมบัติหลายอย่าง และมีประเภทต่างๆ กัน เช่น ไม่ควรออกแบบชิ้นส่วนที่ทำด้วยสเตนเลส สตีล โดยการขึ้นรูปเพราะทำได้ยากจะต้องใช้เทคนิคบางอย่างทำชิ้นส่วนและมีราคาแพง ถ้านำมาใช้ให้ถูกต้องความจำเป็นและคุณค่าจะทำให้งานดีมากเพราะเป็นเหล็กกล้าที่มีความแข็งแรงทนทานและไร้สนิม

เหล็กผสม มีความแข็งแรงมากน้อยแล้ว แต่ส่วนผสมในเนื้อเหล็ก เช่น เนื้อผสมคาร์บอน ทำให้แข็งและเปราะง่าย ผสมกับโครเมียม ช่วยป้องกันสนิม เป็นต้น

รูปแบบของเหล็ก

รูปแบบของเหล็กที่ใช้ทั่วไปจะผลิตออกมาเป็นมาตรฐานไม่ว่าจะเป็นเหล็กโครงสร้างที่ใช้กับงานก่อสร้าง หรือเหล็กที่ใช้กับงานช่าง เหล็กรูปต่างๆ แผ่นเหล็กที่เหล็กและลวดเหล็ก วัสดุเหล็กขึ้นชั้นจากการรีด ดึง อัด ตี โดยมากทำขึ้นในสภาพแผ่นเหล็ก

รูปแบบของเหล็กที่ใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบัน

1. เหล็กเส้นกลมตัน เส้นผ่านศูนย์กลาง 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 เส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2-6 นิ้ว
5. เหล็กพืดหนา 1/2-1/4 นิ้ว กว้าง 1/4-4 นิ้ว ยาว 6 เมตร
6. เหล็กรูปตัว และ

15, 19, 22, 25, 28 และ 34 มม. ส่วนความยาวมาตรฐานคือ 10 เมตร แต่ 6, 8, 10.5 และ 12 เมตร ก็มีบ้างแต่ถ้าต้องการเป็นจำนวนมากก็สามารถสั่งตามความยาวที่ต้องการได้ ซึ่งจะมีผลที่ที่ไม่มีเศษเหล็กเหลือ ขนาดและน้ำหนักของเหล็กเส้นกลม

2.12.2. โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก

อลูมิเนียม (Aluminium)

อลูมิเนียมเป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท NON-FEROUS METAL

โดยปกติจะเป็นแผ่นอลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่จะเป็นอลูมิเนียมผสมโลหะหรือธาตุอื่นๆ อีกเล็กน้อยเพื่อให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติบางประการดีขึ้น อลูมิเนียมบริสุทธิ์จะอ่อนมากในลักษณะที่เป็นแผ่นจะไม่ค่อยพบในงานบ่อยนัก

อลูมิเนียมแผ่นจะมีส่วนผสมของทองแดง ซิลิกอน เหล็กและแมกนีเซีย ส่วนอลูมิเนียมชนิดอื่นๆ ที่ไม่ได้อยู่ในลักษณะที่เป็นแผ่นจะผสมนิเกิล แมกนีเซียม อย่างไรก็ตามอลูมิเนียมผสมทุกชนิดจะต้องมีอลูมิเนียมอยู่ไม่น้อยกว่า 50 % เสมอ

อลูมิเนียมผสมมีอยู่หลายชนิด ชนิดต่างๆ เหล่านี้มีคุณสมบัติแตกต่างกัน และมีความแข็งแรงที่แตกต่างกันออกไปอีกประมาณ 40 เกรด (Grade) ดังนั้นควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานแต่ละชนิด

อลูมิเนียมผสมจะถูกกำหนดคุณภาพ คุณสมบัติตาม Number ต่างๆ กันสำหรับในงานโลหะแผ่นจะใช้ NUMBER 3003 แต่ในทางการค้าจะนิยมเรียกเป็นตัวอักษร เช่น เป็นต้น

"O" หมายถึง อลูมิเนียมอ่อน (Soft) ใช้งานได้ดีเหมือนกันกับแผ่นสังกะสี

"H" หมายถึง อลูมิเนียมแข็ง (Hard) บางชนิดตัดโค้งได้ แต่บางชนิดไม่สามารถที่จะตัดโค้งได้

"T" หมายถึง อลูมิเนียมที่จะต้องใช้งานที่เกี่ยวกับความร้อน (Heat Treated) อยู่เสมอ

ตัวเลขตามหลังอักษร H หรือ T จะบอกความแข็งแรงเช่น Number 3003 ที่ใช้งานโลหะแผ่นทั่วไป จะเขียนเป็น H 14 ซึ่งอลูมิเนียม Number ดังกล่าวนี้นี้มีความแข็งแรงไม่มาก

นัก สามารถดัดโค้งหรือขึ้นรูปได้ดี

อลูมิเนียมจะลึงเกตได้ง่าย เพราะมีสีขาว น้ำหนักเบา บางชนิดจะมีสีใกล้เคียงกับสแตนเลส (Stainless Steel) สามารถจะนำไปเชื่อมได้และจะต้องใช้น้ำประมาณ (Flux) ชนิดพิเศษ สำหรับการบัดกรี ก็สามารถทำได้เช่นเดียวกัน แต่ทั้งนี้จะต้องใช้น้ำประสานตะกั่วบัดกรี และความร้อนของหัวแร้งให้ถูกต้องมิฉะนั้นจะทำให้การบัดกรีไม่ได้ผล

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีผิวเป็นมัน และทนต่อการกัดกร่อนได้ดีในบรรยากาศปกติ ดังนั้น จึงเหมาะสำหรับใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องการความสงบ

อลูมิเนียมผสมหรืออลูมิเนียมอัลลอยด์

อลูมิเนียมผสมเป็นอลูมิเนียมที่มีส่วนผสมของสารชนิดอื่นๆ มีจุดหลอมเหลวระหว่าง 1000-1220 องศาฟาเรนไฮต์ ส่วนผสมที่ผสมลงไปทำให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปในเรื่องของความแข็งแรง ความทนทานต่อการรับน้ำหนัก สารที่นิยมผสมลงไปได้แก่ ซิลิกอน แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง มังกานีส อลูมิเนียมอัลลอยด์ เป็นต้น

การยึดประกอบของอลูมิเนียม

การยึดประกอบของอลูมิเนียม มีลักษณะที่พอจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท

1. การยึดแบบ KNOCK DOWN เป็นการยึดโดยอาศัย ตัวล็อคประกอบโดยใช้การยึดแบบนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่นำไปใช้ ผู้ออกแบบต้องมีความรู้ ความชำนาญในการออกแบบ อลูมิเนียมตัวอย่างการยึดแบบนี้จะเห็นได้ชัดในงานประกอบวงกบหน้าต่าง อลูมิเนียม ตามตัวอาคาร ร้านต่างๆ

2. การยึดแบบตัวต่อ ลักษณะการยึดแบบนี้แบ่งออกได้เป็น 2 อย่าง คือ

- ก. การใช้สกรู
- ข. การเชื่อม

คุณสมบัติโดยทั่วไปของอลูมิเนียม

1. เป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบา มีสีขาว ผิวมัน
2. โลหะผสมบางอย่างของอลูมิเนียมมีความแข็งแรง เช่น เหล็กเทนิยว ธรรมดา มีคุณสมบัติในการดัดโค้ง บิดงอได้เป็นอย่างดี
3. ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีต่างๆ เพราะ ไม่ทำปฏิกิริยากับกรดอินทรีย์ แต่จะทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วกับกรดอินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ในสถานะปกติไม่มีสีของเกลือและสารพิษปรากฏอยู่
5. อลูมิเนียมบริสุทธิ์เป็นสารละลายที่นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดี
6. เป็นโลหะที่ไม่มีประกายไฟและไม่เป็นสื่อแม่เหล็ก
7. สามารถทำเป็นรูปร่างได้ เช่น แผ่น เส้น ฟรอยด์ ฯลฯ โดยวิธีการหล่อ รีด ขึ้นรูป บัดดิง กลึงตอกแต่งได้ เนื่องจากความยืดตัวสูง
8. สามารถตกแต่งให้มีสีสรรต่างๆ ได้โดยการชุบ เคลือบผิวที่เรียกว่า AKODIZE เท่านั้น
9. รับน้ำหนักได้น้อย ทนต่อแรงกระแทกไม่ดี

สแตนเลส (STAINLESS STEEL)

Stainless steel เป็นโลหะเปลือยประเภท Ferrous metal ซึ่งมีส่วนประกอบด้วย เหล็ก โครเมียม นิกเกิล และธาตุอื่นๆ เล็กน้อย Stainless steel มีหลายชนิดสามารถที่จะเลือกใช้ให้เหมาะสมกับความต้องการได้ โดยปกติผิวของ Stainless steel จะมีสีคล้ายเงินและมีลักษณะเป็นมัน

คุณสมบัติทางกายภาพของ Stainless steel ก็เหมือนโลหะผสมชนิดอื่นๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่างๆ ที่ผสมลงในขณะที่ยังหลอมละลายอยู่ ซึ่งต้องระมัดระวังควบคุมอุณหภูมิและบรรยากาศของก๊าซต่างๆ ที่ผสมเข้าเป็น Stainless steel ได้แก่

นิกเกิล (NICKEL) จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนได้ดีและเพิ่มความยืดตัวในขณะดัดโค้ง ไม่ให้ฉีกขาดหรือแตกร้าวได้ง่าย

แมงกานีส (MANGANESE) ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียวและทนต่อแรงดึงได้สูง

โครเมียม (CHROMIUM) จะเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน 'ความแข็งแรง และสามารถทนต่อแรงดึงได้สูง

วานาเดียม (VANADIUM) จะเพิ่มความเหนียวให้กับ

โมลิบดีนัมและโคลัมเบียม (MOLYBDENUM AND COLUMBIUM) จะต้านทานการกัดกร่อน

ติตานิยม (TITANIUM) และ แมกนีเซียม (MAGNESIUM) จะทำให้มีน้ำหนักเบา

Stainless Steel มีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุๆ ที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมหลัก คือ เหล็ก (Fe) และโครเมียม (Cr) นิกเกิล (Ni)

Stainless Steel แบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 3 ประเภท ตามชนิดของโครงสร้างซึ่งได้แก่

1. Austenitic Stainless Steel จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียม 18 % และธาตุอื่นๆ ผสมอยู่ประมาณ 2-4 %

ประเภทนี้จะจัดอยู่ในหมู่ 300 และมีชื่อเรียกว่า Chrome Nickel ซึ่งมีความแข็งแรงสูงมาก แต่มีความเหนียวต่ำ และไม่มีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กอยู่เลย

2. Martensitic Stainless Steel จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 11.5 - 7 % และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอน (C) อีกไม่เกิน 1.2 % ประเภทนี้มีความแข็งแรงอยู่มาก แต่ก็มีความเปราะมากอีกเช่นเดียวกัน

3. Ferritic Stainless Steel ซึ่งจะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 17 - 27 % และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 0.2 % Stainless Steel ประเภทนี้มีคุณสมบัติอ่อนและเหนียวมาก

Stainless Steel เป็นโลหะที่มีราคาแพง แต่อายุการใช้งานยาวนานมาก ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี และเสียค่าบำรุงรักษาถูกอีกด้วยเมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่นๆ ดังนั้นในการทำงานควรเลือก Stainless Steel ให้เหมาะสมกับการทำงานด้วย

โลหะแผ่น (SHEET METAL)

โลหะแผ่น (SHEET METAL) ใช้ในงานช่างทั่วไปหมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว

โลหะแผ่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป ดังนั้น การทำงานแต่ละประเภทจำเป็นต้องศึกษาและเลือกใช้วัสดุหรือโลหะให้เหมาะสมกับคุณภาพของงาน และคุณสมบัติของโลหะด้วย จึงจะทำให้ผลของงานที่ได้เป็นที่น่าพอใจ และมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนมาก ได้แก่ เหล็ก ซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่นๆ มีขนาดความหนาหลายขนาดต่างๆ และยังมีการเคลือบผิวด้วยโลหะต่างๆ เช่นเคลือบผิวด้วย ตะกั่ว สังกะสี หรือ ดีบุก เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังมีการเอาโลหะผสมมาใช้อีกหลายชนิด เช่นทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะแผ่นโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

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

1. โลหะแผ่นเปลือย โดยมากจะเป็นประเภทที่ไม่ใช่เหล็ก (NON FERROUS METAL) เช่น แผ่นทองแดง แผ่นอลูมิเนียม เป็นต้น แต่ก็มีประเภทเหล็ก เช่น สแตนเลส เป็นต้นแต่ในที่นี้จะขอกล่าวรายละเอียดข้างต้นเฉพาะสแตนเลส และอลูมิเนียม เท่านั้น

2. โลหะแผ่นเคลือบผิว

1. เหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel)

ในสภาพบรรยากาศปกติ สังกะสีเป็นโลหะที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีมาก ดังนั้นจึงนิยมนำไปเคลือบแผ่นเหล็กเพื่อช่วยให้แผ่นเหล็กมีอายุใช้งานที่ยาวนาน ถ้าสังกะสีที่ใช้เคลือบผิวเหล็กก่อนหรือหลุดไป ก็จะทำให้เกิดสนิมขึ้นกับแผ่นเหล็กได้

การผลิตเหล็กอาบสังกะสี สามารถกระทำได้ 2 วิธีดังนี้คือ

1. โดยวิธีจุ่ม นำเอาแผ่นเหล็กอ่อนที่ได้จากการรีดเย็นไปล้างไขมันในถังกรด แล้วนำไปล้างน้ำสะอาด จากนั้นจึงนำไปจุ่มลงในถังสังกะสีที่กำลังหลอมละลาย สังกะสีก็จะเกาะติดผิวหน้าของแผ่นเหล็กแล้ว แล้วจึงนำไปรีดให้เรียบร้อยอีกครั้งหนึ่ง

2. โดยวิธีเคลือบผิวด้วยไฟฟ้าอาศัยหลักการเดียวกับการชุบโครเมียมด้วยไฟฟ้า สังกะสีชนิดนี้มีชื่อเรียกทางการค้าโดยเฉพาะว่า Zinscirk หรือ Paintgrip. เหล็กอาบสังกะสีที่ได้จากการเคลือบผิวด้วยไฟฟ้าผิวที่เคลือบจะติดแน่น เรียบสม่ำเสมอ มีลักษณะเป็นดอกสีเทาเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับงานที่ต้องการพื้นสี

เหล็กอาบสังกะสีที่ได้จากการเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า ผิวที่เคลือบจะตจิดแน่น เรียบสม่ำเสมอ มีลักษณะเป็นดอกสีเทา เหมาะอย่างยิ่งสำหรับงานที่ต้องการพื้นสี

เหล็กอาบสังกะสีสามารถสังเกตได้ง่าย จากลวดลายดอกที่ปรากฏบนผิวจะมีประกายแวววาวเห็นได้ชัด ลวดลายนี้เกิดจากการเย็นตัวของสังกะสีบนผิวเหล็ก

ความคงทนต่อการกัดกร่อนของเหล็กอาบสังกะสีจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของสังกะสีที่เกาะเคลือบผิวอยู่ถ้ามีคุณภาพดี จะสามารถดัดโค้งงอ และพับให้เกิดความแข็งแรงได้โดยที่สังกะสีไม่กระเทาะหรือร่อนออกจากผิวเปลือกเหล็กได้ง่าย และไม่เกิดการฉีกขาดเพื่อพับหลายครั้งขนาดมาตรฐานของโลหะแผ่น

โลหะแผ่นมีขนาดต่างๆ กัน ขนาดมาตรฐานของอเมริกา มีดังนี้คือ

30 - 96 นิ้ว, 36 - 96 นิ้ว

30 - 120 นิ้ว, 36 - 120 นิ้ว

ขนาดที่นิยมใช้กันมากคือ 36 - 96 นิ้ว

ในท้องตลาดเมืองไทยจะใช้กันมาเพียง 2 ขนาดคือ 36-96 นิ้ว และ 48-96 นิ้ว ซึ่งเรียกกันจนเคยชินว่า โลหะแผ่นขนาด 3-8 ฟุต และ 4-8 ตามลำดับ

ในกรณีที่ต้องการขนาดพิเศษสามารถจะสั่งทำจากโรงงานที่ผลิตได้ GAGE

(ORAUGE)

การกำหนดความหนาของ โลหะแผ่นกำหนดเป็นตัวเลข ทั้งนี้เพื่อความสะดวก ในการอ่านค่าความหนาของโลหะแผ่นได้อย่างละเอียดถูกต้อง ตัวเลขต่างๆ บนจะบอกความ หนาเป็นทศนิยม หรือเศษส่วนของนิ้ว

ที่ใช้เป็นมาตรฐานสำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่นมีอยู่ 2 ชนิด

1. United States Standard Gage

ใช้สำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่นที่เป็นเหล็ก เช่น เหล็กดัด เหล็กอาบ สังกะสี เป็นต้น

2. American Standard Wire Gage

ใช้สำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่นที่ไม่ใช่เหล็ก เช่น อลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง ดีบุก สแตนเลส ฯลฯ เป็นต้น

ความหนาของโลหะแผ่นที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 0.0070 นิ้ว (36 Gage) ถึง 1876 นิ้ว (7.Gede) ถ้า Number ที่แสดงความหนาของโลหะเพิ่มขึ้น ความหนาของแผ่น โลหะก็จะลดน้อยลง เช่น โลหะแผ่นเบอร์ 16 ก็จะมีความหนามากกว่าเบอร์ 22 เป็นต้น

Gage สำหรับวัดความหนาของแผ่นโลหะ จะเป็นแผ่นกลมทำด้วยเหล็กแข็งอย่างดี มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 3/4 นิ้ว และหนา 1/8 นิ้ว ด้านหน้าของ Gage จะบอกความหนาเป็น ตัวเลขจาก 0 - 36 เมื่อต้องการที่จะดูจำนวนความหนาเป็นทศนิยมก็ดูได้จากด้านหลังที่ตรงช่อง เดียวกับตัวเลขของ Gage ด้านหน้า เช่น

ความหนาของโลหะแผ่นเบอร์ 16 จะหนาเท่ากับ 0.0624 หรือประมาณ 1/16 นิ้ว

ความหนาของโลหะแผ่นเบอร์ 22 จะหนาเท่ากับ 0.0312 หรือประมาณ 1/32 นิ้ว

ความหนาของโลหะแผ่นเบอร์ 28 จะหนาเท่ากับ 0.0156 หรือประมาณ 1/20 นิ้ว

การใช้ Gage วัดความหนาของโลหะแผ่นที่ไม่เคลือบผิว การอ่านค่าความหนาจะ สามารถอ่านเป็นตัวเลขได้เลยโดยความหนาจะไม่ผิดพลาด แต่สำหรับโลหะที่มีการเคลือบผิวนั้นก็ จะต้องอ่านตัวเลขของ Gage ลดลงมา 1 Gage เสมอเช่น เมื่อวัดความหนาได้เท่าเบอร์ 42 ความหนาจริงจะเท่ากับ Gage เบอร์ 23 เป็นต้น

ในท้องตลาดเมืองไทย จะใช้กันมากเพียง 2 ขนาดคือ

-36 x 96 นิ้ว / 3 x 8 ฟุต

-48 x 96 นิ้ว / 4 x 8 ฟุต

ชนิดเหล็กแผ่น แบ่งตามความหนา เป็น 3 ชนิด คือ

1. เหล็กแผ่นหนา มีความหนาดั้งแต่ 3 มม.--ขึ้นไป

2. เหล็กแผ่นบาง ความหนาระบุ้น้อยกว่า 3 มม. ลงมา

3. เหล็กแผ่นแถบ เป็นแถบยาวทำเป็นม้วน (COIL)

ตารางที่ 36

แสดงขนาดมาตรฐาน (UNITED STATES STEEL)

ขนาด GAUGE	ความหนาที่นิยมเป็นนิ้ว	ความหนาเศษส่วนของนิ้ว
33	0.250	1/4
11	0.125	1/8
14	0.078125	5/64
15	0.070312	
16	0.0625	1/16
18	0.050	1/20
19	0.04375	
20	0.0375	
21	0.034375	
22	0.03125	1/32
23	0.028125	
24	0.025	1/40

ตารางที่ 37
แสดงการเปรียบเทียบการลดความหนาและเกณฑ์ความคาดเคลื่อน

เกณฑ์ความคาดเคลื่อน					
ความกว้าง	600-1219	1400-1524	1600-1829	200-220	2500-3000
ความหนา					
1.2	+−0.18	+−0.20	−	−	−
1.4	+−0.20	+−0.22	−	−	−
1.6 1.8	+−0.22	+−0.25	+−0.30	−	−
2.0 2.2	+−0.25	+−0.23	+−0.32	−	−
2.5 2.8	+−0.28	+−0.32	+−0.36	−	−
3.2 3.6	+−0.30	+−0.35	+−0.40	−	−
4.0 4.5	+−0.45	+−0.50	+−0.55	+−0.65	+−0.75
5.0 5.6	+−0.50	+−0.55	+−0.60	+−0.70	+−0.80
6.0 7.0	+−0.60	+−0.60	+−0.65	+−0.75	+−0.85
8.0 9.0					
10.0 11.0	+−0.60	+−0.60	+−0.70	+−0.80	+−0.90
12.0 14.0					
40.0 45.0	+−0.90	+−0.90	+−1.0	+−1.2	+−1.3
50.09.0					

หมายเหตุ ในกรณีที่ความหนาน้อยกว่า 1.2 มม. ให้ถือเกณฑ์ความหนา 1.2 มม.
เป็นเกณฑ์

การนำโลหะแผ่นเปลือยและโลหะแผ่นเคลือบผิว มาใช้งานจะแตกต่างกันมากการนำมาขึ้นรูปด้วยการเชื่อม ตะไบ ตัด ชัดผิว จะไม่มีผลเสียเกิดขึ้นกับโลหะแผ่นเปลือยแต่สำหรับแผ่นเคลือบผิวต้องไม่ควรให้ผิวหน้าที่เคลือบไว้ ได้รับการขีดขีด เพราะจะทำให้สูญเสียคุณสมบัติในด้านการคงทนต่อการกัดกร่อน

เหล็กแท่งหรือเหล็กโครงสร้าง มีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันไปตามมาตรฐานซึ่งได้จากการรีด เหล็กแท่งอีกประเภทหนึ่งได้จากการอัดเหล็ก โดยแท่งเหล็กที่ถูกรีดมาก่อนจะถูกดึงผ่านรูของเครื่องอัดเหล็ก จะทำให้เนื้อเหล็กอัดตัวแน่น และมีผิวเรียกว่าเหล็กอัดผิวเรียบ

ท่อเหล็ก ได้จากการรีด ตัดเหล็กแผ่นให้เป็นรูปท่อน และเชื่อมให้ติดกัน แล้วผ่านการรีดอีกครั้ง ให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ ท่อที่ไม่มีรอยต่อ สำหรับใช้งานที่มีความหนาสูง เช่น ท่อรถจักรยานยนต์ จะได้การรีด การอัด หรืออัดเหล็กที่มีการผสมพิเศษ สำหรับท่อน้ำเราใช้ท่อที่ทำจากการเชื่อมได้ เพราะต้องการแรงต้านทานด้วยความดันเล็กน้อย

คุณสมบัติโดยทั่วไปของเหล็กมีดังนี้

1. มีความแข็งแรงต่อการรับแรงกระแทกสูง และทนต่อการรับแรงดึงได้ดี
2. สามารถเป็นแม่เหล็กได้
3. นำไฟฟ้าและนำความร้อนได้
4. ทำปฏิกิริยาได้ดีกับออกซิเจนในอากาศ ทำให้เป็นสนิมง่าย
5. สามารถทำเป็นรูปได้โดยการหล่อ รีด อัด คึง ขึ้นรูป
6. สามารถตกแต่งผิวได้หลายวิธี ทั้งพ่นสี ชุบสี เคลือบด้วยโลหะ ฯลฯ
7. จุดหลอมเหลวสูง
8. ไม่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีต่างๆ
9. ราคาถูกกว่าโลหะอื่นๆ เมื่อเทียบคุณสมบัติ

การตกแต่งผิว

เนื่องจากเหล็กแผ่นโดยปกติแล้วจะเป็นสนิมง่าย และไม่ทนต่อการกัดกร่อนในสภาพอากาศปกติดังนั้นจึงจำเป็นต้องป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดการเสียหายต่อแผ่นเหล็กประกอบกับเพื่อความสวยงาม กรรมวิธีที่ใช้ในอุตสาหกรรมทั่วไป ได้แก่

การตกแต่งผิว : โลหะแผ่น

1. การชุบด้วยไฟฟ้า
2. การพ่นหรือทาสี
3. การเคลือบด้วยความร้อน ซึ่งแปรเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อบเคลือบด้วยเสียง
- อบเคลือบด้วยไฟฟ้า

4. การชุบพลาสติก

วัตถุประสงค์ของการเลือกเคลือบผิวเพื่อป้องกันมิให้เกิดการกัดกร่อน ซึ่งจะทำให้โลหะนั้นมีอายุการใช้งานได้นานขึ้น

ดังนั้นการใช้งานโลหะแผ่นเคลือบกับโลหะแผ่นเปลือยจึงต่างกันมากการนำโลหะแผ่นเปลือยไปใช้งานอื่นๆ เช่น นำไปเชื่อม ชัดผิว ตะใบ หรือกระบวนการอื่นๆ ที่ต้องเสียผิวหน้าของงานก็จะไม่ทำให้เกิดผลเสียหายในการกัดกร่อนแต่อย่างใดแต่สำหรับโลหะเคลือบแล้วผิวหน้าของงานไม่ควรได้รับอันตรายใดๆ เลย เพราะผิวหน้าของโลหะเสียหายโลหะที่ผสมเคลือบผิวหลุดออกไป จะเป็นเหตุให้โลหะนั้นสูญเสียคุณสมบัติในด้านการคงทนต่อการกัดกร่อนได้ง่ายขึ้น

ไฟเบอร์กลาส

คือพลาสติกที่ได้รับการปรับปรุงโดยใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติดีมาเสริมกำลังซึ่งคือใยแก้ว (GLASS FIBER) จึงมีลักษณะนุ่ม อ่อนเหนียว ทนผุกร่อนดี ทนความร้อนสูงเป็นฉนวนไฟฟ้าและทนสารเคมีส่วนพลาสติกที่นำมาใช้ต้องมีความแข็งแรงมาก ซึ่งถ้าไม่เสริมกำลังแล้วจะเปราะ ดังนั้นจึงใช้พลาสติกประเภทนี้ผสมตัวทำปฏิกิริยาแล้วจะเกิดปฏิกิริยาเรียก POLYMERISATION มีความร้อนเกิดขึ้นสูง 200 องศาเซลเซียส เมื่อแข็งตัวแล้วจะไม่คืนรูปอีก

ไฟเบอร์กลาส เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้กันความร้อน กันเสียงสะท้อน ป้องกันไฟรั่ว ทนความร้อนได้ถึง 450 องศาฟาเรนไฮต์ (230 องศาเซลเซียส)

1. ลักษณะภายนอก

เป็นวัสดุที่มีลักษณะโดยทั่วไปแล้วเหมือนพลาสติกธรรมดา แต่มีความแข็งแรงมากกว่าหลายเท่า และสามารถทำให้มีรูปร่างตามต้องการได้

ไฟเบอร์กลาสโดยปกติแล้วทำขึ้นจากเทอร์โมเซตติงพลาสติก ซึ่งที่ใช้กันมีอยู่

3 ชนิด คือ

ก. POLYESTER	นิยมใช้กันมาก ราคาถูก แบ่งได้เป็น
- ORTHOTHALIC	ใช้ในงานทั่วไป
- ISO PHTHALIC	ใช้ในงานที่ต้องการให้คงทนต่อสภาพอากาศ
- BISPH ENAL	ใช้ในงานที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี

- ข. EPOXY RESIN มีราคาค่อนข้างแพง แต่ให้ความแข็งแรงสูง
- ค. PHENOLIC RESIN ไม่ค่อยนิยมใช้มากนัก

2. คุณสมบัติเฉพาะ

ฉนวนใยแก้วกันไฟเร็ว น้ำหนักเบาแข็งแรง สะดวกในการใช้ และการติดตั้ง ราคาไม่แพงนัก เป็นฉนวนไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง มีความคงทนถาวรไม่เปื่อยยุ่ย ป้องกันสัตว์จำพวกหนูกัด เพราะไม่มีกลิ่น

3. ความต้านทานอุณหภูมิ

ทนความร้อนได้สูงถึง 450 องศาฟาเรนไฮต์ (232 องศาเซลเซียส) ถ้าหากความร้อนสูงกว่านี้ก็ได้ FEBERCLASS-CROWN WHITE WOOL ป้องกันเสียงสะท้อน ลดความดังของเสียงได้ 0.60 สำหรับ 25 มม. ถ้าเป็นแบบ CROWN ทำได้มากกว่า 200/20000 Q.P.S. ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง

คือใยแก้วที่ได้มาจากแก้วชนิดพิเศษที่เมื่อหลอมละลายแล้ว สามารถดึงออกมาเป็นเส้นใยที่ให้ความสามารถในการรับแรงดึง (TENSION STRENGTH) ได้เมื่อนำมาประสานเข้ากับสารสังเคราะห์พลาสติกชนิดพิเศษ (POLYESTER RESIN) หรือ (EPOXY RESIN) ก็จะได้วัสดุที่มีความแข็งแรงสูงมีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่ไม่เหมือนสิ่งใดเรียกโดยย่อว่า F.R.P. (FIBERGLASS REINFORCED PLASTIC)

ก. ทนทานต่อการผุกร่อนต่อฤทธิ์สารเคมี และบรรยากาศได้ดีกว่าวัสดุแทบทุกชนิด นอกจากโลหะสังเคราะห์สำหรับกิจการเฉพาะกิจที่ราคาแพงบางชนิดเท่านั้น

ข. แข็งแรงในอัตราส่วนของ น.น. วัสดุที่เท่ากัน ช่วยให้ประหยัดค่าขนส่งและค่าติดตั้ง

ค. ราคาถูกกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโลหะ โดยเฉพาะกับโลหะที่กันสนิมได้

ง. สามารถทำการผลิตหรือผลิตประกอบขึ้นส่วนในที่ก่อสร้างได้ในกรณีที่เกิดจากโรงงานมีปัญหาในด้านการขนส่งและติดตั้ง

จ. สามารถประดิษฐ์ชิ้นงานที่มีรูปแบบซับซ้อนได้ง่ายกว่า ทำให้ไม่มีขีดจำกัดในการออกแบบ

ฉ. การซ่อมแซมหรือบำรุงรักษาทำได้ง่ายและเสียค่าใช้จ่ายน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุอื่น ทั้งยังไม่ต้องการเคลือบสีเพื่อป้องกันผิวที่ต้องทากันบ่อยๆ เช่นงานโลหะทั่วไป

ช. โดยธรรมชาติของ F.R.P. ถ้าไม่ผสมสีจะโปร่งแสงสามารถมองเห็นทะลุผ่านเห็นระดับของที่บรรจุอยู่ภายในได้ ทำให้ง่ายต่อการตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์นั้น

โดยไม่ต้องพึ่งเครื่องมืออื่นๆ

ณ. ในกรณีที่ต้องการ F.R.P. สามารถทำเป็นชนิดยืดหยุ่นได้ สำหรับการใช้งานของโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิดที่มีการสั่นสะเทือนหรือการยืดหดนับพลัน เนื่องจากอุณหภูมิ

ญ. เนื่องจากคุณสมบัติด้านการเป็นลื่อนำไฟฟ้า และลื่อนำความร้อนได้ เปรียบโลหะทุกชนิดจึงสามารถให้ค่าความปลอดภัยสูงกว่าสำหรับการนำไปใช้งานกรณีพิเศษบางชนิด

ฐ. มีคุณสมบัติในการกับความร้อนได้ดีกว่า ทำให้ประหยัดค่าฉนวนกันความร้อนได้หรือลดค่าไฟฟ้าสำหรับการระบายความร้อนได้

ท. มีมาตรฐานการระบุใช้ และการควบคุมที่แน่นอนของประเทศอุตสาหกรรมชั้นนำ สามารถอ้างอิงได้ทุกประเทศ ให้ความมั่นใจแก่วิศวกรผู้คำนวณออกแบบ

ฒ. สามารถ ใช้เคลือบผิวในกรณีที่ ไม่เหมาะสมที่จะประดิษฐ์ขึ้น งานนั้นทั้งตัวด้วย เอฟ.อาร์.พี. ได้ทั้งงานคอนกรีตหรืองานโลหะ แต่คุณสมบัติเด่นของ เอฟ.อาร์.พี. ในด้านการต้านทานฤทธิ์เคมีและอุณหภูมิจะลดลงตามส่วน

4. คุณสมบัติทางกายภาพของไฟเบอร์กลาส

ทนต่อการกัดกร่อนและ ไม่เป็นสนิม

มีความแข็งแรงกว่า โลหะ เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างน้ำหนักที่เท่ากัน มีน้ำหนักเบา

สามารถทำรูปทรงได้ตามต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งรูป

ง่ายต่อการซ่อมแซม

เป็นฉนวนไฟฟ้า

เป็นฉนวนกันความร้อน แต่ไม่คงทนต่อความร้อนมีอุณหภูมิสูง

ทำสีสรรได้หลายสี

2.12.3. ยาง (RUBBER)

ยางเป็นวัสดุที่สำคัญ เพราะยืดหยุ่นได้ดีมาก ใช้ทำบ่อยางรถยนต์ ยางเครื่องบิน สายพาน รองเท้า ตลอดจนกระทั่งยางหนังสติ๊ก

ยางแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. ยางธรรมชาติ

2. ยางเทียม

2.12.3.1. ยางธรรมชาติ น้ำยางที่ได้จากต้นยางพารา ซึ่งต้นยางนี้มีถิ่นกำเนิดในประเทศบราซิล ซึ่งเป็นพืชเมืองร้อน มีฝนตกชุกและความชื้นสูง โตเร็วและไม่ต้องบำรุงรักษามาก ยางพารามีปลูกมากใน ซิลอน ไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย ประเทศไทยผลิตยางธรรมชาติได้เป็นอันดับที่ 3 ของโลก

แต่เรานำมาใช้ในประเทศในด้านอุตสาหกรรมน้อย คือราว 4% เท่านั้น ส่วนใหญ่แล้วเราจะส่งยางแผ่นไปขายต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น อเมริกา และจีนแดง ได้เงินปีละประมาณหมื่นล้านบาท ปัจจุบันไทยเราปลูกยางพารามีเนื้อที่ประมาณ 10 ล้านไร่ ส่วนใหญ่ปลูกในจังหวัดภาคใต้ และภาคตะวันออก เช่น จันทบุรี ตราด และระยอง

ต้นยางต้องมีอายุประมาณ 6 ปีถึง 7 ปี จึงจะกรีดยางได้และกรีดยาวเรื่อยไปจนถึงอายุประมาณ 30 ปี

น้ำยางที่กรีดยได้จากต้นยางจะมีประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ที่เป็นเนื้อยาง นอกนั้นจะเป็นน้ำน้ำยางจะไหลลงไปในถ้วยดินเผาที่รองอยู่ด้านใต้ และคนงานก็จะเดินเก็บน้ำยางไปเทรวมกันพอปริมาณได้มากพอก็ทำการแยกเนื้อยางออกจากน้ำยาง ซึ่งจะทำให้เนื้อยางนั้นตกตะกอนลงโดยการเติมกรดน้ำส้ม (อาเซติก) เมื่อเติมกรดน้ำส้มลงไปแล้วจะทำให้ น้ำยางนั้นข้นเหนียวจับกันเป็นก้อน ต่อจากนั้นก็นำไปรีดให้เป็นแผ่นบางๆ เพื่อไล่น้ำออกให้หมด แล้วนำไปเข้าห้องรมควันอบด้วยความร้อน 40-50 องศาเซลเซียส จะได้แผ่นยางสีน้ำตาล เรียกว่า "ยางรมควัน" แล้วส่งไปขายต่างประเทศ หรือขายแก่โรงงานผลิตภัณฑ์ยาง เช่น โรงงานผลิตยางรถยนต์หรือโรงงานผลิตรองเท้า เป็นต้น

แต่ยางดิบที่ได้ ยังนำไปใช้งานไม่ได้ จะต้องนำไปบดผสมกำมะถันแล้วอบด้วยความร้อนประมาณ 130-150 องศาเซลเซียส ซึ่งวิธีนี้เราเรียกว่า "วัลคาไนเซชัน" (Vulcanization) ซึ่งผู้คิดวิธีนี้ขึ้นมา คือ นายชาร์ล กูดเยียร์ ซึ่งเป็นผู้ก่อตั้งบริษัทผลิตยางกูดเยียร์ ขึ้นใช้ในปัจจุบันนี้ การลิกหรือ และเหนียวขึ้น ใช้ในการทำยางรถยนต์ และผลิตภัณฑ์ยางสีดำทั้งหลาย

ส่วนยางสีขาวจะผสมคาร์บอนไม่ได้-ยางสีขาวจะต้องผสมกรดซิลิสิก อลูมิเนียม ซิลิเกต ผงแม่สีขาว และกำมะถัน เช่น ลังกะสีออกไซด์ หรือแบเรียมซัลเฟต และมีการเสริมเหล็กหรือเชือกเข้าไปในเนื้อยาง เพื่อให้แข็งแรง

ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีหลายชนิด ได้แก่ ยางแข็ง ยางพองน้ำ เป็นต้น

ยางแข็ง

เป็นยางที่ผสมกำมะถันจำนวนมากประมาณ 30-50 เปอร์เซ็นต์ ยางชนิดนี้กลึงได้สะดวก เพราะมีความแข็ง ขณะกลึงเนื้อยางจะไม่พยายามหนีดเหมือนยางธรรมดา งานที่ใช้ยางแข็ง ได้แก่ กล้องเบตเตอรียรถยนต์ วัสดุประสานสำหรับหินเจียรใน

บางชนิด และเคลือบผิวเหล็กที่ต้องใช้กับงานกรดที่มีฤทธิ์กัดมาก ๆ เป็นต้น

ยางพองน้ำ

เป็นยางที่ผ่านกรรมวิธีอบร้อน แต่ก่อนที่จะอบร้อนจะต้องทำเป็นฟองยางเสียก่อน เช่น เติมสารเคมีที่ทำให้เกิดฟองลงไป หรือด้วยการกวนให้เกิดฟอง และอบด้วยความร้อนก็จะเป็นยางพองน้ำใช้ทำหมอน เบาะสปริงที่รับแรงกระแทกในลักษณะตำแหน่งต่างๆ กัน ทำเป็นเส้นเพื่อรับน้ำหนักตามประตูลอยน้

ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากยางธรรมชาติที่พบเห็นมากที่สุด ได้แก่ ยางรถยนต์ รองเท้า ท่อยาง ยางขอบตู้เย็น ที่นอนยางพองน้ำ สายพาน กาว และใช้ฉาบด้านหลังพรมปูพื้น

ยางธรรมชาติเหมาะกับการที่ทนต่อแรงกระแทก มีความยืดหยุ่นสูง ทนกรดต่าง และ เป็นฉนวนไฟฟ้า แต่ไม่เหมาะกับการที่ต้องตากแดด และไม่เหมาะสมกับงานที่ร้อน จะทำให้ยางแข็ง แตก แข็ง และกรอบ

2.12.3.2. ยางเทียม ยางเทียมเป็นพลาสติกชนิดยืดหยุ่นได้ คือ เป็นยางทำเทียมธรรมชาติ ในสงครามโลกครั้งที่สอง ปริมาณยางพาราขาดไปจากตลาดโลก เพราะเขตที่ทำการปลูกยางพาราได้ถูกญี่ปุ่นยึดครอง ทั้งอเมริกา และเยอรมัน ไม่สามารถขนยางพาราไปจากเอเชียอาคเนย์ได้ทัน นักวิทยาศาสตร์ทั้งสองประเทศจึงพยายามที่จะคิดค้นสร้างโมเลกุลใหม่ ๆ โดยอาศัยปฏิกิริยาเคมีชนิดที่ผสมสารพลาสติกให้ได้สารใหม่ที่มีลักษณะโมเลกุลใกล้เคียงกับยางธรรมชาติมากที่สุดผลการค้นคว้าทดลองได้เป็นที่น่าพอใจ เพราะได้ค้นพบวิธีทำยางเทียมหลายชนิด

ข้อสังเกตเกี่ยวกับยางเทียมที่นักเรียนควรทราบก็คือ ยางเทียมมีความยืดตัวหรือความยืดหยุ่นสู้ยางธรรมชาติไม่ได้เลย แต่ยางเทียมมีคุณสมบัติทางเคมีในด้านอื่นๆ ดีกว่ายางธรรมชาติ เช่น ยางธรรมชาติใช้น้ำมันแร่ไม่ได้ แต่ยางเทียมใช้ได้ดี

ยาง (Buna) ยางชนิดนี้จะมี 2 เกรด คือ

1. Buna S
2. Buna N

ยาง (Buna S)

ดีกว่ายางธรรมชาติ คือ เก็บได้นานและเนื้อเหนียว แก๊ซซึมผ่านได้ยาก แต่สู้ยางธรรมชาติไม่ได้ เพราะเนื้อไม่เหนียวเท่าที่ควร คือฉีกขาดได้ง่ายกว่า มักใช้ผสมกับยางธรรมชาติไม่ได้ ทั้งนี้เพื่อให้ได้คุณสมบัติที่ประนีประนอมกัน

ยาง (Buna N)

มีข้อดี คือ ทนต่อน้ำมันแร่ สารละลาย และสารเคมีต่างๆ แต่เนื้อไม่เหนียวเท่ายางธรรมชาติ คือ ฉีกขาดได้ง่ายกว่า ยาง Buna N ใช้ทำถึงน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบิน

ชนิดอุดรูยิงได้เอง ใช้ทำท่อสายยางในเครื่องบิน สายท่อน้ำมันเบนซิน สายท่อน้ำมันแร่ และสายเคเบิลที่ต้องทนน้ำแร่ และทนต่อการสึกหรอ

ยาง Butyl Rubber ยางชนิดนี้มีเนื้อแน่น แก๊สซึมผ่านได้ยากที่สุดดีกว่ายางธรรมชาติประมาณ 10 เท่า ส่วนคุณสมบัติอื่นๆ ใกล้เคียงกับยางธรรมชาติมาก

ยางชนิดนี้เหมาะสำหรับทำยางในรถยนต์ ยางล้อเครื่องบิน เพราะเก็บลมได้นาน และทนต่อแรงฉีกขาดได้ดีมากที่สุด

ตารางที่ 38

แสดงคุณสมบัติและประโยชน์ของยาง

ชนิด	คุณสมบัติ	ประโยชน์
ยางธรรมชาติ	- ทนต่อการสึกหรอ - เหนียว - ทนแรงกระแทก - มีความยืดหยุ่นสูง - เป็นฉนวนไฟฟ้า	- ทำยางรถยนต์ รองเท้า - ยางแข็ง ยางพองน้ำ - กาว สายพาน - พื้นรองยาง - ประเก็นยาง ฯลฯ
ยางเทียม	- เก็บได้นาน - แก๊สซึมผ่านได้ยาก - ทนต่อน้ำมันแร่, สารละลาย - สารเคมีอื่นๆ - ทนความร้อน	- ทำถังน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินชนิดอุดรูยิงได้เอง - ทำท่อสายยางในเครื่องบิน - ทำสายเคเบิล - ยางล้อเครื่องบิน

การผลิตยาง

มีวิธีปฏิบัติกับยางดิบที่ได้จากต้นยางอยู่ 2 วิธี วิธีแรกเป็นวิธีเก่า ได้แก่ การให้ยางรวมตัวแยกออกจากยางดิบโดยใช้กรด หรือ ความร้อน กรดที่ใช้ปกติเป็นสารละลายของ กรดอะซีติก แล้วจากนั้นให้ผ่านกระบวนการทำยาง วิธีที่สองซึ่งเป็นวิธีใหม่ประกอบด้วย การผสมวัสดุที่จะไปรวมตัวกับยางดิบอย่างถูกต้อง และตกตะกอนเป็นสารประกอบของยาง ซึ่งจะนำไปหล่อให้เป็นรูปร่างที่ต้องการได้โดยตรง ยางดิบที่บริสุทธิ์จะเหนียวในอากาศร้อน และเปราะในอากาศหนาวมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับพลาสติก ความร้อนไม่คืนตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เว้นแต่จะมีการทำให้เป็นยางไม่คืนตัว (Vulcanization) เสียก่อน

การทำยางให้เป็นยางไม่คืนตัวแล้วนั้น ได้แก่ การใช้ซัลเฟอร์ผสมกับยางดิบ อาจกระทำได้โดยการให้ความร้อนแก่ยางดิบ โดยมีส่วนผสมของซัลเฟอร์ประมาณ 1-58 อุณหภูมิ 135-160 องศา (275-320) หรือโดยการปฏิบัติยางดิบเย็นด้วยสารละลายซัลเฟอร์คลอไรด์ ยางไม่คืนตัวมีความยืดหยุ่น มีการนำไฟฟ้า และความร้อนต่ำ มีความต้านทานสูงต่อการขัดสี การกระทำของน้ำต่าง และกรดเข้มข้นจะทำลายยาง ยางละลายได้ในเบนซีน (Benzene) น้ำมันเบนซีน (Petrol) อีเทอร์ปิโตรเลียม คาร์บอนไดซัลไฟด์ และน้ำมันสน ยางธรรมชาติ มีตัวเติมเป็นคาร์บอนดำ (Carbon black) ซึ่งเป็นคาร์บอนละเอียดที่ผลิตจากการเผาไฮโดรคาร์บอน ปกติได้จากการเผาน้ำมันแร่ภายใต้ภาวะการสันดาปไม่สมบูรณ์ ยางธรรมชาติที่มีคาร์บอนดำ และได้รับการทำให้ไม่คืนตัวใช้ในการผลิตยางรถยนต์ ซึ่งมีความแข็งแรงถึงสูงถึง 5,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว (350 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร) และมีส่วนยืดได้ถึง 7 เท่า ก่อนการแตก

ยางแข็งผลิตขึ้นด้วยการเติมซัลเฟอร์ให้แก่ยางดิบประมาณ 30 % ณ อุณหภูมิสูงขึ้นและเพิ่มเวลาในการทำให้ไม่คืนตัว ยางแข็งอาจหล่อได้ ณ อุณหภูมิประมาณ 170 (338) ภายใต้ความดัน 1,500 ปอนด์/ตารางนิ้ว (106 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร) ความแข็งแรงดึงของยางอาจมีถึง 10,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว (700 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร) และมีส่วนยืดก่อนการแตกแยกประมาณ 10% การใช้ยาง

ยางพารา นอกจากใช้เป็นยางรถยนต์แล้ว ยังมีการใช้สำหรับบุถัง และอ่างเก็บน้ำ ใช้เป็นส่วนกันกระแทกตามท่าเรือ และขอบเรือ ใช้เป็นผิวพื้นแต่ง วัสดุฉนวน ความร้อน และเสียงเป็นตัวยึดกลืนแรงสะเทือน และฉนวนไฟฟ้า เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้ยางพาราผสมกับน้ำมันดิบ เพื่อเกิดความยืดเหนียว ใช้สำหรับเป็นผิวของถนน หรือผิวสนามกีฬา หรือผิวลานบิน

ยางสังเคราะห์ ซึ่งผลิตขึ้นได้เมื่อไม่นานมานี้ผลิตจากการโพลิเมอร์ของไฮโดรคาร์บอน ตัวอย่างสังเคราะห์อย่างหนึ่งมีชื่อว่าเนโอพรีน (Neoprene) ผลิตจากก๊าซอะเซทิลีน (Acetylene gas) เป็นยางที่มีความทนทานต่อกรด ไช น้ำมันก๊าซและน้ำมันเบนซีน เหมาะสำหรับเครื่องสูบน้ำมันเบนซีน ท่อฉีดน้ำ ฯลฯ นอกจากนี้มียางสังเคราะห์อีกอย่างหนึ่งที่ผลิตจากน้ำมันเบนซีนใช้ในการทำยางรถยนต์ มีความต้านทานความร้อน น้ำมันเบนซีน ไช และน้ำมัน และมีความต้านทานการสึกหรอได้ดีกว่ายางธรรมชาติ

2.13. กรรมวิธีการผลิต

2.13.1. กรรมวิธีการผลิตอุตสาหกรรม

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์จำนวนมากๆ โดยที่ผลิตภัณฑ์เหมือนกันในอุตสาหกรรมนั้น ได้อาศัยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ และระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ คำว่า Manufacture หมายถึงการทำด้วยมือซึ่งมาจากรากศัพท์ภาษาละตินคือ manu หมายถึงมือ และ facto หมายถึงการทำแต่ในปัจจุบันนี้มีผลิตภัณฑ์ที่ใช้ภายในบ้านเพียงเล็กน้อยที่ยังคงทำด้วยมือ

ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเป็นจำนวนมากต้องการวิธีการเหมือนกัน ซึ่งต้องอาศัย mold die jig และ fixture เป็นตัวช่วยการผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ที่จะมาประกอบกันขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ หรือเรียกว่า กระบวนการผลิต mold คือแม่แบบที่ทำให้วัสดุได้มีรูปร่างตามที่ต้องการ ส่วน die คือลักษณะที่เป็นอุปกรณ์สองชิ้นโดยที่วัสดุถูกอัดลงไปในรูปร่างส่วน jig เป็นตัวจับยึดชิ้นงานเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิต ชิ้นงานจะมีลักษณะเหมือนกัน กัน เช่น การตัดโค้ง การเจาะ และการเชื่อม เป็นต้น fixture คือที่จับชิ้นส่วนต่างๆ ระหว่างการประกอบชิ้นงาน

การผลิตปริมาณมากในอุตสาหกรรม ท่านสามารถทดลองเกี่ยวกับการผลิตปริมาณมากในอุตสาหกรรมหนึ่งๆ ได้ไม่ว่าจะใช้มือหรือเครื่องจักรก็สามารถจะออกแบบเพื่อใช้ในการผลิตได้หลายประเภท แต่อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมที่ท่านจะทำการทดลองนั้นจะต้องมีลักษณะทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอนดังนี้

1. การวางแผนโครงการ การเตรียมพร้อมสำหรับกรรมวิธีการผลิตจะต้องใช้เวลาอย่างมากว่าตอนที่ผลิตภัณฑ์นั้นขึ้นมา จะต้องมีการศึกษาโดยนักออกแบบวิศวกรและนักวางแผนให้พร้อมที่จะผลิต
2. การออกแบบผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์จะต้องได้รับการออกแบบที่ดีและสามารถผลิตได้
3. การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์จะถูกวิเคราะห์กระบวนการที่จะผลิต การเลือกวัสดุสำหรับชิ้นส่วนและการตกแต่ง
4. การวางแผนการผลิต กระบวนการผลิตจะต้องมีการกำหนดจากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้าย ต้องมีเครื่องจักรแบบพิมพ์และอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ
5. การจัดทำเครื่องมือ ซึ่งถูกสร้างขึ้นมาให้เหมาะแก่การใช้งาน เครื่องจักรจะต้องจัดวางเป็นลำดับตามขั้นตอนการผลิต

¹ ดนัต รัตนทัศน์. ขบวนการออกแบบศิลปอุตสาหกรรม. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง : เอกสารการพิมพ์, พ.ศ. 2524

6. การวิเคราะห์กำลังคน ต้องมีการศึกษากำหนดความรับผิดชอบของคนและ
เนื้องานในหน้าที่ของคนงาน

7. การทดลองงาน เมื่อทุกสิ่งทุกอย่างพร้อมแล้ว จะมีการลองงานเพื่อ
ตรวจสอบความถูกต้อง

8. การผลิตขณะที่มีการเตรียมงานซึ่งอาจใช้เวลาหลายอาทิตย์ แต่พอผลิต
จริงๆ แล้วอาจใช้เวลาเพียง 2 ถึง 3 วัน ก็สามารถผลิตเสร็จ

2.13.2. ประเภทของกรรมวิธีการผลิต แยกออกได้ 5 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. กรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ

การถลุงสินแร่ ได้โลหะและอโลหะ

การหล่อ

การทำงานขณะวัสดุขึ้นงานร้อนและการทำงานขณะวัสดุขึ้นงานเย็น

การขึ้นรูปด้วยวัสดุผง

แบบพลาสติก

2. กรรมวิธีการใช้เครื่องจักรผลิตชิ้นส่วน ให้ได้ขนาดตามต้องการ

กรรมวิธีการแบ่งรูปแบบมีเศษ

กรรมวิธีการแปรรูปแบบไม่มีเศษ

3. กรรมวิธีการตกแต่งผิววัสดุขึ้นงานให้เรียบ

การขัดบดเป่าส่วนที่ไม่ต้องการออกให้เรียบ

การขัดเงาขัดมัน

การชุบเคลือบผิว

4. กรรมวิธีการประกอบชิ้นงาน การต่อหรือประสานงานเข้าด้วยกัน

5. กรรมวิธีเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ

2.13.3. กรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ

ผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรมเกี่ยวกับโลหะ ส่วนมากจะมีต้นกำเนิดสืบเนื่องจากการหล่อหลอมหรือการถลุงสินแร่ แล้วเทลงในแบบโลหะหรือแกรไฟต์ที่มีขนาดและรูปร่างตามต้องการ ซึ่งเราเรียกว่าโลหะแท่ง (Ingot) เพื่อที่จะนำไปแปรรูปในขั้นตอนต่อไป กรรมวิธีการผลิตขั้นต้นที่เปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุมีดังนี้

การหล่อ (Casting) หมายถึง การนำวัสดุมาหล่อหลอมให้เป็นของเหลวโดยใช้ความร้อนแล้วเทลงในแบบหรือใช้วิธีการอัด เพื่อจะได้ชิ้นงานตามแบบที่ต้องการ

การตี (Forging) หมายถึง การนำวัสดุมาแปรรูปร่างให้ได้ตามต้องแบบที่ต้องการโดยการตี เช่น ช่างตีเหล็ก ตีเหล็กจากเส้นกลมให้แบน หรือการให้ความร้อนแก่วัสดุอยู่ในสภาวะที่ละลายแล้วมาตีอัดให้เป็นเนื้อเดียวกัน

การอัดขึ้นรูป (Extruding) หมายถึง กรรมวิธีการอัดโลหะซึ่งอยู่ในสภาพที่ละลายให้ไหลผ่านแบบแม่พิมพ์ซึ่งจะทำให้ได้ชิ้นงานที่มีรูปร่างหน้าตัดเหมือนกันตลอด (Uniform Cross-Section) หลักการคล้ายๆ กับการบีบยาสีฟันออกจากหลอดนั่นเอง

การม้วน (Rolling) หมายถึง กรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานโดยวิธีการม้วน เช่นการม้วนโลหะแผ่นเป็นรูปทรงกระบอก ทรงกรวย เป็นต้น

การดึงขึ้นรูป (Drawing) หมายถึง กรรมวิธีการดึงวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ยืดออกจากเดิมในลักษณะความยาวเพิ่มขึ้นแต่ขนาดชิ้นงานจะเล็กลง เช่น การผลิตลวด เป็นต้น

การอัดขึ้นรูปแบบแม่พิมพ์ (Squeezing) หมายถึงการอัดขึ้นรูปแบบแม่พิมพ์ทรายโดยใช้แรงกระแทกทรายให้ได้รูปร่างและขนาดตามแบบ เช่น การทำแบบแม่พิมพ์ทราย เป็นต้น

การบด (Crushing) หมายถึง กรรมวิธีการทำผิวชิ้นงานให้เรียบโดยวิธีการบด เช่น การบดหน้าวาล์วไอทีโอเสีย เป็นต้น การบดนี้จะประกอบด้วยแรงกดและแรงหมุน

การเจาะอัดขึ้นรูป (Piercing) หมายถึง กรรมวิธีผลิตท่อไม่มีตะเข็บแห่งเหล็กถูกใส่เข้าไประหว่างลูกกลิ้งสองลูก ซึ่งเป็นรูปกรวยหมุนอยู่ในทิศทางเดียวกัน ขณะลูกกลิ้งหมุนอยู่จะมีแกนเจาะสำหรับเจาะชิ้นงานเพื่อให้เกิดรู เช่น การผลิตท่อ เป็นต้น

การตีหรือการอัด (Swaging) หมายถึงการแปรรูปชิ้นงาน โดยการตีหรืออัด กระแทก เพื่อให้ได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์ เช่น การผลิตสลัก หมุดย้ำ เป็นต้น

การดัด (Bending) หมายถึง กรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานโดยวิธีการดัด อาจจะดัดชิ้นงานที่อยู่ในสภาพพร้อมหรือเย็น ความยากง่ายในการดัดขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ ขนาดความหนาและรัศมี เช่น การดัดเหล็กฉาก ด้วย เป็นต้น

การตัด (Shearing) หมายถึง กรรมวิธีการตัดเนื้องานวัสดุขึ้นงานเพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ เช่น การตัดโลหะแผ่น เป็นต้น

การหมุนขึ้นรูป (Spinning) หมายถึงกรรมวิธีการหมุนขึ้นรูป งานที่จะทำต้องเป็นโลหะแผ่นและต้องผ่านการขึ้นรูปมาก่อน เช่น รูปถ้วยแต่ปากของถ้วยไม่ได้งอเราสามารถนำมาทำการ Spinning ให้ปากถ้วยโค้งงอได้ โดยใช้เครื่อง Spinning Machine

การดึงขึ้นรูป (Stretch forming) หมายถึงการดันหรืออัดวัสดุขึ้นงานเพื่อให้ได้ขึ้นงานตามขนาดและรูปร่างตามแบบแม่พิมพ์ เช่น การผลิตลอนสังกะสีมุงหลังคา เป็นต้น

การรีดขึ้นรูป (Roll forming) หมายถึงการรีดขึ้นรูปวัสดุขึ้นงานเพื่อให้ได้ขนาดและรูปร่างตามแบบโดยใช้ลูกกลิ้ง เช่น การผลิตท่อแป๊บ เป็นต้น

การตัดด้วยหัวตัดแก๊ส (Torch cutting) หมายถึงการตัดวัสดุขึ้นงานเพื่อให้ได้รูปร่างและขนาดตามที่ต้องการ โดยการตัดด้วยหัวตัดแก๊ส เช่น การตัดเหล็กแผ่นหนาด้วยแก๊ส อะเซทิลีน

การใช้พลังงานอัดขึ้นรูป (Explosive forming) หมายถึงการขึ้นรูปวัสดุขึ้นงานให้ได้ขนาดและรูปร่างตามแบบที่ต้องการโดยการใช้พลังงานของน้ำหรือแก๊สอัดขึ้นรูป เช่น การผลิตปลอกกระสุนปืน เป็นต้น

การใช้กระแสไฟฟ้าและไฮดรอลิกขึ้นรูป (Electrohydraulic forming) หมายถึงการกัดโลหะโดยวิธีการใช้กระแสไฟฟ้าเป็นตัวอาร์คพร้อมกับมีตัวไฮดรอลิกเป็นตัวอัดแบบเข้ากับขึ้นงาน เพื่อให้เกิดรูปร่างและขนาดที่ต้องการ

การใช้อำนาจแม่เหล็กขึ้นรูป (Magnetic forming) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างวัสดุขึ้นงานให้ได้ตามแบบที่ต้องการโดยใช้อำนาจแม่เหล็ก

การเคลือบผิวขึ้นงานโดยใช้กระแสไฟฟ้า (Electroforming) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงผิวขึ้นงานโดยใช้กระแสไฟฟ้า ความหนาของผิวขึ้นงานจะเพิ่มขึ้นและสามารถควบคุมขนาดความหนาได้ เช่น การชุบโครเมียม ทองแดง นิกเกิล เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขึ้นรูปโดยใช้ผงโลหะ (Powder metal forming) หมายถึง การใช้ผงโลหะมาเทลงในแบบแม่พิมพ์แล้วใช้แรงอัดสูงเพื่อให้ผงโลหะเกิดความร้อนหลอมละลายติดกัน ซึ่งจะได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์

แบบแม่พิมพ์พลาสติก (Plastic molding) หมายถึงกรรมวิธีที่ใช้ความร้อนและแรงกดหรืออัดขึ้นรูปวัสดุขึ้นงานเพื่อให้ได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์

การผลิตชิ้นต้นวัสดุจะถูกนำมาแปรรูปเป็นลักษณะต่างๆ ให้มีขนาดและรูปร่างเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ทางด้านการค้า กรรมวิธีการขึ้นนี้เป็นการเตรียมวัสดุขึ้นงานเพื่อผลิตในขั้นต่อไปเป็นส่วนใหญ่ เช่น การหล่อ การรีด เหล็กเส้น การดัด เป็นต้น ซึ่งผลผลิตที่ได้จะไม่นำไปใช้งานโดยตรง โดยมากจะต้องผ่านกรรมวิธีขึ้นต่อไปอีกแล้วจึงจะนำไปใช้งานจริง ดังนั้นกรรมวิธีการบางอย่างจึงไม่ต้องคำนึงถึงขนาดและความเรียบร้อยของผิวชิ้นงานมากนัก

2.13.4. กรรมวิธีการประกอบชิ้นงาน การต่อหรือประสานวัสดุชิ้นงานเข้าด้วยกัน ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการประกอบเข้าด้วยกันตั้งแต่สองชิ้นหรือมากกว่า โดยปกติการยึดติดกันนั้นสามารถใช้กรรมวิธีการต่างๆ ได้ดังนี้

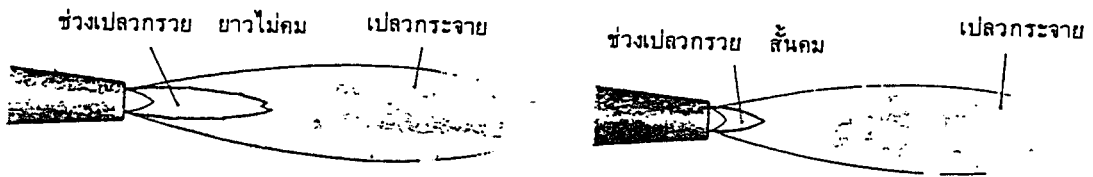
การเชื่อม (Welding) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกัน โดยการให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานจนหลอมละลายติดกัน หรือ เติมลวดเชื่อม นอกจากนี้อาจให้แรงอัดเข้าช่วยกันก็ได้

การบัดกรีอ่อน (Soldering) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกันโดยให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานที่ต่ำกว่า 700 องศาฟาเรนไฮต์และวัสดุที่เติมจะมีจุดหลอมต่ำกว่าวัสดุชิ้นงาน เช่นการบัดกรีตะกั่วการบัดกรีเงิน เป็นต้น

การบัดกรีแข็ง (Brazing) เป็นกรรมวิธีต่อชิ้นงาน ให้ติดกันเพื่อให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานสูงกว่า 800 องศาฟาเรนไฮต์ แต่ไม่ถึงกับวัสดุชิ้นงานนั้นหลอมละลายแล้วเติมลวดเชื่อมลงไป วัสดุที่เติมลวดเชื่อมลงไป วัสดุที่เติมลงไปนั้นจะไหลเข้าไปในช่องของรอยต่อเพื่อยึดชิ้นงานให้ติดกัน บางครั้งเราเรียกระบบนี้ว่า การเป่าแผ่น

ภาพที่ 62

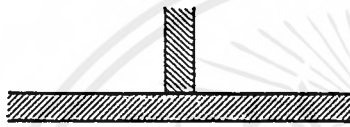
แสดงการต่อชิ้นงานก่อนทำการเชื่อม



ใช้สำหรับบัดกรีแข็ง



ต่อชน ร่องตัว V ข้างเดียว

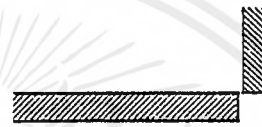


ต่อฉาก

ใช้สำหรับเชื่อมส่วนประสม CuZn



ต่อเกย



ต่อมุม

รูปที่ 5.54 รอยต่อแนวเชื่อม



ต่อชนแบบพับขอบ

ความหนา : ถึง 1,5 มม



ต่อชนแบบขอบชนาน

ถึง 4 มม



รูปตัว V

ถึง 20 มม



ร่องตัว V 2 ข้าง

ความหนา : ถึง 30 มม



เชื่อมพอก



พอกมุม

การใช้แรงอัดผง (Sintering) เป็นกรรมวิธีการยึดติดกันโดยทำให้วัสดุเป็นผงก่อนแล้วนำมาอัดยึดติดกัน อาจใช้ความร้อนหรือไม่ใช้ก็ได้ หากใช้ความร้อนอุณหภูมิจะต้องต่ำกว่าจุดหลอมของวัสดุนั้นๆ

การอัดยัด (Pressing) เป็นกรรมวิธีการอัดชิ้นงานให้ยึดติดกัน เช่น งานอัดสวมเพลานกนเป็นต้น การอัดนี้สามารถอัดให้ติดกันอย่างถาวร หรืออัดแล้วสามารถถอดออกจากกันได้

การย้ำทุด (Riveting) เป็นกรรมวิธีการทำให้วัสดุชิ้นงานยึดติดกันโดยวิธีการย้ำทุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สลักเกลียวยึด (Screw Fastening) เป็นกรรมวิธีการยึดหรือต่อวัสดุชิ้นงานให้ติดกันโดยใช้กาวย เช่น กาวยสังเคราะห์ที่ใช้ภายในและภายนอก กรรมวิธีการประกอบสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามหลักการทางกลพื้นฐาน คือ

1. การยึดเหนี่ยว (Adhesion) การประกอบชิ้นส่วนที่ประเภทของวัสดุชิ้นต่างกัน เช่น การใช้กาวยหรือการบัดกรี เป็นต้น
2. การประสมชิ้นส่วนยึดติดกัน (Cohesion or Assembly) เป็นการประกอบชิ้นส่วนที่ยึดติดกันอย่างแน่นหนา ซึ่งชิ้นส่วนจะหลอมละลายยึดติดกัน เช่น การเชื่อม เป็นต้น
3. การยึดเหนี่ยวทางกล (Mechanical Fasteners) เป็นการประกอบชิ้นส่วนที่ยึดชิ้นส่วนติดกัน โดยที่ชิ้นงานนั้นอาจจะทำจากวัสดุประเภทเดียวกันหรือต่างกันได้ เช่น การย้ำหมุด การใช้สลักเกลียว เป็นต้น

2.14. จิตวิทยาสีกับการออกแบบ

โดยทั่วไปแล้วการออกแบบผลิตภัณฑ์ใดๆ ก็ตามจะมองข้ามในเรื่องนี้ไม่ได้เป็นอันขาด เพราะเป็นสิ่งที่จำเป็นมากต่อผลการออกแบบ ความรู้สึกของผู้พบเห็นความสวยงาม นอกจากนั้นยังสามารถเตือนผู้ใช้ให้ระวังในส่วนที่จะเป็นอันตรายได้อีกด้วย

MUNSEL สามารถแบ่งสีเป็น 2 ประเภท คือสีร้อนและสีเย็น

สีร้อน คือสีที่ตุดความรู้สึก (ADVANCING COLOUR) มีความรู้สึกสะดุดตา เมื่อมองไกลเป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะดุดตา เมื่อมอง ไกลเป็นสีที่ให้ความกระชุ่มกระชวย

สีเย็น คือสีไม่ตุดความรู้สึก ไม่สะดุดตา ให้ความรู้สึกสบายตามองได้นานๆ โดยไม่ระคายเคือง

การเลือกสีกับผลิตภัณฑ์ นอกจากต้องการความสวยงาม สียังมีอิทธิพลในการทำ ให้เกิดความรู้สึกทางด้านอื่น ซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อยู่มาก

2.14.1. อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

ต่อไปนี้เป็นลักษณะของสีเกี่ยวกับความรู้สึก โดยแบ่งสีออกเป็นสกุลใหญ่ๆ คือ สีสด จดอยู่ในพวกสีร้อน ไม่เพียงแต่ให้ความรู้สึกตื่นเต้น เร้าใจในทาง โบราณ ถือว่าเป็นสีที่เกี่ยวข้องกับอันตราย เป็นสีต้องห้าม การระมัดระวังการใช้พวกสกุลสี แดงสำหรับผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อย อาจทำให้ผลิตภัณฑ์เด่นขึ้นมาได้ แต่ถ้าใช้มากเกินไปก็ ใช้สีสดก็จะมีผลทางจิตวิทยาได้เช่นกัน

สีส้ม เป็นสีสดในมองเห็นได้ไกล แสดงความรู้สึกเตือนภัยอยู่ตลอดเวลาเมื่อใช้ กับผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดความรู้สึกสะอาด ดูเบาขึ้น

สีเหลือง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะ คือสามารถเป็นได้ทั้งสีร้อน และสีเย็น แต่ ขึ้นอยู่กับความเข้มและความแรงของสี สีเหลืองโดยทั่วไปทำให้เกิดความรู้สึกสดชื่นร่าเริง สด ใส สีเหลืองอ่อนทำให้เกิดความรู้สึกสะอาดมีความสว่าง แต่ถ้ามีความเข้มของสีมากทำให้เกิด หงุดหงิดได้ สีเหลืองที่ค่อนข้างเข้ม จะคล้ายของเล่นทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ และ คล้าย

สีเหลืองนวล (BUTTER YELLOW) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูสว่างขึ้น

สีเหลืองขาว ช่วยในด้านความเย็น แต่อย่างไรก็ตาม สีเหลืองทำให้ดูสำหรับ ว่าสกปรกง่าย แต่ถ้าเบรคสีเล็กน้อยก็จะทำให้ช่วยได้บ้างแต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ด้วย

สีม่วง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะ เช่นกัน โดยทั่วไปให้ความรู้สึกเศร้า ทำให้ ว่าง บางครั้งอาจแสดงว่าเป็นสีแห่งความเศร้า ลึกลับ แต่สีม่วงก็ยังมีลักษณะของความงาม ทำให้ คุ้มค่าได้ด้วย เช่นสีม่วงอ่อน

สีน้ำเงิน จัดอยู่ในพวกสีเย็น สีน้ำเงินเข้มทำให้ความรู้สึกสดสงบลึกซึ้ง ทำให้เกิด สมาธิเป็นสีที่บอกถึงความสุภาพ ความหนักแน่น สีน้ำเงินอ่อนเช่นสีน้ำทะเล หรือฟ้า จะมีความ สดใส ถ้าอมเขียวเล็กน้อยสามารถให้ความรู้สึกตื่นเต้นได้

สีเขียว ให้ความรู้สึกสดชื่นกระชุ่มกระชวย ใช้พักสายตาได้ สีเขียวใบไม้หรือ เขียวเข้ม ใช้ได้ในการเน้นส่วนพื้นหรือฐาน แสดงกับความสงบเยือกเย็นได้

สีน้ำตาล จัดอยู่ในพวกสีอุ่น เป็นสีที่ให้ความรู้สึกแห้งแล้ง ไม่ให้ความหนักแน่นถ้าใช้ โดยๆ จะทำให้เกิดความรู้สึกสลดหดหู่ใจ

สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐาน เคร่งขรึม สุภาพเรียบร้อย สามารถลดความลดความ ลึกของสีขาวและความลึกของสีดำ สามารถใช้เป็นสื่อกลางได้กับทุกสี เพราะสามารถทำให้ เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอื่นดูสบายตา

สีด้า โดยปกติสีด้าเป็นสีที่ให้ความรู้สึกหดหู่ ลึกลับ แต่ให้ความรู้สึกหนักแน่นมั่นคง การใช้สีด้าสลับสีขาว ในพื้นที่ร่วมกับสีอื่น จะทำให้เกิดความกระปรี้กระเปร่ามีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีด้าผลิตภัณฑ์ที่จะแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและไม่สกปรกง่าย

สีขาว ให้ความรู้สึกสะอาดบริสุทธิ์ ถ้าใช้โดยเดี่ยวจะให้ความรู้สึกเย็น สามารถใช้เป็นสีของฐานหรือส่วนที่อยู่ต่ำกว่า เพื่อเน้นให้เด่นชัดขึ้น

สีที่กล่าวๆ แล้วนี้เป็นสีทางด้านความงามที่เราตกแต่งลงบนผิววัสดุแต่ยังมีสีที่ควรรู้นั้น คือสีของวัสดุต่างๆ ที่ให้ความรู้สึกของมันออกมา เช่นสีของอลูมิเนียม จะออกเป็นสีเทาเงิน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะของตัวเอง อันได้แก่ความอ่อนนุ่ม ความเรียบเบา และไม่เปื้อนอันตราย ฯลฯ

2.14.2. อิทธิพลของสีมีต่อผลิตภัณฑ์

ทางด้านขนาด

สีอ่อน (LIGHT VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูใหญ่ขึ้น

สีเข้ม (DARK VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูเล็กลง

ทางด้านน้ำหนัก

สีอ่อนหรือสีร้อน (WARM VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา

สีเข้มหรือเย็น (COOL VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก

ทางด้านน้ำหนัก

สีร้อน ทำให้เกิดความรู้สึกว่าแข็งแรงมาก

สีเย็น ทำให้มีความรู้สึกที่แข็งแรงกว่า

ทางด้านความสะอาด

สีขาวเป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะอาดที่สุด

สีอ่อน หรือสีงาช้าง (LOOKY) สีเหลือง

สีฟ้าอ่อน (PLALC BLUE) และสีเขียวอ่อน

ทำให้ความรู้สึกนุ่มนวล สะอาด ถูกลักษณะ

เทคนิคการใช้สี

สีจะช่วยให้ทัศนวิสัยที่แจ่มชัดใสดุที่สุด เมื่อนำมาใช้ดังนี้
 สีอ่อนตัดกับสีแก่
 สีสดใสดตัดกับสีสดใส
 สีอ่อนตัดกับสีสดใส
 สีอ่อนตัดกับสีเย็น

2.14.3. สีทำให้เกิดระยะใกล้ ไกล

ความปกติสีอื่นซึ่งได้แก่ สีเหลืองจะทำให้เกิดความรู้สึกคล้ายกับว่าเข้ามาอยู่ใกล้ตัวผู้ดู ในทางกลับกันเมื่อใช้สีเย็นคือ สีน้ำเงินเขียว และสีม่วงจะทำให้ซึ่งก็เป็นสีแดงเท่านั้น แต่ถ้านำมาเปรียบเทียบกันจะเห็นว่าแตกต่างกัน

การทดลองของนักจิตวิทยาได้แสดงว่าสมองไม่สามารถให้ความทรงจำในเรื่องของสีได้แน่นอน แต่ความจำจะบันทึกไว้ให้รู้ความนึกคิดเข้าใจที่สามารถแยกความถี่ของสีได้ สีวัตถุภายใต้แสงสี

ดังกล่าวนี้อาจได้ว่า สีของวัตถุเกิดจากการสะท้อนกลับของแสงคลื่นความถี่ต่าง ๆ กันแต่ถ้าวัตถุนั้นอยู่ภายใต้แสงที่มีความถี่เฉพาะ คือ ในช่วงใดช่วงหนึ่ง เช่น แสงสีแดง เป็นต้น สีของวัตถุนั้นก็จะเปลี่ยนไปจากความเป็นจริง เมื่อวัตถุนั้นอยู่ภายใต้แสงสว่างที่มีช่วงคลื่นครบทุกขนาดของความถี่ วัตถุอันหนึ่งภายใต้แสงอาทิตย์อาจปรากฏเป็นสีน้ำเงิน แต่ภายใต้แสงสีเขียวจะปรากฏเป็นสีเทาแก่ หรือภายใต้แสงสีเหลืองจะปรากฏเป็นสีเขียวขี้ม้า ดังนั้น เราจึงต้องทราบถึงอิทธิพลของการผสมสีของแสงอีกด้วย ภายใต้แสงไฟฟ้าที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น (แสงเทียนก็ทำให้สีของวัตถุเปลี่ยนไป ทั้งนี้เพราะหลอดไฟฟ้าก๊าซชนิดแสงแต่ละชนิด เช่น หลอดนีออน หลอดทังสเตน หลอดฟลูออโรไลเซน หลอดโซเดียม ต่างก็เปล่งแสงสว่างในความถี่ไม่เท่ากันขอบเขตและความไวในการรับสีของประสาทตา

การมองเห็นสีของมนุษย์ภายใต้แสงสว่างที่ปกตินั้น ความรู้สึกไวต่อการรับสีต่าง ๆ นั้นจะไม่เท่ากันทุกสีแม้จะมองวัตถุจนถึงเส้นขอบนอกของวัตถุชัดเจนก็ตาม แต่การมองเห็นสีบางสีจะแปรเปลี่ยนไปจากความเป็นจริง เพราะสีบางสีสามารถจดจำได้ดีในมุมมองที่กว้างมากกว่าสีอื่น ๆ

การวิเคราะห์จิตวิทยาของสี

ในการออกแบบนั้นเรื่องสีเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกอันหนึ่ง โดยสีจะให้ความรู้สึกในการมองเห็นที่แตกต่างกันไป

อิทธิพลของสีที่นำมาวิเคราะห์

- ให้ความรู้สึกในเรื่องขนาด
- ผลเกี่ยวกับความรู้สึกเรื่องน้ำหนัก

สีของแสง

สีของแสง มีความสำคัญมากในการมองของตา⁽¹⁾มันจะทำให้เกิดความชัดเจนหรือทลอลวง ทำให้เกิดอารมณ์ต่างๆ ความเครียดหรือผ่อนคลายและความรู้สึก

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ELECTROMAGNETIC) ช่วงหนึ่งที่ประสาทตาของมนุษย์รับรู้ ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงนี้อยู่ในความถี่ระหว่าง 3,8000-7,500 (อังสตรอมยูนิค) ในช่วงความถี่นี้ประสาทตาจะแปรสัญญาณออกเป็นความรู้ สีที่เราเรียกว่า "สี" ที่แตกต่างกันและรวมกันเป็นสีขาวความถี่คลื่นที่อยู่ต่ำลงไปมนุษย์มองไม่เห็น คือ (ULTRA VIOLET-RAY) และความถี่คลื่นที่อยู่สูงขึ้นไป คือ (INFRARED-RAY) ซึ่งตามองไม่เห็นเช่นกัน มีข้อสังเกตว่าความถี่ของคลื่นแม่เหล็กนี้ นอกจากมนุษย์จะมองเห็นได้ช่วงหนึ่งแล้วมนุษย์ก็ยังสามารถรู้สึกได้ทางผิวหนังอีก ความรู้สึกร้อนจะเป็นคลื่นความถี่สูงและความรู้สึกเย็นจะเป็นคลื่นความถี่ต่ำ

ความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับตา

แสงกับตามีความสัมพันธ์กัน ถ้าขาดแสงเราจะมองไม่เห็นวัตถุ "ดวงตามนุษย์มีความไวต่อคลื่นแสงในความต่างๆ กัน "ตาไวสูงสุดต่อคลื่นแสงขนาดคลื่นประมาณ 5,500 อังสตรอมยูนิค ซึ่งได้แก่สีเหลือง การที่เรามองเห็นวัตถุได้เกิดจากสีที่แสงพุ่งไปกระทบวัตถุแล้วสะท้อนสู่ตาของเราส่วนการมองเห็นสีของวัตถุเกิดจากวัตถุอันหนึ่งมีคุณสมบัติดูดซึมได้ จึงไม่มีการสะท้อนกลับเราจึงมองไม่เห็นคลื่นของสีนั้นเราจะเห็นเฉพาะคลื่นสีที่วัตถุนั้นสามารถดูดซึมได้และสะท้อนกลับมา ถ้าวัตถุดูดซึมคลื่นได้หมดทุกความถี่ของวัตถุนั้นเราจะมองเห็นเป็นสีดำ หรือที่เราเรียกว่า "สีดำ" ซึ่งความจริงสีดำคือ สีที่ไม่มีคลื่นแสงสะท้อนกลับให้เห็นนั่นเองความจำกัอิทธิพลของสี (COLOR MEMORY)

ประสาทตาของมนุษย์ไม่สามารถจะเปรียบเทียบได้ จากความทรงจำอาจจะทำให้ได้บางครั้ง แต่จะเป็นด้วยความบังเอิญและทำไม่ได้เสมอไป สีจะมี (VARIATIONS) ที่แตกต่างกัน เช่น สีแดง ยังมีแตกต่างกันถึง 7,056 สี (ที่ตาสามารถแยกความแตกต่างได้)

(1) ดนตรี รัตนทัศนีย์ หน้า 5

สมาคมความปลอดภัยแห่งชาติ กำหนดหรือใช้สีแทนสัญลักษณ์หรือความหมายเป็น
หลักสากลดังนี้

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

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เป็นอันตรายหรือ น่าอันตราย เพื่อให้ระวังสำหรับการขนส่ง
ฝ่ายบริการด้านการพาณิชย์กำหนดให้สัญลักษณ์บนป้ายแสดงไว้ด้วย

ตัวหนังสือ	สีแดงบนพื้นขาว	คือ	สารพิษ วัตถุระเบิด วัตถุเป็นพิษ แก๊สน้ำตา
ตัวหนังสือ	สีดำบนพื้นเขียว	คือ	แก๊สมีความดัน
ตัวหนังสือ	สีดำบนพื้นแดง	คือ	สารไวไฟ หรืออุปกรณ์เกี่ยวกับไฟ
ตัวหนังสือ	สีดำบนพื้นเหลือง	คือ	วัตถุไวไฟ หรือวัตถุที่ทำปฏิกิริยากับไฟ
ตัวหนังสือ	สีดำบนพื้นขาว	คือ	สารเป็นกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14.4 สิที่ให้กับโรงงาน (PREFERENCE BY INDUSTRIE)

โดยปกติโรงงานที่มีสิที่ใช้เฉพาะสะดวกแก่การสั่งซื้อผลิตภัณฑ์บางอย่าง จะใช้สิที่เหมือนกัน เช่น

เฟอร์นิเจอร์สำนักงาน	สีเทาแกมเขียว
เครื่องมือเครื่องจักร	สีเทาแกมน้ำเงิน
เครื่องมือตัดชิ้นเนื้อ	สีขาว
เครื่องพิมพ์ดีด	สีดำหรือเทา
เครื่องอัดสำเนา	สีดำหรือเทา
เครื่องโรเนียว	สีดำหรือเทา

เมื่อใช้สิที่ดูสะอาดตาแล้ว ผู้ใช้ของนั้นก็พยายามทำให้สะอาดตามไปด้วย การเลือกใช้สีบางครั้งต้องพิจารณาถึงภาวะทางเศรษฐกิจด้วยตัวอย่าง เช่น สมัยเมื่อเศรษฐกิจตกต่ำรถยนต์ส่วนมากจะใช้สีดำและสีเทา ครึ่งเศรษฐกิจค่อยฟื้นตัวขึ้นจึงใช้สีฉูดฉาดกันใหม่ ลักษณะของสีกับการใช้งาน

สีจะช่วยให้ทัศนวิสัยแจ่มใสที่สุด เมื่อนำมาใช้ในงานดังนี้
 สีอ่อนตัดกับสีแก่ (ค่าแปรเปลี่ยนของสี)
 สีสดใสบวกกับสีสดใส
 สีอ่อนตัดกับสีสดใส
 สีอ่อนตัดกับสีเย็น

สีติดกันเองอยู่แล้วตามปกติ เช่น

สีดำนบนพื้นเหลือง
 สีเหลืองบนพื้นดำ
 สีแดงบนพื้นขาว
 สีเหลืองบนพื้นน้ำเงิน
 สีส้มบนพื้นน้ำตาล
 สีชมพูบนพื้นดำ

สีสามารถทำให้เห็นว่า เข้ามาใกล้หรือห่างออกไปได้ ตามปกติสีอุ่น-ซึ่งได้แก่ สีเหลือง สีเหลืองนั้นดูแล้วคล้ายกับว่าเข้ามาอยู่ใกล้กับตัวผู้ดู ในเมื่อสีเย็น คือ สีน้ำเงิน น้ำเงินเทา และม่วง ดูแล้วถอยห่างจากผู้ดูออกไป

สิที่เมื่อเราใช้ในเนื้อที่มากมาย แล้วไม่น่าดูนั้น ถ้าใช้แต่เพียงเล็กน้อยอาจจะทำให้น่าสนใจขึ้น และอาจเสริมความน่าดูให้แก่สีอื่นได้

การใช้สีเข้มตัดกับสีอ่อนจัดทำให้เห็นเด่นและมีชีวิตชีวาว่าใช้สีที่มีค่าของความเข้ม หรืออาจให้ใกล้เคียงกันมาก

สีที่มีความสดใสพอๆ กัน เมื่อใช้ด้วยกันจะช่วยดึงดูดความสนใจได้เร็ว มักใช้ในการออกแบบป้ายหรือภาพโฆษณา

หลักในเรื่องความเด่นของสีมีอยู่ว่า ควรจะต้องมีสีชนิดหนึ่งปรากฏเด่นออกมา มากกว่า เพื่อจะเป็นสีอ่อนหรือสีเย็นก็แล้วแต่การใช้สีที่ไม่เด่นอย่างหนึ่งก็คือ แต่ละสีที่ใช้ปริมาณเท่ากันไปหมด ถ้าให้ปริมาณหรือเนื้อที่ของสีเปลี่ยนไป สีที่กินที่มากย่อมเด่นกว่า นอกจานี้ยังขึ้นอยู่กับค่าเปลี่ยนแปลงความสดใสของสีอีกด้วย

เทคนิคการใช้สี (COLOR TECHNLOUE) ปัญหาเกี่ยวกับเทคนิคการใช้สี มีดังนี้

1. สีกับรูปร่าง (COLOR IN RELATION TOFORM)
2. LUDYIJB; (COLOR AND TEXTURE)
3. สีกับวัสดุ (COLOR AND MATERIAL)
4. เครื่องมือในการทดสอบสี (COLOR AND MECHABICAL)
5. การกำหนดสี (COLOR SPECIFICATION)

2.14.5. (COLOR AND RELATION FORM)

สีกับรูปร่างมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด สีชนิดเดียวกัน ใช้กับของที่มีรูปร่างต่างๆ กัน จะแตกต่างกัน แท่งกลมหรือทรงกลมจะมีสีเข้ม เพราะสามารถสะท้อนแสงได้ดี ทำให้จุดที่สะท้อนกับจุดที่อยู่ข้างหลังตัดกันอย่างแรง จึงทำให้สีที่อยู่ตอนหลังเข้มกว่า

สีและผิว (COLOR AND TEXTURE)

ผลิตภัณฑ์ที่มีผิวขรุขระหรือผลิตภัณฑ์ที่มีจุดหรือรูปพื้นผิว หากไม่ต้องการให้เทินง่ายให้ใช้สีด้านหรือสีอ่อน พวกเครื่องจักรหรือส่วนที่มีการต้องการให้เคลื่อนไหวไม่ควรให้สีมันเพราะจะทำให้ระคายคายตาทำงานไม่สะดวก

การพยายามใช้วัสดุบางอย่างลอกเลียนให้เหมือนของบางอย่าง เช่น พลาสติก ทำให้ได้เป็นลายไม้ ควรหลีกเลี่ยงจะใช้วัสดุตามความเป็นจริง

สีกับวัสดุ (COLOR AND MATERIAL)

วัสดุที่เกี่ยวข้องกับสีมี 5 ประเภทคือ

1. สีต่างๆ แลคเกอร์และเคลือบ (Plants lacquers and enameals) มีหลายสี
2. โลหะ (material colors) พวกชุบโครเมียม นิกเกิล อลูมิเนียม มีแตกต่างกัน
3. พลาสติก (Plastics) มีสีต่างๆ มากมาย
4. เครื่องเคลือบดินเผา (vitreous enamel) หรือเรียก

porcelamerxmel มีหลายสีควบคุมให้เหมือนจริง ได้ไม่ยากนัก
ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

5. แก้ว (gldss) ทำได้หลายสี

การเปรียบเทียบการสะท้อนแสงของสีต่างๆ

แสงสว่างเป็นสิ่งจำเป็นมาก ซึ่งแสงธรรมชาติจะช่วยให้การส่องสว่าง 20 %
ของพื้นที่ห้อง แต่ก็ต้องอาศัยแสงประดิษฐ์ด้วย ดังนั้นห้องจึงไม่ควรกว้างเกิน 2 เท่า
ของความสูงจึงจะรับแสงสว่างได้เพียงพอ และผนังภายในควรวีสีเย็นตสจะช่วยให้ห้อง
สว่างยิ่งขึ้น

- สีแก่ - เข้า ดูดแสงสว่างทำให้ห้องอบอุ่นมาก
- สีอ่อน - เบา จะสะท้อนแสงสว่าง

ตารางที่ 39
แสดงการสะท้อนของแสงและสีต่างๆ

สี	สะท้อนแสงได้ร้อยละ	สี	สะท้อนแสงได้ร้อยละ
ขาว	80-90	ฟ้า	35.50
งาช้าง	70-80	เขียวอ่อน	25-50
ครีม	65-75	เขียวแก่	15-25
ชมพูอมม่วง	60-65	เขียวหยก	41.0
ชมพู	40-70	น้ำเงินแก่	10-20
เนื้อ	56.0	น้ำเงินอ่อน	45.5
เหลือง	65.0	น้ำตาล	8-12
เหลืองอมน้ำตาล	55-65	แดง	15.25
เทา	35-50	แดงเข้ม	7.0
เทาอ่อน	53-60	ดำ	2-5

2.14.6. ข้อแนะนำในการใช้สี

1. การใช้สีคล้อยไปกับสิ่งแวดล้อม ผู้ใช้สีต้องคิดว่าสีที่ใช้นั้นกลมกลืน (HARMONY) หรือแตกต่าง (CONTRAST) กับสิ่งแวดล้อม เช่น ภูมิประเทศ ดินฟ้าอากาศ อาคารบ้านเรือนข้างเคียง เป็นต้น ถ้าใช้สีเหมือนธรรมชาติมากเกินไปทำให้มองเห็นเด่นออกมา และถ้าหากให้สีแตกต่างกับสีของธรรมชาติมากเกินไปทำให้เกิดความไม่น่าดูไปได้ ตัวอย่างเช่น อาคารที่อยู่ในชนบทควรใช้สีเป็นสีที่คล้ายเช่น ใช้สีส้มหม่นๆ เป็นต้น

2. การใช้สีให้คล้อยไปตามโครงสร้าง คือ แยกออกเป็นส่วนหนึ่งที่รับน้ำหนัก เช่น เสา ตง คาน เป็นต้น ส่วนที่ไม่ได้รับน้ำหนัก เช่น ฝา เพดาน ประตู หน้าต่าง สีที่ใช้จะช่วยพยุงความรู้สึกในน้ำหนักของสีได้ และยังช่วยถ่วงน้ำหนักของสีได้ ช่วยถ่วงน้ำหนักของอาคารได้ อยู่ในดุลยภาพที่ดีด้วย การใช้สีไล่น้ำหนักของอาคารจากอ่อนไปหาแก่ ทำให้เกิดการลงตาเป็นขั้นบันไดหรือเว้าลง ถ้าใช้สีสว่างบนหนักส่วนล่างเบา จะทำให้รู้สึกอาคารเบาลอยอยู่ เป็นต้น

3. การใช้สีให้คล้อยตามวัสดุก่อสร้างเช่น สิ่งก่อสร้างทำด้วยอิฐควรให้ความรู้สึกเป็นอิฐ ถ้าเป็นวัสดุอื่น เช่น ไม้ กระamik โลหะต่างๆ ก็ไม่ควรจะปิดบังอำพรางความเป็นตัวของมันเองเสียจนน่าเกลียด เช่น ทาอิฐด้วยสีฟ้า ให้ความรู้สึกธรรมชาติของวัสดุขาดความรู้สึกอบอุ่นปลอดภัย สีที่มีอยู่ตามธรรมชาติจะเป็นสีที่ซึ่งใช้ได้มากๆ โดยไม่มีผลเสีย เพราะสีของมันจะถูกเบรกลอยอยู่ในตัว

4. ควรใช้สีตามประโยชน์ใช้สอย การใช้สีที่ดี จะเป็นบอกลักษณะประโยชน์ใช้สอยของมันเสร็จ เช่น สีที่ทาโรงเรียน บ้านพักอาศัย สถานที่ราชการ เป็นต้น หลักของการใช้สี สีที่เป็นบ้านพักอาศัยไม่ควรเป็น (SHADE) นูตฉาด ควรให้มีสีอ่อนหรือสีที่ถูกเบรกลอยบ้าง เพราะสีที่ฉูดฉาด ตรงกันข้ามกับสีของโรงมหรสพ ซึ่งเป็นที่ๆ เราต้องการความเปลี่ยนแปลงเพื่อสนุกตื่นเต้นเพียงชั่วคราวยิ่งจะสามารถใช้สีสดๆ ฉูดฉาดตกแต่งไว้

- ผลความรู้สึกเรื่องความแข็งแรง

อัตราการใช้สีของสีต่างๆ มีดังนี้

สีขาว	80-90%
สีขี้เถ้า	70-80%
สีเหลือง	65-75%
สีครีม	56-75%
สีชมพูอมม่วง	60-65%
สีเหลืองออกน้ำตาล	55-65%
สีชมพู	60-70%
สีเทา	35-50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีเขียวอ่อน	25-50%
สีน้ำเงินแก่	10-20%
สีเขียวแก่	15-25%
สีน้ำตาล	8-12%
สีแดง	15-25%
สีแดงเข้ม	7%
สีดำ	2-5%

2.15. มิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายและการนำไปใช้ในงานออกแบบ (BOY DIMENSION AND THEIR APPLICATION)

ในการหามิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายที่มีความสำคัญต่องานออกแบบ เช่น ความสูงยืน, ความสูงในระดับสายตา, ความกว้างของช่วงไหล่ ฯลฯ ตามวิธีการทำบันทึกในทางสถิติแล้วควรจะได้ทำการสำรวจและบันทึกมิติโดยละเอียด ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่าง (SAMPLING) ในทั่วทุกพื้นที่ของประเทศ จากตัวอย่างที่มาจากหลายอาชีพ เพื่อให้ได้ข้อมูลตัวเลขที่มีความถูกต้องและมั่นใจได้ แต่การสำรวจข้อมูลดังกล่าวจะต้องทำการสำรวจในพื้นที่กว้าง และมีจำนวนตัวอย่างที่มากพอควร ซึ่งเป็นเรื่องที่ทำได้ยากและสิ้นเปลืองเวลามาก

ตารางที่ 40

แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติของร่างกายส่วนต่างๆ ต่อความสูงยืน

หมายเลข มิติส่วนต่างๆ ของร่างกาย	ความสูงยืน		
	ต่ำสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด
*1. ความสูงยืน	148.30	160.60	173.27
2. ความสูงระดับสายตา	138.36	149.63	161.66
3. ความสูงระดับไหล่	122.64	172.81	143.49
4. ความสูงระดับมือ	64.80	70.18	75.71
*5. ความสูงเอวมือขึ้นบน	186.11	201.55	217.45
6. ความสูงนั่ง	77.56	83.99	90.62
7. ความสูงระดับสายตา	68.21	73.87	79.70
8. ความสูงระดับที่นั่งถึง ไหล่	52.49	56.85	61.33
9. ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	21.20	22.96	24.77
10. ความสูงจากระดับที่นั่งถึงตอนบนขาอ่อน	12.16	13.16	14.20
11. ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	44.93	48.66	52.50
12. ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	32.32	35.01	37.77
13. ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	33.07	35.87	38.63
14. ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนบน	37.66	40.97	44.01
15. ระยะจากก้นถึงเข่า	48.97	52.83	57.00
16. ความยาวของขาเหยียดตรง	92.83	100.53	108.46
17. ความกว้างของที่นั่ง	33.41	36.29	39.15
*18. ระยะเอวแขนไปข้างหน้า	42.81	49.10	55.07
19. ความกว้างของแขน	151.56	164.13	177.08
20. ความกว้างระดับศอก	38.85	42.07	45.37
21. ความกว้างของไหล่	37.51	40.63	43.83

ข้อมูลสัดส่วนคนไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15.1. การศึกษาความสามารถของกำลังมนุษย์ในการทำงาน

2.15.1.1. กำลังแข็งแรงของมนุษย์มีมากน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมต่างๆ หลายประการเช่น อุณหภูมิภายนอกร่างกาย สภาพทางจิตใจ และความแข็งแรงของร่างกายเอง เป็นต้น ดังนั้นการที่จะกำหนดให้แน่ชัดลงไปถึงค่าเฉลี่ยว่ากำลังแข็งแรงของมนุษย์เรามีมากน้อยเพียงใดนั้นย่อมทำได้ง่าย

การกำหนดโดยอาศัยจากท่าเฉลี่ยแสดงความแข็งแรงและกำลังของมนุษย์มีประโยชน์มากในการออกแบบเครื่องมือเครื่องใช้ที่ต้องใช้แรงมนุษย์ จากการทดลองได้ข้อมูลเฉลี่ยคือ มนุษย์สามารถทำงานปรกติได้ด้วยแรงประมาณ 75 วัตต์ หรือ 0.10 กำลังม้า ทั้งนี้ต้องประกอบด้วยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด

ในการออกแรงทำงาน เช่น ยกน้ำหนัก หรือนุดลากของ ถ้าวัตถุนั้นมีขนาดใหญ่ ก็ต้องใช้พลังงานมาก มนุษย์สามารถใช้พลังงานของตนในการบังคับนุดลาก หรือออกแรงกระทำใดๆ ก็ตาม โดยอาศัยการสังเกตจากประสาททั้งห้า แล้วประมาณการว่าจะต้องต้องใช้กำลังแรงเท่าไร จึงจะสามารถทำงานนั้นๆ ให้เสร็จสิ้นไปได้ มนุษย์สามารถออกกำลังใช้งานได้มากในช่วงเวลาสั้นๆ หรือออกกำลังได้น้อยในช่วงเวลายาวก็ได้ ทั้งนี้สุดแล้วแต่ชนิดของงานและการตัดสินใจของบุคคล แต่ถึงกระนั้นก็ยังจะมีขอบเขตขีดชั้นงานหนักเกินกำลังมนุษย์ก็ไม่อาจทำได้โดยตรง

ภายใต้สภาพที่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิที่พอเหมาะ บรรยากาศที่มีเพียงพอมีความดันปกติภายใต้แสงสว่างที่พอเหมาะและภายในสภาพทั้งจิตใจ ร่างกายที่ปกติ มนุษย์สามารถรวบรวมกำลังที่ออกแรงทำงานได้สูงสุดถึง 2 กำลังม้าภายในเวลา 10 วินาที หรือภายใต้สภาพที่เหมาะสม แบบเช่นเดียวกันนี้ มนุษย์สามารถออกแรงทำงานได้ 75 วัตต์ ติดต่อกันไปได้เป็นเวลา 1 นาที

นอกจากความสามารถในการออกแรงทำงาน จะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมดังกล่าวแล้ว ยังขึ้นอยู่กับสภาพร่างกายของตนเองอีกด้วย คนอ่อนย่อมเคลื่อนไหวได้ช้ากว่าคนผอมเป็นธรรมดา คนสูงอาจทำงานชนิดใดชนิดหนึ่งได้ดีกว่าคนเตี้ย อย่างนี้เป็นต้น นอกจากสภาพร่างกายแล้ว ยังมีสภาพการออกแรงที่มีส่วนสำคัญในความสามารถออกแรงมนุษย์อีกด้วย

โดยปกติทั่วไป มีการแบ่งสภาพการทำงานออกแรงของมนุษย์ได้เป็น 4 ลักษณะด้วยกัน คือ

1. ยก (Lifting)
2. ผลัก (Pushing)
3. ดึง (Pulling)
4. หมุน (Turning)

ในท่าทางจากลักษณะที่ออกแรงอย่างใดอย่างหนึ่ง ใน 4 ลักษณะที่กล่าวมานี้ ความสามารถและแรงงานที่ได้จะไม่เท่ากัน บางคนอาจสามารถยกของหนักได้มากในขณะที่อีกคนสามารถออกแรงผลักของหนักได้ดีกว่า แต่ไม่สามารถแบกยกของนั้นได้อย่างนี้เป็นต้น

2.15.1.2. ความสามารถในการควบคุมหรือบังคับเครื่องยนต์กลไกของมนุษย์ เป็นอีกสิ่งหนึ่งนักออกแบบจะต้องเข้าใจ โดยปกติความว่องไวของมนุษย์ (ซึ่งหมายถึงไวในการมองกดปุ่ม บังคับ หรือหมุนพวงมาลัยในเวลาขับรถ) นั้น ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกับในเรื่องของความสามารถในการออกกำลังทำงาน และขึ้นอยู่กับความเอาใจใส่ของแต่ละบุคคล ทั้งนี้ ครอบคลุมถึงสภาพทางจิตใจด้วย (ถ้าหากว่าจิตคิดอย่างมือทำอีกอย่าง ความผิดก็จะเกิดขึ้นได้ง่าย) นอกจากสภาพสิ่งแวดล้อม และสภาพทางจิตใจแล้วสิ่งสำคัญอีกอันหนึ่ง คือความเหมาะสมและความถนัดตัวของตัว เครื่องมือ หรือปุ่มบังคับการ หรือหน้าปัดบอกข้อมูลต่างๆ ฯลฯ อีกด้วย

ปุ่มบังคับที่จับถนัดเหมาะมือ ย่อมทำให้การบังคับควบคุมรวดเร็วขึ้น เข้มหน้าปัด ไฟสัญญาณ แสงสี ตัวเลข ที่ชัดเจนมองเห็นง่าย ดูเข้าใจง่ายก็ย่อมให้ความสะดวกและบอกข้อมูลต่างๆ ให้แก่ผู้บังคับได้รวดเร็ว การจัดระเบียบวางตำแหน่งอุปกรณ์ปุ่มบังคับสวิตซ์ต่างๆ แผงหน้าปัดบอกข้อมูล และไฟสัญญาณตัวเลข เหล่านี้มีผลต่อการปฏิบัติงานที่คล่องตัว สะดวกสบาย การจัดที่เป็นสัดส่วนมีจังหวะขั้นตอนกับการทำงาน มีตำแหน่งที่เหมาะสมตลอดจนการใช้แสงสีตัวเลขบนหน้าปัดหรือบนแผงสวิตซ์ เหล่านี้ล้วนแล้วแต่มีผลโดยตรงกับการควบคุมและปฏิบัติการของผู้ควบคุมทั้งสิ้น

ตารางที่ 41

ตารางแสดงการยกน้ำหนักของมนุษย์และระยะความสูงที่ยกได้

ความสูงของการยก	ยืนสุดแขน (24)"	ยืนใกล้ตัว
1 ฟุต	-	145 ปอนด์
2 ฟุต	-	125 ปอนด์
3 ฟุต	-	70 ปอนด์
4 ฟุต	-	45 ปอนด์
5 ฟุต	-	30 ปอนด์

ที่มา แบบเรียน (ERGONOMIC) โดยอาจารย์ดนต์ รัตนทัศนีย์
หมายเหตุ ที่หลังของมนุษย์จะรับน้ำหนัก 40% ที่ขาจะรับน้ำหนัก 60%

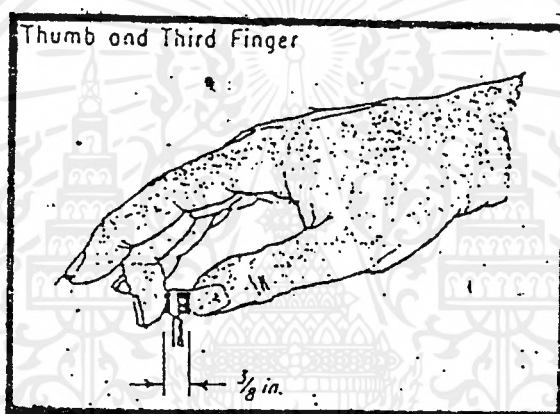
2.15.2. การศึกษาข้อมูลทางด้านสรีรศาสตร์

สรีรศาสตร์ เป็นข้อมูลที่จะศึกษาถึงขีดจำกัดความสามารถของอวัยวะต่างๆ เพื่อใช้ประกอบการออกแบบให้มีประโยชน์ใช้สอยดียิ่งขึ้น

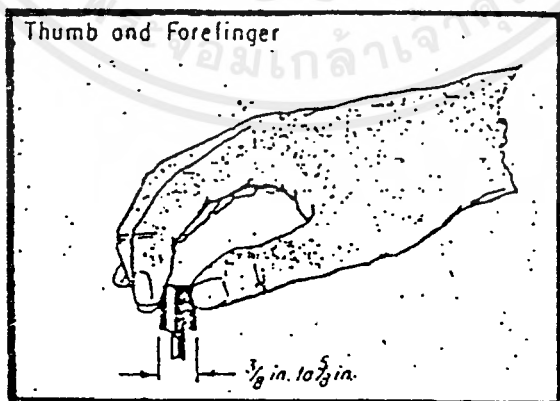
มนุษย์ย่อมมีขีดจำกัดระบบต่างๆ ของมนุษย์ ความสามารถของมนุษย์จะมีขีดจำกัดเสมอ เช่น ความสามารถในการยกน้ำหนัก ความสามารถในการมองเห็น ความสามารถในการหยิบ จับสิ่งของ และขีดความสามารถในด้านอื่นๆ ทั้งหมดนี้คือหน้าที่ของนักออกแบบที่จะต้องทราบเพื่อนำไปประกอบการออกแบบ

ตารางที่ 63

แสดงความสามารถของมือที่สัมพันธ์กับปุ่มบังคับ

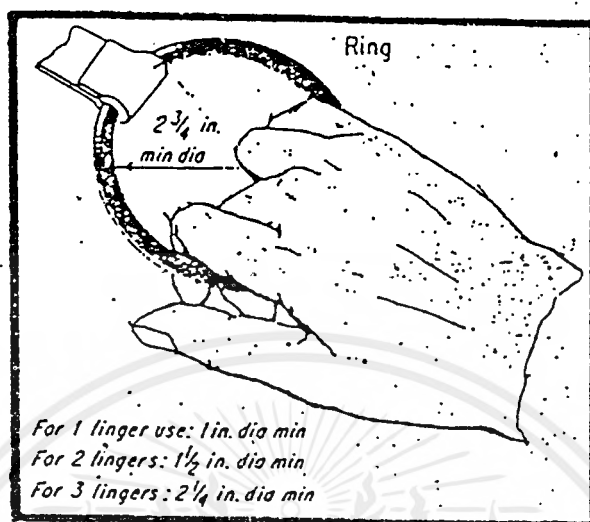


1. การจับปุ่มที่เล็กที่สุด เมื่อใช้นิ้วหัวแม่มือกับนิ้วกลาง ปุ่มจะต้องเล็กไม่ต่ำกว่า $\frac{3}{8}$ นิ้ว



2. การจับปุ่มที่เล็กที่สุด เมื่อใช้นิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้ ปุ่มจะเล็กที่สุดได้ไม่ต่ำกว่า $\frac{3}{8}$ นิ้วถึง $\frac{5}{8}$ นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3. การจับห่วงวงกลม ใช้นิ้วเดียวเส้ผ่านศูนย์กลางของห่วงประมาณ 1 นิ้ว

ใช้ 2 นิ้ว เส้ผ่านศูนย์กลางของห่วงประมาณ 1 1/2 นิ้ว

ใช้ 3 นิ้ว " - " 2 1/4 นิ้ว

ใช้ 4 นิ้ว " - " 2 3/4 นิ้ว

4. การจับ T-BAR ระยะห่างจากแกนกลางถึงปลายอีกด้านหนึ่งประมาณ 3 นิ้ว และความหนาของที่จับประมาณ 1 นิ้ว

2.15.3. แสดงความสามารถของมือที่ใช้จับ

2.15.3.1. จับ HANDLES โดยใช้นิ้วมือ 4 นิ้วจับ ที่จับจะต้องมีช่องห่างประมาณ 3 1/4 นิ้ว

2.15.3.2. จับ HANDLES โดยใช้นิ้ว 2 นิ้วจับ ที่จับจะต้องมีช่องห่างประมาณ 1 5/8 นิ้ว

2.15.3.3. การจับปุ่ม โดยใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ตั้งรูป ปุ่มควรมีขนาด 1 1/2 นิ้ว

2.15.3.4. การจับปุ่มในลักษณะสอดนิ้ว ช่องห่างของปุ่มที่นิ้วสามารถสอดเข้าไปได้ควรประมาณ 5/8 นิ้ว เป็นอย่างน้อยที่สุด

2.15.3.5. การจับลูกบิดประตูโดยจับเต็ม มีเส้ผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว

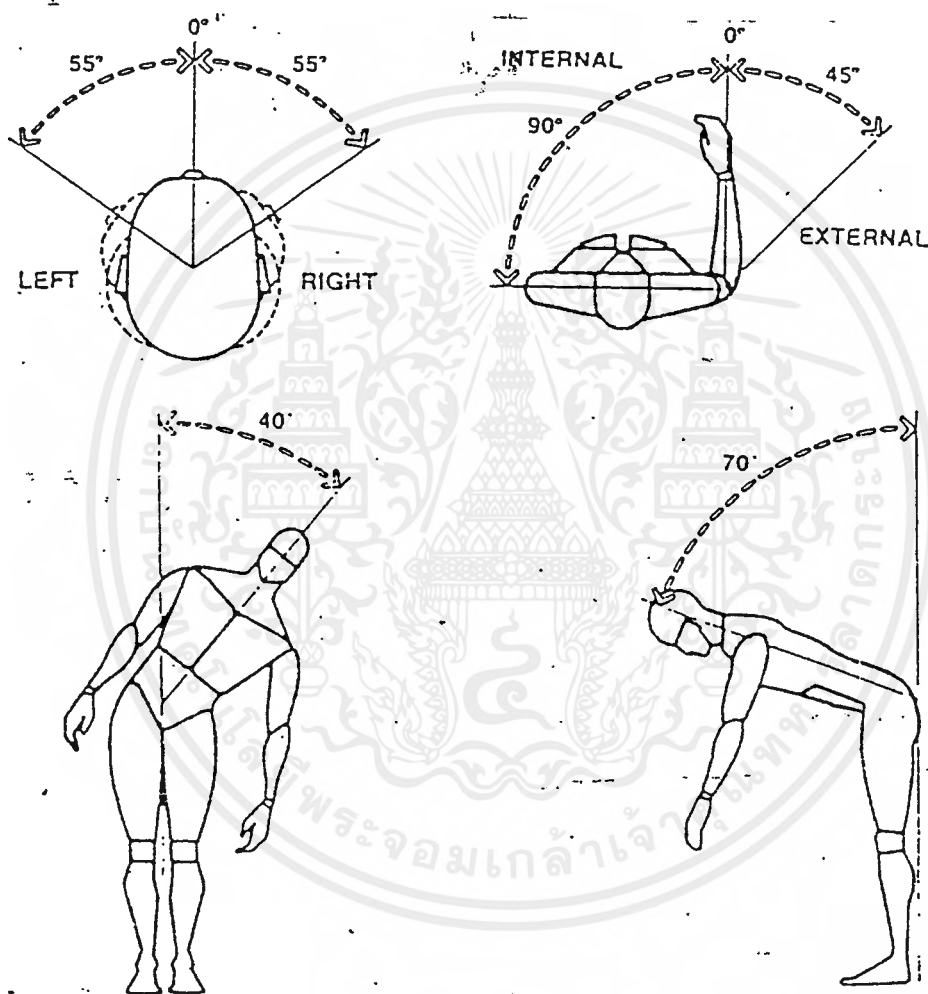
2.15.3.6. การจับสลักหรือเสา นั้นควรมีเส้ผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 3/4 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15.3.7. การใช้นิ้วตั้งที่จับทางตอนใน ส่วนโค้งควรมีรัศมี $1/2$ นิ้ว และระยะของส่วนโค้งเท่ากับ $5/8$ นิ้ว

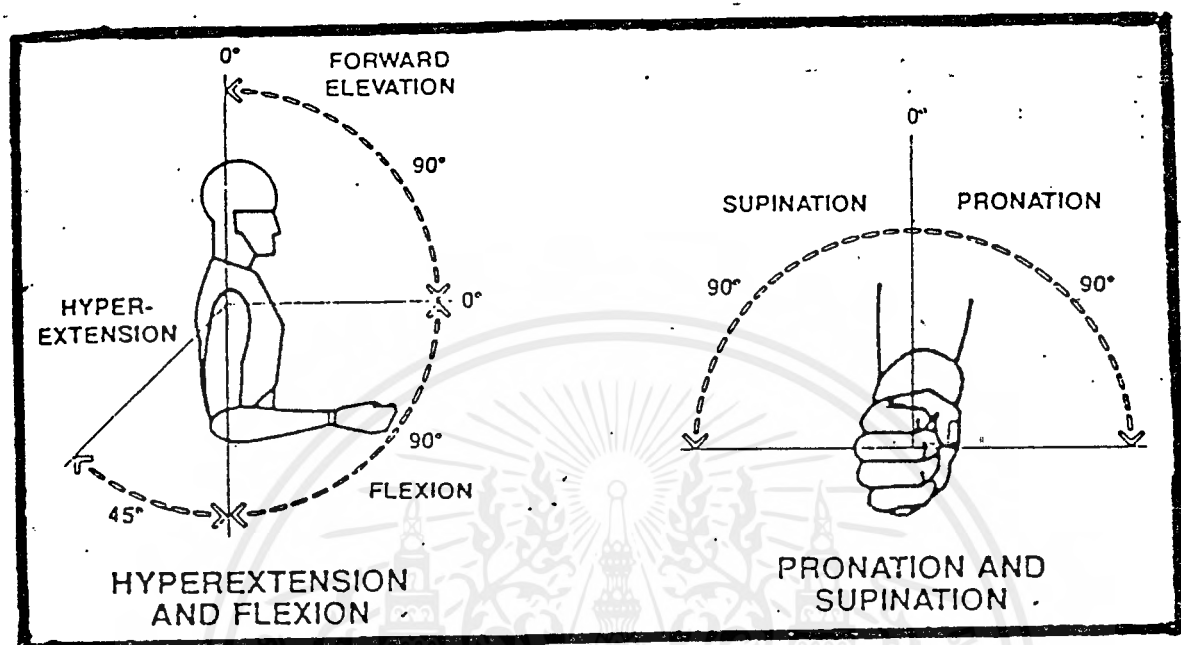
ภาพที่ 64

แสดงความสามารถในการทำงานของอวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกาย
แสดงความสามารถในการงอข้อศอกด้านข้าง และความสามารถในการหันศีรษะ

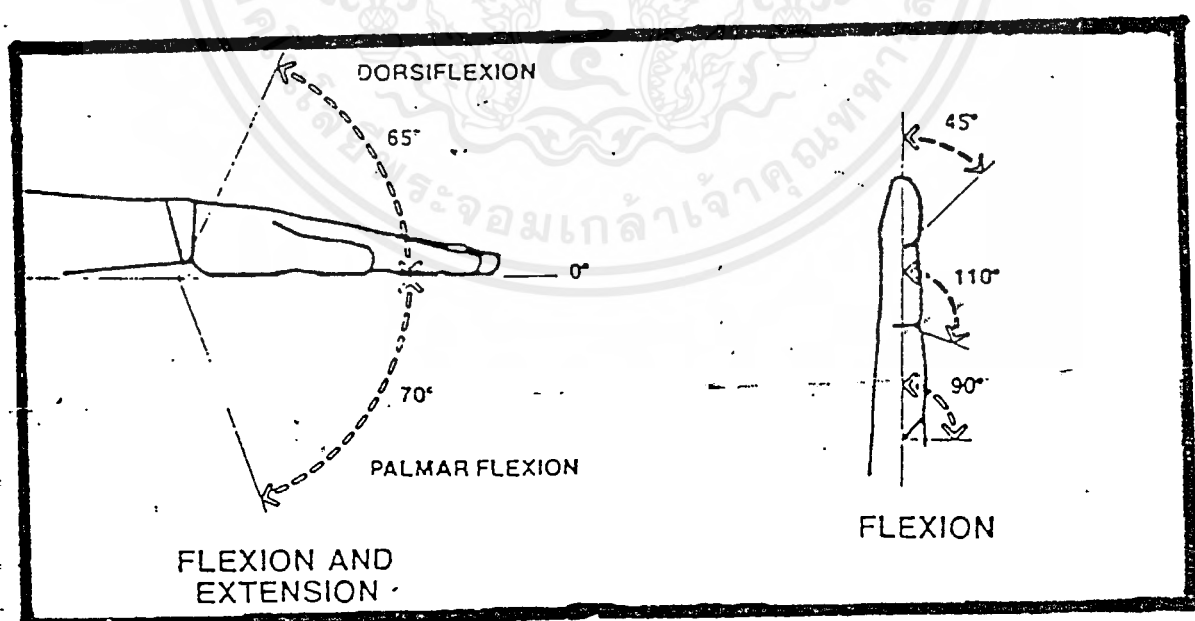


แสดงความสามารถในการเอียงตัว และความสามารถในการก้ม

แสดงความสามารถในการใช้หัวไหล่ และความสามารถของการบิดข้อมือ



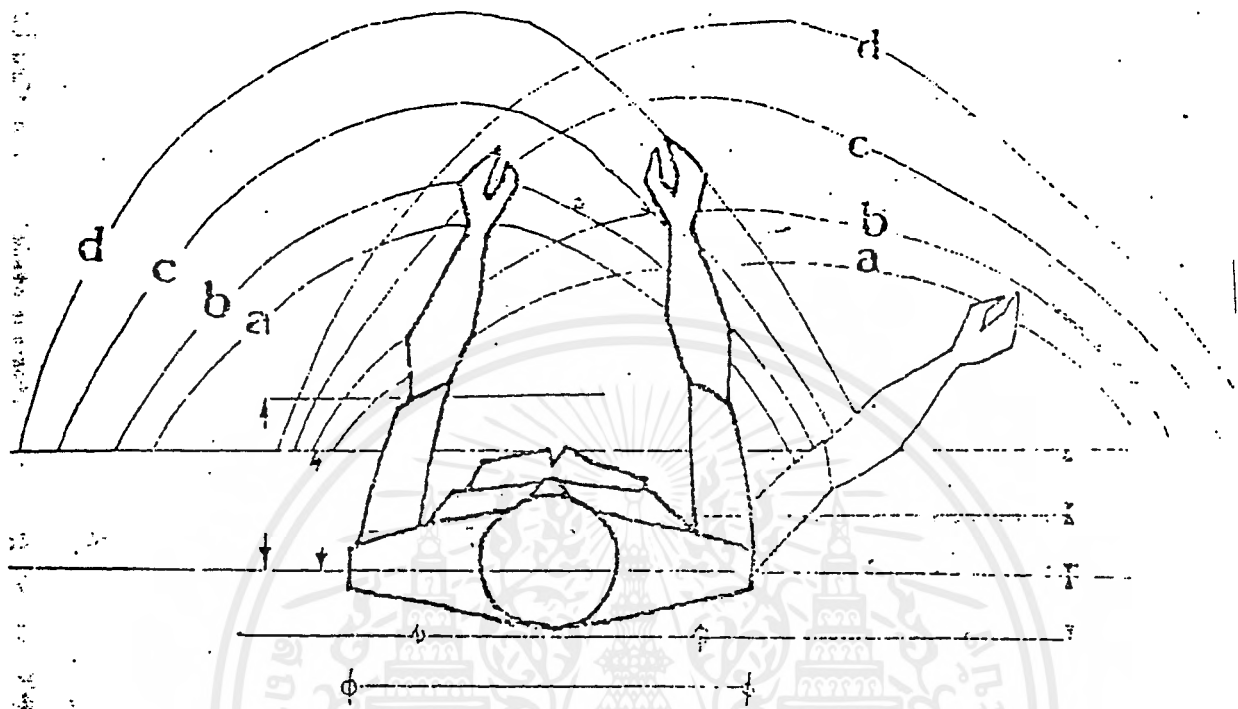
แสดงความสามารถในการงอข้อมือ และความสามารถในการงอนิ้วมือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 65

แสดงขนาดและสัดส่วนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบรัศมีการเอื่อมในท่าต่างๆ



ตารางที่ 42

แสดงขนาดสัดส่วนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบรัศมีการเอื่อมในท่าต่างๆ

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

การรวบรวมและการศึกษาข้อมูล

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ที่จะทำการออกแบบปรับปรุงเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งด้านสภาพการใช้งาน และปัญหาการใช้เครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่ง สำหรับกลุ่มเกษตรกร ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจโดยการใช้เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์เพื่อนำเข้าสู่การออกแบบ ดังนี้

3.1. วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล

วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล คือ การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์จากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งถือว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะนำมาวิเคราะห์และสรุปเป็นแนวทางในการออกแบบต่อไป

ดังนั้น การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ "เครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งสำหรับกลุ่มเกษตรกร" มีวิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล 3 วิธีคือ

1. การศึกษาจากเอกสาร
2. การสัมภาษณ์
3. การศึกษาจากของจริง

3.1.1. การศึกษาจากเอกสาร

ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารหนังสือวิทยานิพนธ์ ตลอดจนสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย เพื่อนำมาเป็นข้อมูลอ้างอิงและสนับสนุนให้ข้อมูลมีความเป็นไปได้ในการออกแบบ โดยการศึกษาตามลำดับความสำคัญของข้อมูล ซึ่งพอจะกล่าวเป็นข้อใหญ่ๆ ได้ดังนี้

ศึกษาการวางแผนและการส่งเสริมการเกษตร

ศึกษาระบบสหกรณ์ในประเทศไทย

ศึกษานโยบายและแนวทางการส่งเสริมการเกษตร

ศึกษาละหุ่ง

ศึกษากรรมวิธีการผลิตน้ำมันละหุ่ง

ศึกษาระบบต้นกำลัง

ศึกษาชนิดของพัดลม

ศึกษาชิ้นส่วนเครื่องจักรกล

ศึกษาสายไฟ และสวิตช์

ศึกษาล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษาวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

ศึกษาจิตวิทยาการใช้สี

ศึกษาขนาดสัดส่วนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ

3.1.2. การสัมภาษณ์

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์หาข้อมูลจากทัศนคติของบุคคลที่เชื่อถือได้มีประสบการณ์ และความสามารถในด้านนี้โดยเฉพาะซึ่งพอที่จะนำคำพูดมาเป็นความรู้ หรืออ้างอิงในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ได้ การสัมภาษณ์ส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้งานตั้งแต่ ใช้กำลังคน ถึง การใช้เครื่องจักร เข้าช่วยในการแกะแทะเม็ลต์ละหุ่ง ตลอดจนลักษณะเม็ลต์พันธ์ที่ใช้ในการเพาะปลูกและการแกะแทะ ซึ่งกลุ่มผู้ทำวิจัยได้เข้าไปสัมภาษณ์มีดังนี้คือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พูลประเสริฐ บิยะอนันต์ อาจารย์คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รัตนา ตั้งวงศ์กิจ อาจารย์คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม
3. อาจารย์ นพิตร์ ตั้งวงศ์กิจ อาจารย์คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม

3.1.3. การศึกษาจากของจริง

ในลักษณะการศึกษาจากของจริง เป็นวิธีการดำเนินการเก็บข้อมูลรวบรวมข้อมูลโดยการออกแบบภาคสนาม ศึกษาจากของจริง คือ ลักษณะเครื่องแกะแทะประเภทต่างๆ ของพันธุ์เม็ลต์ในตระกูลพืชไร่ เช่น เครื่องแกะแทะถั่วลิสง เครื่องแกะแทะถั่วลิสงแบบใช้มอเตอร์ และเครื่องแกะแทะละหุ่ง (เครื่องต้นแบบ แบบแดงโม 1 และแบบกำแพงแสน) เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นโดยผู้วิจัยได้เข้าไปมีส่วนร่วมสังเกตพฤติกรรมการใช้งาน การใช้ระบบการทำงานของเครื่องจักรกล

3.2. แหล่งที่มาของข้อมูล

3.2.1. ข้อมูลจากบุคคล

- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พูลประเสริฐ บิยะอนันต์
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รัตนา ตั้งวงศ์กิจ
- อาจารย์ นพิตร์ ตั้งวงศ์กิจ

3.2.2. ข้อมูลสถานที่

- คณะเกษตรกลวิธาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (กรุงเทพ)
- ภาควิชาเกษตรกลวิธาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
- สหกรณ์การเกษตรอำเภอนครราชสีมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- งาน WORLDTECH'95 THAILAND นครราชสีมา

3.2.3. หนังสืออ้างอิง

- ภาควิชาเกษตรกลวิธาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
- กรมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- หนังสืออ้างอิงวิทยานิพนธ์ห้องสมุด คณะสถาปัตยกรรม
- ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และห้องสมุดกลางสถาบันเทคโนโลยี

พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.3 การดำเนินการทำวิทยานิพนธ์

1. กำหนดปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งสำหรับกลุ่มเกษตรกร นำเสนอโครงการและปรับปรุงการออกแบบ
2. กำหนดวัตถุประสงค์แนวทางการแก้ปัญหา ขอบเขตการวิจัยวิธีการดำเนินงาน และผลที่คาดว่าจะได้รับ
3. การศึกษาค้นคว้า รวบรวม เรียบเรียง สรุปข้อมูล
 - อุปกรณ์ที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล
 1. อุปกรณ์ จดบันทึก
 2. กล้องถ่ายรูป
4. การวิเคราะห์และสรุปข้อมูลเพื่อออกแบบ
5. การสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

3.4. การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

3.4.1. ข้อมูลเกี่ยวกับการวางแผนและการส่งเสริมการเกษตร

การส่งเสริมการเกษตร คือ การบริการ การให้ หรือการถ่ายทอดความรู้ ทางด้านการเกษตรหรือประชาชนทั่วไป ให้มีความรู้ทางด้านการเกษตร

ซึ่งมีการวางแผนและพัฒนาตามแผนพัฒนาการเกษตรฉบับที่ 1 - 5 โดยเป็นการกระจายรายได้ ความเป็นธรรมในสังคม และมีวัตถุประสงค์หลักในการดำเนินธุรกิจแบบครบวงจร คือ การเพิ่มประสิทธิภาพทางด้านการเกษตรเพื่อให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลดต่ำลง และปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตโดยนำวิทยาการแผนใหม่มาใช้ในการประกอบธุรกิจขนาดใหญ่น้อยและขนาดย่อม ซึ่งรัฐได้เริ่มมีการส่งเสริมการดำเนินธุรกิจการเกษตรแบบครบวงจรเมื่อ 2530 โดยคณะรัฐมนตรี อนุมัติให้ดำเนินการแผนประสานความร่วมมือสี่ภาค โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความมั่นคงด้านรายได้ให้กับเกษตรกรด้วยการรวมขั้นตอนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแปรรูป และการตลาดสินค้าเกษตร ให้เข้ามาอยู่ภายใต้การจัดการเดียวกัน ซึ่งการร่วมมือสหกรณ์ร่วมกับ 4 ฝ่ายที่เกี่ยวข้องคือ ภาครัฐบาล สถาบันการเงิน เอกชน และเกษตรกร

สรุปผลการดำเนินงานโครงการตามแผนประสานความร่วมมือสหภาค ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย คือ โครงการส่งเสริมการปลูกมะม่วงพันธุ์ เอช.22 (2531-33) เป้าหมายคือ บริษัท สยามน้ำมันมะม่วง จำกัด ซึ่งมีผลดำเนินการ 2 ปีแรกมีเกษตรกรเข้าร่วม 246 ราย พื้นที่ปลูกรวม 6,066 ไร่ บริษัทรับซื้อ กิโลกรัมละ 7.50 บาท ในปี 2531/32 และ กิโลกรัมละ 8.50 บาท ในปี 2532/33 ปัญหาของโครงการ คือ เกษตรกรมีความเห็นว่าราคารับซื้อต่ำไปขณะที่ราคาเมล็ดพันธุ์ที่บริษัทจัดให้สูงเกินไป

3.4.2. สรุปข้อมูลสหกรณ์

การสรุปข้อมูลสหกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย คือ สหกรณ์การเกษตรและกลุ่มสหกรณ์ เพราะมีการดำเนินธุรกิจและการบริหารกลุ่มในลักษณะเดียวกัน ดังนี้

3.4.2.1. สหกรณ์การเกษตร

สหกรณ์การเกษตร คือ สหกรณ์ที่เกิดจากการรวมตัวของเกษตรกร สมาชิกจะต้องทำอาชีพเกษตร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดหาเงินทุนเพื่อกู้ยืม ส่งเสริมทางด้านการออมทรัพย์ จัดหาปัจจัยทางการผลิตทางเกษตร ช่วยในการจำหน่ายผลิตผล ล่วงเสริมและเผยแพร่ความรู้ทางเกษตร

3.4.2.2 กลุ่มเกษตรกร

กลุ่มเกษตรกร สำหรับกลุ่มสมาชิก (กลุ่มอาชีพ) โดยทั่วไปเกษตรกรไทยมากกว่า 90.00 ขึ้นไปจะต้องเป็นสมาชิกในกลุ่มอาชีพ โดยมีนโยบายเพื่อช่วยเหลือตนเองและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยมีฐานะเป็นนิติบุคคลเพื่อให้มีอำนาจหน้าที่แสวงหาทุนเพื่อดำเนินการให้กิจการก้าวหน้าภายใต้การสนับสนุนส่งเสริมของทางราชการ โดยมีกรมส่งเสริมการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบ การเป็นสมาชิกต้องเป็นไปด้วยความเต็มใจ ซึ่งมีลักษณะการส่งเสริมและดำเนินธุรกิจและบริหารงานกลุ่มในลักษณะเดียวกันกับสหกรณ์การเกษตร

3.4.2.3. เกษตรกร

เกษตรกรไทยมีประมาณ 33 ล้านคนจากประชากรทั้งประเทศ 50 ล้านคน ซึ่งในปัจจุบันมีลักษณะดังนี้

1. การถือครองที่ดินเฉลี่ย 6-29.9 ไร่ต่อครัวเรือน
2. รายได้เกษตรกรประมาณ 7.113 บาท/คน/ปีหรือ 19,422.48 บาท/ครอบครัว/ปี คิดเป็นการปลูกพืชร้อยละ 84.24%
3. รายจ่ายอยู่ประมาณ 20,758.54 บาท/ครัวเรือน/ปี จ่ายเรื่องแรงงาน คน สัตว์ และเครื่องจักรกลร้อยละ 37.66 ของรายจ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เป็นหนี้เนื่องจากกู้ยืมร้อยละ 54 ของจำนวนเกษตรกรกู้ทั้งหมด
5. การศึกษาร้อยละ 87.4 จบเพียงชั้น ป.4
6. เป็นสมาชิกในกลุ่มการเกษตรประมาณ 816,402 คน
 - เป็นสมาชิกกลุ่มเกษตรจดทะเบียน 3,820 กลุ่มประมาณ 514,892

คน กลุ่มทำไร่ 83,752 คน

สรุปข้อมูลพื้นที่ดินเพาะปลูก ที่ดินทั้งหมดประมาณ 320,696,883 ไร่ มีพื้นที่ปลูกพืช ไร่ประมาณ 29,284,920 ไร่ คิดเป็น 22.58%

สรุปข้อมูลเครื่องทุ่นแรงการเกษตรที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ที่เกษตรกรมีใช้อยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ รถแทรกเตอร์ 68,024 คัน, เครื่องสีฝัด 88,276 เครื่อง, เครื่องสีข้าวโพด 11,970 เครื่อง, เครื่องนวดข้าว 33,100 เครื่อง

3.4.3. การศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลละตู่

ดร.วิทย์ เทียงบุณธรรม : 2531 ได้ให้ความหมายของละตู่ในหนังสือ พจนานุกรมไทย สมุนไพรไทยไว้ ดังนี้

ละตู่ หมายถึง	น. ชื่อไม้พุ่มชนิดหนึ่ง เมล็ดเป็นพิษ น้ำมันจากเมล็ดใช้ทำยาได้
ชื่ออื่นๆ	ละตู่แดง, ละตู่ขาว, จีนเรียกว่า ปีมั่ว
ชื่อสามัญ	CASTOR - OIL PLANT
ชื่อวิทยาศาสตร์	RICINUS COMMUNIS LINN.
วงศ์	EUPHORBACEAE

หมายเหตุ ละตู่ (ทั่วไป); มะตู่ (พายัพ); คีเตาะ (กะเหรี่ยง-กำแพง); มะตู่, มะโห่งเหิน (เชียงใหม่)

ละตู่เป็นพืชพื้นเมืองของแอฟริกาและอินเดีย ประเทศไทยมีประมาณการผลิตอยู่ในอันดับ 5 ของโลก ซึ่งถือได้ว่าละตู่เป็นพืชเศรษฐกิจ มีประโยชน์ด้านอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น ชาวอียิปต์โบราณใช้น้ำมันละตู่ในการให้แสงสว่างทำยา, เครื่องสำอาง และปัจจุบันก็นำน้ำมันละตู่มาเป็นน้ำมันหล่อลื่นเครื่องบิน สบู่ น้ำหอม น้ำมันไล่แมลง ใช้ผสมน้ำยาสำหรับฟอกหนัง น้ำมันผสมสี ยาถ่าย ดันใช้ทำกระดาษ กากละตู่ใช้ทำปุ๋ย

แหล่งผลิตละตู่

ละตู่ปลูกได้ทุกภาคของประเทศประมาณ 27 จังหวัดทั่วประเทศ ได้แก่ เชียงใหม่ นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ อุตรดิตถ์ พิษณุโลก ตาก แพร่ ชัยภูมิ เป็นต้น ดินเป็นพื้นที่เพาะปลูกประมาณร้อยละ 82 ของพื้นที่เพาะปลูกทั่วประเทศ มีผลผลิตเฉลี่ย 109/ไร่ (ปี 2530/31)

การผลิตน้ำมันโดยส่งเมล็ดไปยังโรงงานสกัด ซึ่งมีโรงงานสกัดน้ำมัน 8 โรงทั่วประเทศ ต้องการเมล็ดละหุ่ง 50,000 ตัน ซึ่งโรงงานสกัดสามารถผลิตน้ำมันได้ 17,806 เมตริกตัน โดยมีบริษัท สยามน้ำมันละหุ่งเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ ที่มีกำลังการผลิตได้ถึง 17,520 เมตริกตัน/ปี

สรุปการผลิตละหุ่งปี 2538 มีดังนี้คือ ละหุ่งมีปริมาณไม่แน่นอน เช่นปี 28/29 ผลิตได้ 3,180 ตัน , 2529/30 ผลิตได้ 28,700 ตัน , พ.ศ. 2533/34 เหลืองเพียง 2,780 ตัน ประเทศไทยมีการส่งออกน้ำมันละหุ่งจำนวน 8,790 ตัน มีมูลค่า 141.599 ล้านบาท ปีพ.ศ. 2533 ส่งออก 3,422 ตัน มีมูลค่า 96.675 ล้านบาท

สรุปข้อมูลพันธุ์ละหุ่งที่ใช้กับเครื่องกะเทาะ

เป็นลักษณะพันธุ์พื้นเมืองซึ่งมีหลายชนิด คือ พันธุ์ขาวแดง แดงเข้ม ดำใหญ่ ม่วงดำ ขาวดำ และลายหินอ่อน แต่ปัจจุบันนี้จากการทดสอบพันธุ์ต่างประเทศปรากฏว่าพันธุ์ HAZERA 22 (H-22) เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงตอบสนองต่อดินสภาพดินฟ้าอากาศในประเทศไทยได้ดี มีปริมาณน้ำมัน 46-48%



หมายเหตุ เป็นเมล็ดขนาดเล็กที่กรมส่งเสริมการเกษตรกำลังส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก เพราะว่าเป็นพันธุ์ที่สามารถใช้กับเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งได้ดี และยังเป็นพันธุ์ที่ให้ปริมาณน้ำมันสูงกว่าพันธุ์เมล็ดใหญ่ ให้ผลผลิตสูงสุด 163 กก./ไร่ แล้วแต่พื้นที่การเพาะปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 67
แสดงลักษณะทั่วไปของละหุ่ง



ลักษณะธรรมชาติของละหุ่ง

1. ราก

ใช้ระบบรากแก้วยังลึก 5-6 เมตร ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศและพันธุ์ รากจะหยั่งลึกลงดินในแนวตั้ง 3 เมตร รากแตกแขนงยาวประมาณ 30-50 ซม.

2. ลำต้น

ลำต้นทรงกระบอก กลางภายใน ลำต้นเกลี้ยงไม่มีขน มันวาว ลำต้นสีเขียว สีเขียวแดง สีแดงกึ่งสีม่วง ลำต้นมีข้อเป็นที่เกิดของใบ มีทั้งถี่และห่าง จำนวน 6-70 ข้อ ปลายกิ่งเป็นที่เกิดข้อ การแตกกิ่งแล้วแต่พันธุ์ ความสูงประมาณ 1-3 ฟุต ถ้าสมบูรณ์จะสูง 10-14 ฟุต ถ้าสูงเกินไปจะเกิดปัญหาเรื่องการโค่นล้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 68

แสดงลักษณะลำต้นและกิ่งก้านของละหุ่ง



3. ใบ

ใบละหุ่งเป็นใบเดี่ยวแบบ PALMATELY จำนวน LOBES ตั้งแต่ 7-11 ขนาดของใบแตกต่างกันตามพันธุ์ สีส้มถึงสีเขียว ใบอ่อนสีแดงและสีเขียวเมื่อใบแก่ มีขนาดใบใหญ่ นอกจากนี้ยังมีสีแดง สีเงิน สีทอง และใบลายซึ่งใช้ปลูกเป็นไม้ประดับ มีก้านยาว 20-50 ซม. มีใบแฉก 7-11 แฉก รอบใบเป็นรอยฉีก ลำต้นมีต่อมน้ำหวาน ช่อแรกเป็นใบเลี้ยงคู่ จะเกิดใบทุกๆ สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 69
แสดงลักษณะใบของละหุ่ง



4. ช่อดอก

ช่อดอกจะเกิดขึ้นหลังจากต้นมีข้อ 6-10 ข้อ จะเห็นเป็นช่อกินเวลา 8-15 วัน ภายในช่อจะประกอบด้วยดอกตัวผู้และตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน จะเกิดดอกเป็นกลุ่ม ซึ่งแบ่งช่อดอกเป็น 2 พวกคือ ทรงกระบอกยาว และทรงกรวยยาว

5. ผล

ผลจะแก่เต็มที่ประมาณ 40-60 วันนับจากวันผสม ซึ่งแบ่งได้ 2 ชนิดคือ

ก. ชนิดมีหนาม จะมีจำนวนหนามประมาณ 150 หนาม

ข. ชนิดไม่มีหนาม จะมีผิวเรียบหรืออาจมีผิวขรุขระด้วย

ผลละหุ่งมี 3 ส่วน และมีเมล็ดอยู่ 3 เมล็ด เมื่อผลแก่จะแตกตามรอยยาว ส่วนเปลือกผลมี 2 ส่วนคือ ส่วนชั้นในมีเนื้อเยื่อ 3 ชั้น และชั้นนอก ผลเมื่อยังอ่อนจะมีผลสีเขียว สีเหลืองอ่อนหรือแดง เมื่อแก่จะเป็นสีน้ำตาลหรือน้ำตาลเข้ม จะแก่จะข้างล่างชั้นปลายข้อ

ภาพที่ 70
แสดงลักษณะผลละหุ่ง



การเก็บเกี่ยวผลละหุ่งต้องเก็บเกี่ยวก่อนที่ละหุ่งจะแห้งสนิท เพราะมีฉะนั้นแล้ว เมล็ดจะแตกกระจายไปหมด และถ้าเก็บละหุ่งที่ยังแห้งไม่สนิทนั้นเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด ยังต่ำอยู่

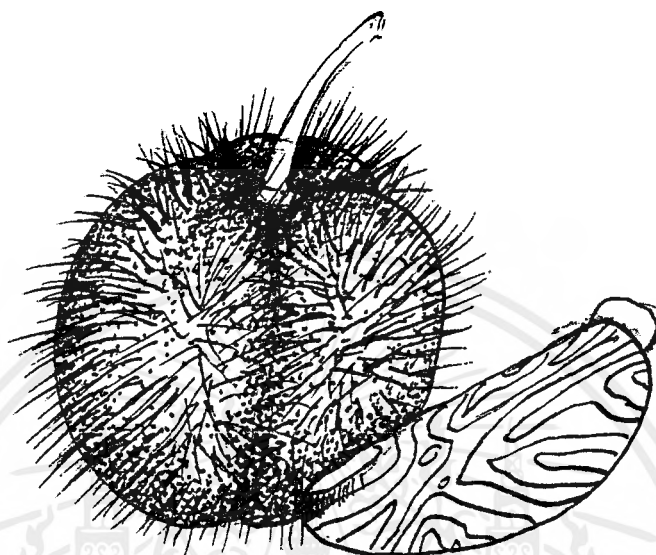
6. เมล็ด

เมล็ดที่ขนาดใหญ่และสีแตกต่างกัน ขนาดใหญ่กว้าง 8-16 มม. ยาว 12-20 มม. จนถึงขนาดเล็กกว่า 5-7 มม. และยาว 6-8 มม. กำหนดน้ำหนักเป็นกรัมต่อ 100

เมล็ด แต่เมล็ดเล็กจะหนักไม่ถึง 10 กรัม ส่วนเมล็ดใหญ่อาจหนักกว่า 100 กรัมต่อ 100 เมล็ด ส่วนพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นการค้าทั่วไปมีขนาดประมาณ 30-36 กรัมต่อ 100 เมล็ด ส่วนใหญ่เมล็ดเล็กมีน้ำมันมากกว่าเมล็ดใหญ่และขึ้นอยู่กับพันธุ์ด้วย มีสีเขียว เช่น แดง ม่วง ดำ ส่วนใหญ่เป็นลาย รูปร่างบไข่ ด้านท้องแบน หลังนูน ปลายด้านหนึ่งมนอีก ด้านเรียวเล็กน้อยมีส่วนยื่นออกมาเรียกว่า CARUNCLE ปริมาณน้ำมันมีประมาณ 40-60% ของน้ำหนักเมล็ด ส่วนกากเมล็ดนั้นมีสารพิษร้ายแรงอาจทำให้คนตายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 71
แสดงลักษณะเมล็ดละหุ่งที่ใช้กะเทาะเปลือก



การเชตกรรมของละหุ่ง

1. สภาพดินฟ้าอากาศ

ละหุ่งเป็นพืชเขตร้อน และเขตอบอุ่น

2. อุณหภูมิ

ละหุ่งสามารถออกได้ที่อุณหภูมิ 10°C . ถ้าอุณหภูมิต่ำจะงอกช้า ฉะนั้นอุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ $20-30^{\circ}\text{C}$.

3. แสง

ละหุ่งเป็นพืชวันยาวคือ 12, 14 หรือ 18 ชั่วโมง หากวันสั้นจะเหลือเพียง 9 ชั่วโมง การเจริญเติบโตจะช้าลง

4. น้ำ

ละหุ่งควรได้รับน้ำประมาณ 500 มม. ขึ้นไป ถ้าขนาดเล็กต้องการเพียง 250 มม พบว่าถ้าปลูกเดือนกรกฎาคม ซึ่งมีฝนประมาณ 500-600 มม. ตลอดอายุจะให้ผลดี ซึ่งละหุ่งให้ผลผลิตสูงสุดคือปลูกในเดือนมิถุนายน หรือปลายเดือนพฤษภาคม สำหรับประเทศไทยควรปลูกช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายน

5. ดิน

สามารถขึ้นได้กับดินเกือบทุกชนิด ที่อุดมสมบูรณ์และระบายน้ำได้ดี ดินกรตอ่อนทนต่อเกลือในดินได้ไม่สู้ข้าวโพด

ฤดูที่ปลูก

ในประเทศไทยปลูกได้ 2 ฤดูคือ

1. ฤดูฝน สามารถปลูกได้ปลายฤดูฝน
2. ฤดูแล้ง ในบริเวณที่มีน้ำชลประทาน เพราะต้องอาศัยความชื้นในดิน

การเตรียมดินปลูก

ถ้าเป็นป่าเปิดใหม่ต้องทำการโค่นและเผาปรนให้เรียบร้อยก่อน แต่ถ้าเป็นที่เดิมและเคยปลูกพืชอื่นมาก่อน ให้ขุดไถดินลึกประมาณ 6-8 นิ้ว ดินตากไว้ 5-7 วัน ระยะปลูกพันธุ์พื้นเมืองระยะ 3x3 เมตรหรือ 3x2.5 เมตร ถ้าใช้เครื่องหยอดให้เว้นระหว่างแถว 100 ซม. ระหว่างหลุม 50 ซม. ปลูกหลุมละ 1 เมล็ดใช้เมล็ดพันธุ์ 1-1.2 กก.ต่อไร่ ความลึกของเมล็ดลึก 1 1/3 - 3 นิ้ว

การใส่ปุ๋ย

จะใส่ปุ๋ยเมื่อละต่งมีอายุ 2-3 สัปดาห์ การใส่ปุ๋ยขึ้นอยู่กับสภาพความสมบูรณ์ของดิน ใช้ปุ๋ยผสมสูตร 5-10-0 สำหรับดินค่อนข้างดี และปุ๋ยสูตร 10-10-0 สำหรับดินไม่ค่อยดี

การปฏิบัติและดูแลรักษา

การปฏิบัติและดูแลรักษาโดยการ ปรามวัชพืช การดายหญ้า การป้องกันและกำจัดโรคและแมลง การเด็ดยอด

การเก็บเกี่ยว

ละต่งพันธุ์ H-22 ออกดอกเมื่ออายุประมาณ 53 วัน นับจากวันปลูก ช่อ 2 ออกเมื่ออายุประมาณ 68 วัน การเก็บเกี่ยวขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละพันธุ์ เพราะแต่ละพันธุ์จะออกดอกไม่พร้อมกัน ซึ่งจะเก็บเกี่ยวเมล็ดแก่เพราะมีปริมาณน้ำมันสูงสุด เมล็ดจะสะสมน้ำมันประมาณ 20 วัน หลังจากดอกบาน เมื่อเมล็ดอายุ 32 วันจะมีปริมาณน้ำมันมากถึง 90% ของกรดไขมันทั้งหมดในเมล็ด ดังนั้นละต่งที่ใช้กะเทาะพันธุ์ H-22 จะเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 65-98 วันหลังออกดอก 50%

1. วิธีเก็บเกี่ยว เมื่อละหุ่งแก่ต้องรีบเก็บทันที ไม่ควรทิ้งช่อแก่ให้ตากผ่นานจะทำให้เกิดเชื้อรา จึงควรตัดมาตากแดดโดยการตัดทั้งช่อ แล้วกะเทาะโดยใช้ไม้เล็กๆ เคาะค่อยๆ บนกองละหุ่ง เมล็ดก็จะหลุดออกมา ส่วนพันธุ์ลุ่มลูกต้องแตกยากต้องใช้เครื่องกะเทาะขนาดเล็ก เช่น ชนิดมือหมุน หรือเครื่องยนต์เล็ก ส่วนในประเทศที่พัฒนาแล้วมักใช้การเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องจักร สำหรับในประเทศไทยใช้การเก็บด้วยมือเท่านั้น

2. การกะเทาะ ควรกะเทาะละหุ่งเมื่อแห้งสนิท ส่วนพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นจะต้องใช้เครื่องมือช่วยจึงจะรวดเร็วว่าการกะด้วยมือ การใช้เครื่องมือหมุนเมล็ดจะหล่นลงยังพื้นพร้อมเปลือก แล้วนำไปทำความสะอาด ส่วนเครื่องกะเทาะขนาดใหญ่ใช้เครื่องยนต์ทำงานได้รวดเร็วและทำความสะอาดเมล็ดไปพร้อมกัน เช่น เครื่องกำแพงแสน 1 ซึ่งพัฒนาจากเครื่องต้นแบบ BRASI จากประเทศบราซิล สามารถกะเทาะเปลือกได้ชั่วโมงละประมาณ 700 ก.ก. เมล็ดสะอาดถึง 99 เปอร์เซ็นต์ มีเมล็ดดีถึง 98.16 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดไม่กะเทาะยังมีเปลือกติดอยู่ประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ นับว่ามีประสิทธิภาพดีมาก แต่ราคาค่อนข้างแพงสำหรับเกษตรกรรายย่อย

ภาพที่ 72

ภาพแสดงเครื่องกะเทาะกำแพงแสน 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บรักษา หลังกะเทาะแล้ว เมล็ดจะต้องแห้งและสะอาดดีแล้วจึงสามารถนำไปเก็บโดยบรรจุในภาชนะหรือกระสอบป่าน กระสอบพลาสติกไว้รอจำหน่าย ควรเก็บละหุ่งไว้ในที่แห้ง ละหุ่งที่ตากแห้งและกะเทาะแล้วจะมีความชื้นค่อนข้างต่ำประมาณ 6-7 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามควรคลุกเมล็ดไว้ทำพันธุ์ด้วยตัวสารเคมี เช่น แคปแทน เพื่อป้องกันราเข้าทำลายเมล็ดต้นกล้าเมื่อนำไปปลูก

4. ผลผลิต ละหุ่งพื้นเมืองให้ผลผลิตสูงถึง 250 กก.ต่อไร่ ใช้ระยะเวลายาวนานถึง 5-6 เดือน บางพันธุ์ให้ผลผลิตสูงกว่า 200 กก.ต่อไร่ ซึ่งพันธุ์ H22 กำลังส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกในขณะนี้

ประโยชน์ของละหุ่ง

น้ำมันใช้ในด้านอุตสาหกรรม ทำน้ำมันหล่อลื่น ทำผงซักฟอก แก้ว และสีย้อมผ้า ทำสารเคลือบผิวโลหะ ผนังเพนียว พลาสติก กาวเพนียว ไนลอน เครื่องสำอาง น้ำหอม

ทางการแพทย์ ใช้เป็นยาระบาย ส่วนผสมครีมทาผิว ยาคุมกำเนิด กากละหุ่ง ใช้เสริมคุณภาพของบู่ และเสริมธาตุอาหาร กากที่อัดเมล็ดแล้วอาจใช้เป็นปุ๋ยโดยตรงหรือผสมกับปุ๋ยเคมีอื่นๆ ได้

สรุปข้อมูลเกี่ยวกับละหุ่งพันธุ์ H-22

จากการศึกษาโดยใช้พันธุ์ H-22 พบว่าระยะปลูก 75x75 ซม. มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงสุด (162 กก./ไร่) ซึ่งการเก็บเกี่ยวละหุ่งเพียงครั้งเดียว เมื่อละหุ่งแก่ทั้งหมด และการเก็บเกี่ยวแบบทีละช่อดอก มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการเก็บแบบอื่นๆ

ทางด้านการตลาดภายในประเทศ บริษัทสยามน้ำมันละหุ่ง จำกัด เป็นผู้ซื้อเมล็ดละหุ่งรายใหญ่ของประเทศไทยกำลังการผลิตประมาณ 30,000 ตัน/ปี และสามารถขยายการผลิตได้ 50,000-60,000 ตัน/ปี น้ำมันส่วนใหญ่ส่งไปขายต่างประเทศร้อยละ 99 และกากอีกร้อยละ 63 ส่วนที่เหลือจำหน่ายในประเทศ ราคาเมล็ดละหุ่งอยู่ระหว่าง 8.00-8.50 บาท/กิโลกรัม ตลาดน้ำมันละหุ่งต่างประเทศที่สำคัญ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น ซึ่งเป็นผู้ซื้อรายใหญ่

หมายเหตุ ภาวะตลาดในประเทศปี 2529 คาดว่าจะดีขึ้น เพราะบริษัท สยามน้ำมันละหุ่ง ได้ขยายงานในรูปของอุตสาหกรรมต่อเนื่อง โดยร่วมมือกับชาวญี่ปุ่น เพื่อผลิตซีเมนต์เทียมซึ่งมีความต้องการใช้ละหุ่งปีละประมาณ 3,700 ตัน

สรุปข้อมูลการพัฒนาการกะเทาะเปลือกกะหล่ำ

การดำเนินการศึกษาการออกแบบเครื่องกะเทาะกะหล่ำแบบแรงเหวี่ยง โดยได้ศึกษาสภาพและลักษณะการกะเทาะกะหล่ำในปัจจุบันนี้ ซึ่งพบว่าส่วนใหญ่ยังใช้แรงงานคนฟาดตี หรือทุบ หรือบางท้องที่ใช้รถแทรกเตอร์ร่ำ ซึ่งมีขีดความสามารถต่ำ คือกะเทาะได้เพียงวันละ 5-15 กิโลกรัม/คน นอกจากนี้ยังมีประสิทธิภาพต่ำด้วย คือมีการแตกหักสูงกว่า 10% ความสะอาดต่ำ เกิดการสูญเสีย คือ กะเทาะไม่หมดสูง ความยุ่งยากในการกะเทาะกะหล่ำนี้เป็นอุปสรรคประการหนึ่งที่ทำให้การขยายพื้นที่เพาะปลูกกะหล่ำซึ่งเป็นพืชที่มีศักยภาพสูงในด้านการตลาดไม่ได้ผลเท่าที่ควร

3.4.4 การศึกษาข้อมูลภาคสนาม

ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องกะเทาะกะหล่ำแบบแรงเหวี่ยง 1

นายพลประเสริฐ ปิยะอนันต์ ได้กล่าวว่า สาเหตุที่ผลผลิตกะหล่ำน้อยกว่าความต้องการ เนื่องจากปัญหาและอุปสรรคหลายประการ คือ

1. ขาดแคลนกะหล่ำพันธุ์ดี อายุสั้น ต้นเตี้ย เกษตรกรยังคงใช้พันธุ์พื้นเมือง ซึ่งเป็นพันธุ์อายุยาว ผลผลิตต่ำ และต้นสูง ทำให้การเก็บเกี่ยวยากลำบาก
2. ปัญหาเรื่องโรค แมลง และศัตรูพืชทำลายผลผลิต
3. เกษตรกรขาดความรู้เรื่องระบบการปลูกพืชแซมกะหล่ำ
4. ราคาตามในท้องถิ่นอยู่ในระดับต่ำ
5. ขาดแคลนแรงงานในการกะเทาะเปลือก เนื่องจากเกษตรกรปลูกกะหล่ำเป็นพืชรอง ดังนั้น แรงงานส่วนใหญ่จึงใช้ในการเก็บเกี่ยวพืชหลักอื่นๆ แรงงานในการกะเทาะเปลือกจึงถูกจำกัด นอกจากนี้การกะเทาะยังสิ้นเปลืองเวลามาก โดยต้องนำกะหล่ำมาตากแดดให้แห้งสนิท แล้วกองรวมกันแล้วจึงใช้ไม้ทุบหรือรถไถเดินตามร่ำ เพื่อให้เปลือกแตก แต่กะหล่ำพันธุ์พื้นเมืองบางพันธุ์มีเปลือกหนามากการกะเทาะทำได้ลำบาก จึงทำให้เกษตรกรเบื่อหน่าย

6. ขาดแคลนเครื่องกะเทาะกะหล่ำที่มีคุณภาพ

ในต่างประเทศที่มีการปลูกกะหล่ำเป็นจำนวนมากนั้น ก็ได้มีการออกแบบเครื่องกะเทาะกะหล่ำที่สามารถกะเทาะกะหล่ำพันธุ์ที่ปลูกในประเทศนั้นๆ เช่น ในประเทศอินเดีย ก็ได้มีการออกแบบเครื่องกะเทาะกะหล่ำหลายแบบ แต่แบบที่สามารถทำงานได้ดี ประสิทธิภาพในการกะเทาะสูงถึงร้อยละ 97.13 ความสะอาดร้อยละ 98.41 (VARASHNEY ET., 1985) โดยใช้ลูกกะเทาะแบบ RASPBAR ส่วนในประเทศบราซิลก็มีเครื่องกะเทาะกะหล่ำที่ใช้งานอยู่หลายแบบ ทั้งที่ใช้แรงงานคนและอาศัยกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า และรถแทรกเตอร์ และโดยส่วนใหญ่แล้วเครื่องกะเทาะกะหล่ำที่กล่าวมาสามารถกะเทาะกะหล่ำพันธุ์ลูก

ผสมที่มีขนาดเมล็ดเล็ก และเปลือกบาง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับประเทศไทยได้มีการออกแบบและปรับปรุงเครื่องกะเทาะละหุ่งเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น เครื่องกะเทาะละหุ่งชนิดมือหมุนที่ออกแบบโดย คุณวินิจัย เกตุปัญญา (2525) และเครื่องกะเทาะละหุ่งชนิดมือหมุน ดันแบบบราซิล ซึ่งกรมส่งเสริมการเกษตรได้นำมาปรับปรุงและส่งเสริมให้มีการใช้ตามครัวเรือน ซึ่งเครื่องกะเทาะทั้งสองแบบนี้มีความสามารถในการทำงานไม่มากนัก จึงเหมาะสมกับเกษตรกรรายย่อยที่ปลูกตามหัวไร่ปลายนานอกจากนี้ยังได้มีการวิจัยและออกแบบเครื่องกะเทาะละหุ่งพันธุ์ใหญ่ขึ้น ที่ใช้เครื่องยนต์ขนาด 8 แรงม้า เป็นต้นกำลังมาโดยตลอด แต่แบบที่กรมส่งเสริมการเกษตรได้ใช้เป็นต้นแบบในการส่งเสริมแก่กลุ่มเกษตรกร เกษตรกรรายใหญ่ หรือจตุรชัยนั้น ได้รับการออกแบบและพัฒนาโดย นายพลประเสริฐ ปิยะอนันต์ ภาควิชาเกษตรวิธาน คณะเกษตร อันได้แก่ การพัฒนาและปรับปรุงเครื่องกะเทาะละหุ่งแบบบราซิล ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากบริษัทสยามน้ำมันละหุ่งปลายปี 2529 ได้นำเอาเครื่องกะเทาะละหุ่งแบบบราซิล (BLASI) ดันแบบจากประเทศบราซิล ซึ่งเป็นเครื่องกะเทาะละหุ่งที่อาศัยต้นกำลังจากเครื่องยนต์สูบลึง 8 แรงม้า สามารถกะเทาะและตัดทำความสะอาดแยกเปลือกได้ โดยต้นแบบสามารถกะเทาะละหุ่งลูกผสมเมล็ดเล็กได้ดี แต่กะเทาะละหุ่งพันธุ์พื้นเมืองเมล็ดใหญ่ได้ไม่ดี

ต่อมา พ.ศ. 2530 ได้ออกแบบประดิษฐ์เครื่องกะเทาะละหุ่งก้านแวงแสน 1 โดยเน้นถึงระบบการกะเทาะให้สามารถกะเทาะได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และระบบการบ่อนให้สามารถบ่อนได้มากขึ้น

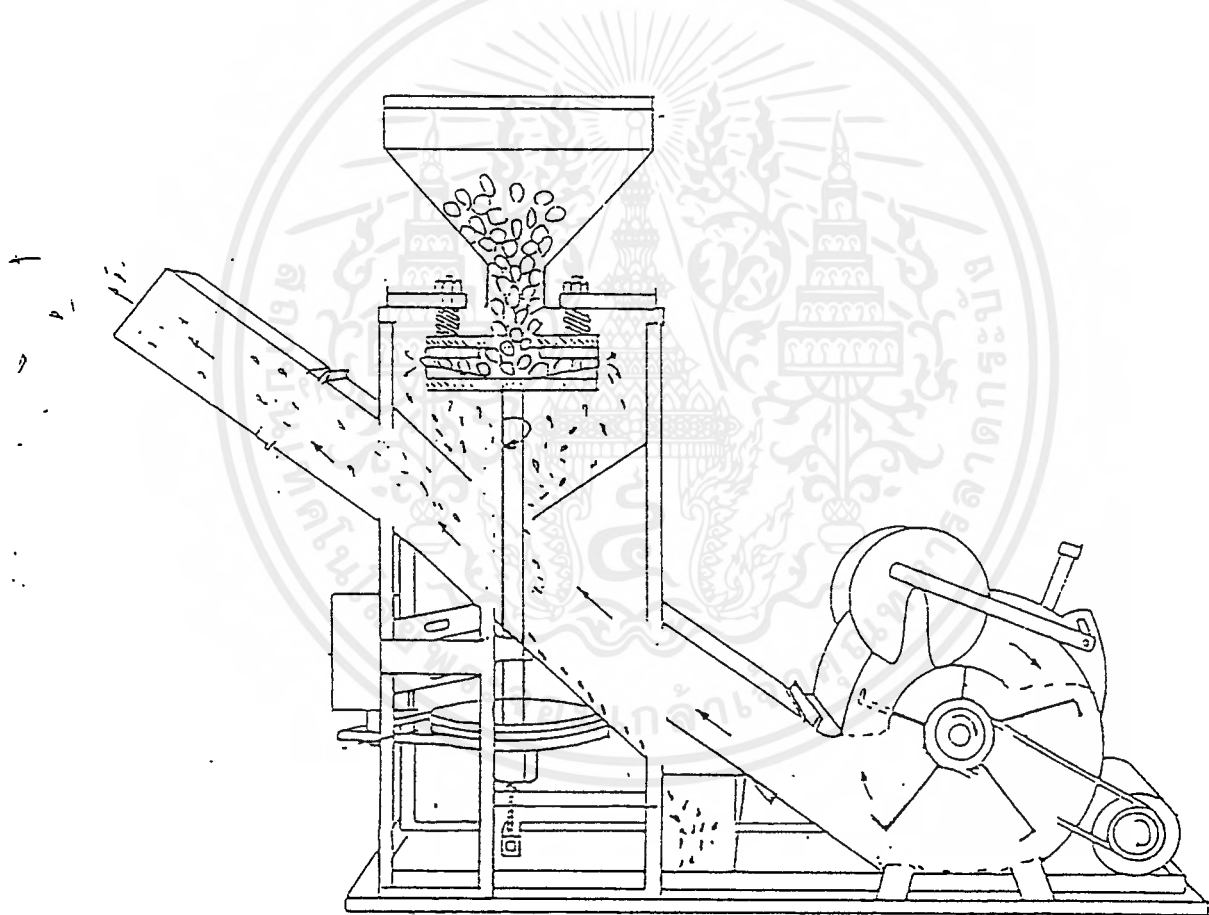
และในปี 2531 ได้สร้างเครื่องกะเทาะละหุ่งก้านแวงแสน 2 เพื่อให้สามารถกะเทาะละหุ่งพันธุ์พื้นเมืองได้ดีขึ้น รวมทั้งออกแบบระบบการบ่อนโดยการใช้กะพ้อเป็นตัวลากลึง ซึ่งทำให้สามารถบ่อนละหุ่งเข้าเครื่องได้สะดวกขึ้น ประหยัดแรงงาน และการบ่อนเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งเครื่องกะเทาะละหุ่งแบบก้านแวงแสน 2 เป็นเครื่องขนาดที่เหมาะสมกับเกษตรกรรายใหญ่ที่มีพื้นที่ปลูกเป็นร้อยไร่ หรือไม่กี่เป็นจตุรชัยของโรงงานฯ มากกว่า ดังนั้น ภาควิชาเกษตรกลวิธาน โดยนายพลประเสริฐ ปิยะอนันต์ ประกอบกับการขอความร่วมมือจากกรมส่งเสริมการเกษตร ขอให้ออกแบบเครื่องกะเทาะละหุ่งชนิดที่ใช้กำลังจากเครื่องยนต์ขนาดเล็ก หรือมอเตอร์ไฟฟ้า และมีความสามารถในการทำงานเหมาะสมกับกลุ่มเกษตรกร หรือเกษตรกรรายย่อยที่ปลูกละหุ่งเป็นพืชหลัก แต่มีเนื้อที่ปลูกไม่ใหญ่มาก และมีราคาถูกลงสามารถซื้อเป็นเจ้าของได้ ดังนั้นจึงได้มีการออกแบบและปรับปรุงเครื่องกะเทาะละหุ่งแบบก้านแวงแสนรุ่นแบบแดงโม 1 ขึ้นมา เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการส่งเสริมใช้กับเกษตรกรต่อไป

3.4.4.1. หลักการทำงานของเครื่องกะเทาะละหุ่ง

หลักการทำงานของเครื่องกะเทาะละหุ่ง เมื่อทำการกะเทาะละหุ่ง ละหุ่งจากกะบะใส่จะเคลื่อนตัวลงผ่านช่องกลางจากกะเทาะตัวบน ซึ่งติดอยู่กับที่ ในขณะที่งานกะเทาะตัวล่างหมุนด้วยความเร็วรอบคงที่ ละหุ่งก็จะถูกเหวี่ยงออกไปรอบๆ ขอบจากกะเทาะและเคลื่อนตัวผ่านช่องลม ซึ่งความเร็วลมพอเหมาะในการเป่าเปลือกละหุ่งออกไปยังช่องทางออกของเปลือก ส่วนเมล็ดละหุ่งซึ่งหนักกว่าจะตกลงมาตรงช่องทางออกของเมล็ด

ภาพที่ 73

แสดงหลักการทำงานของเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่ง



3.4.4.2. การออกแบบเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่ง

ภาพที่ 74

แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องกะเทาะละหุ่ง



1. กะบะใส่ละหุ่ง
2. อุปกรณ์ควบคุมปริมาณลม
3. คันบังคับอุปกรณ์ควบคุมปริมาณลม
4. พัดลมทำความสะอาด
5. มอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้า เพื่อให้กำลังหมุนแก่พัดลม ทำความสะอาด
6. ช่องทางออกของเมล็ดละหุ่งที่กะเทาะแล้ว
7. สกรูปรับช่องว่างระหว่างจานกะเทาะ
8. เฟลา จานกะเทาะตัวเคลื่อนที่
9. มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/2 แรงม้า ให้กำลังหมุนแก่เฟลาจานกะเทาะ
10. บ่อช่องทางออกของเปลือกละหุ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4.3 รายละเอียดของเครื่องกะเทาะละหุ่ง

ขนาดเครื่อง (กว้างxยาวxสูง) มม.	500x1330x1300
ต้นกำลัง	มอเตอร์ไฟฟ้า 1/2 และ 1/4 แรงม้า
ระบบการป้อน	คนป้อน
อัตราการป้อน	375 กก. ต่อ ชม.
เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี	98.85
เปอร์เซ็นต์เมล็ดไม่กะเทาะ	0.28
เปอร์เซ็นต์เมล็ดแตก	0.82
เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย	< 1

3.4.5. การศึกษารูปแบบผลิตภัณฑ์เดิมและผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

ภาพที่ 75

แสดงเครื่องกะเทาะถั่วลิสงกำลังคน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องกะเทาะถั่วลิสง

ต้นกำลัง	แรงงานคน 2 คน
ความสามารถในการกะเทาะ	40-60 กก. (ฝัก) ต่อชม.
ประสิทธิภาพในการกะเทาะ	95%
ความเสียหาย	8 - 5 %
น้ำหนัก	58 กก.
โครงสร้าง	โลหะแผ่น, โลหะท่อ
สี	สีเขียว

- ข้อดี สามารถกะเทาะเปลือกให้มีประสิทธิภาพดี
โครงสร้างมีความแข็งแรงทนต่อแรงกะเทาะได้ดี
- ข้อเสีย การขนย้ายต้องใช้แรงงานและอุปกรณ์ในการขนย้ายมาก
ต้องใช้แรงงานคนในการกะเทาะ
โครงสร้างเหล็กแผ่นไม่มีการลบคมทำให้เกิดอันตรายขณะใช้งาน

ภาพที่ 76

แสดงภาพเครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบติดมอเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ต้นแบบลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบติดมอเตอร์

ต้นกำลังมอเตอร์	1 แรงม้า
ความสามารถในการกะเทาะ	300 กก. (ฝัก) ต่อชม.
ประสิทธิภาพในการกะเทาะ	95%
ความสะอาดในการทำงาน	99.5%
ความเสียหายในการกะเทาะ (เมล็ดแตก)	4-6 %
น้ำหนักเครื่อง	110%
โครงสร้างเครื่อง	โลหะแผ่น/โลหะท่อ
สี	สีเขียว

- ข้อดี ง่ายต่อการขนย้าย เพราะมีล้อช่วยในการขับเคลื่อน
 ประหยัดแรงงานคนในการกะเทาะ
 มีประสิทธิภาพในการกะเทาะเปลือกสูง
- ข้อเสีย โครงสร้างโลหะแผ่น ไม่มีการลบมุมมีการผลิตแบบง่ายๆ ทำให้เกิดอันตรายขณะใช้งาน
 ขนาดลัดสั้นในการขึ้นทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานได้

ภาพที่ 77

แสดงภาพเครื่องกะเทาะ เมล็ดลิสงแบบเดิม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องกะเทาะลูกท้อแบบแดงโม 1

ขนาดเครื่อง (กว้างxยาวxสูง) มม.	500x1330x1300
ต้นกำลัง	มอเตอร์ไฟฟ้า 1/2 และ 1/4 แรงม้า
ระบบการป้อน	คนป้อน
อัตราการป้อน	375 กก. ต่อชม.
เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี	98.85
เปอร์เซ็นต์เมล็ดไม่กะเทาะ	0.28
เปอร์เซ็นต์เมล็ดแตก	0.82
เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย	< 1

- ข้อดี ประหยัดแรงงานคนในการกะเทาะและให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้แรงงานคน
ทำให้เกษตรกรไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการกะเทาะเปลือก
- ข้อเสีย โครงสร้างเครื่องซับซ้อนทำให้สิ้นเปลืองวัสดุและราคา
โครงสร้างผลิตแบบง่ายเป็นคอบคมทำให้เกิดอันตรายขนาดใหญ่
การขนย้ายลำบากต้องใช้แรงงานคนและเครื่องมือช่วยในการขนย้าย

ภาพที่

แสดงการกะเทาะเปลือกลูกท้อแบบใช้แรงงานคน

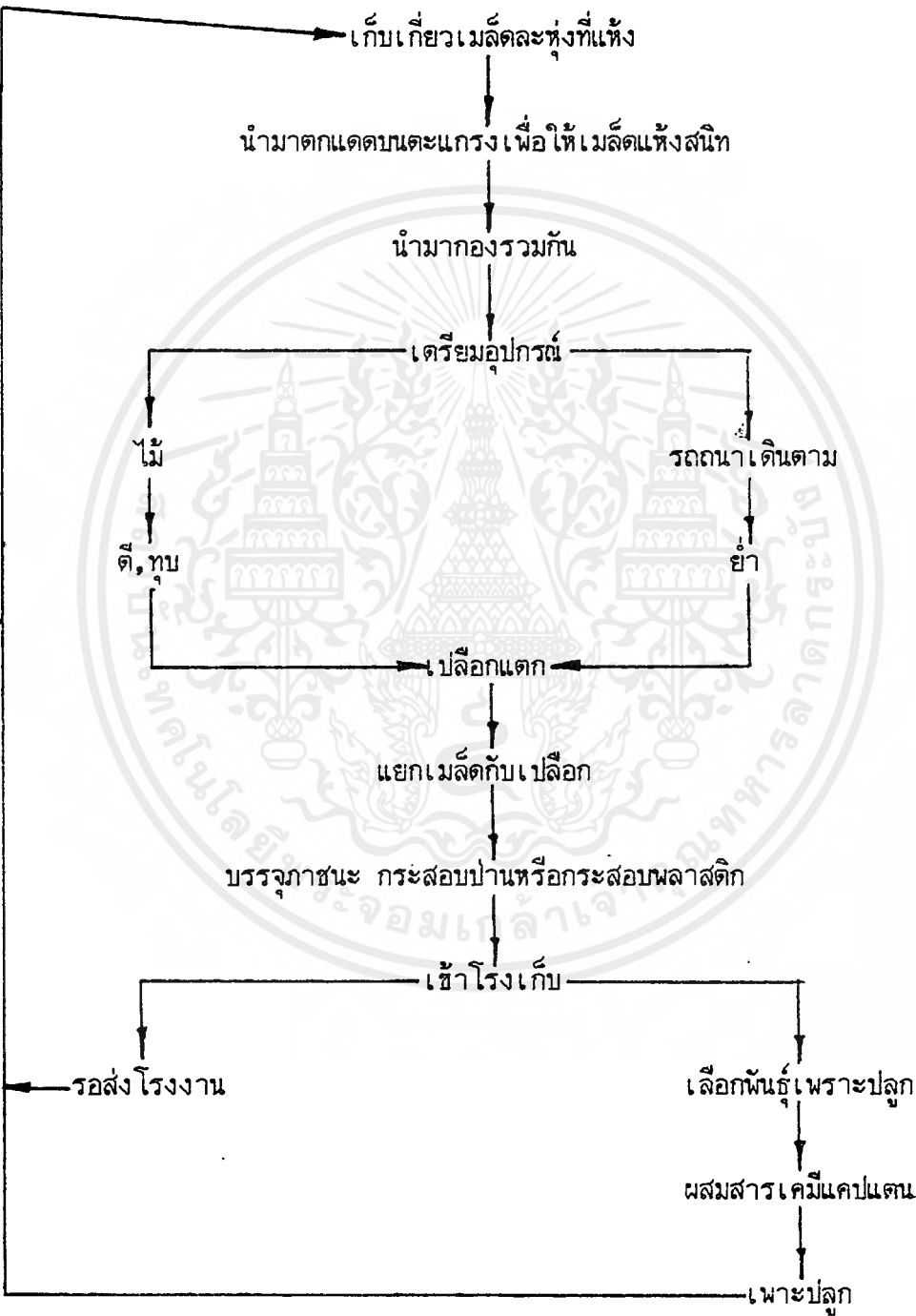


การกะเทาะเปลือกด้วยมือ

อุปกรณ์ในการกะเทาะ	ไม้, รถแทรกเตอร์
ลักษณะการกะเทาะ	ทุบ ปาด หรือ ย้ำ
ต้นกำลัง	แรงงานคน
ความสามารถในการกะเทาะ	5-15 กก./คน
การแตกหักสูงถึง	10%
ความสะอาด	ต่ำ
การแตกหักของเมล็ด	สูง
ข้อดี	สำหรับเกษตรกรที่ปลูกกะทังเป็นพืชรอง และมีรายได้ต่ำ
ข้อเสีย	ใช้แรงงานคนในการกะเทาะมาก มีเปอร์เซ็นต์ในการกะเทาะต่ำและการแตกหักสูง ทำให้เกษตรกรเกิดความเบื่อหน่ายในการกะเทาะและให้ผลผลิตต่ำ
หมายเหตุ	การใช้แรงในการกะเทาะเปลือกมีระดับเพศ วัย แตกต่างกันทำให้ การกะเทาะเปลือกไม่มีประสิทธิภาพ และไม่ได้มาตรฐาน

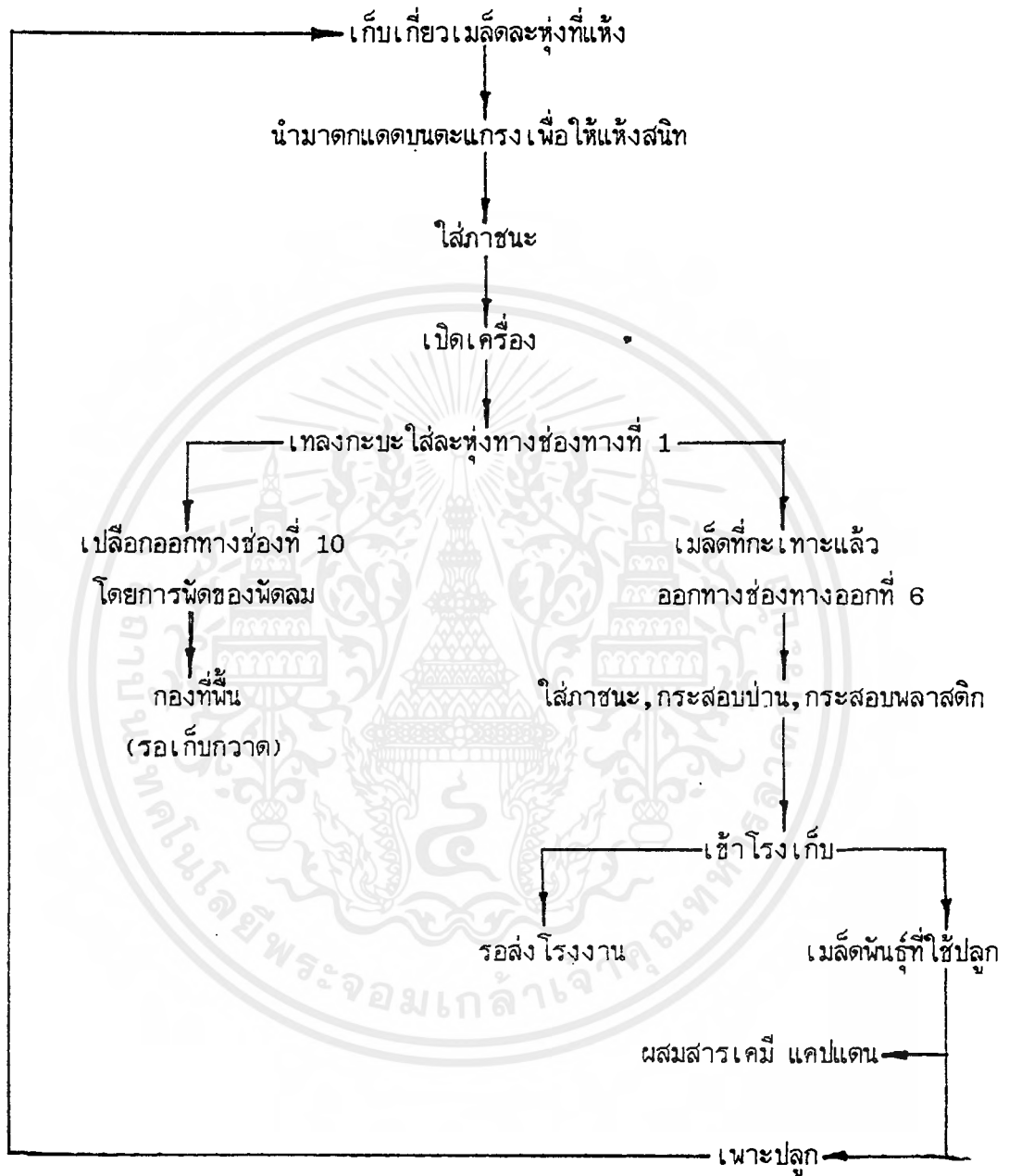
3.4.6. การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้งาน

ตารางที่ 43
แสดงพฤติกรรมแบบใช้แรงงานคนกะเพาะ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14
แสดงพฤติกรรมการใช้เครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่ง



* หมายเหตุ ดูจากภาพที่ 74 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องกะเทาะละหุ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.7. การศึกษาพฤติกรรมขั้นตอนการเก็บเกี่ยว

การศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมขั้นตอนการเก็บเกี่ยวเมล็ดหุง เพื่อนำไปกะเทาะเปลือก โดยใช้เครื่องในการกะเทาะมี ดังนี้

ภาพที่ 79

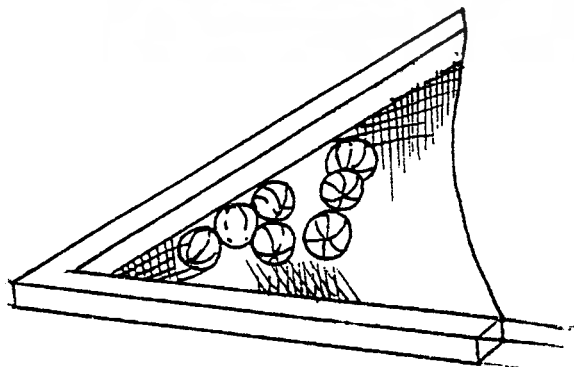
แสดงการเก็บเกี่ยวแบบเป็นช่อและแบบผล



การเก็บเกี่ยวเลือกใช้ตามพันธุ์หรือท้องที่ที่เพาะปลูกนั้นจะมีการเจริญเติบโต และการแห้งของผลหุงไม่เหมือนกัน เช่น บางท้องที่แห้งเป็นช่อ บางท้องที่แห้งเป็นผลต้องเลือกเก็บเฉพาะที่แห้งสนิทเท่านั้นจึงให้ปริมาณน้ำมันสูง

ภาพที่ 80

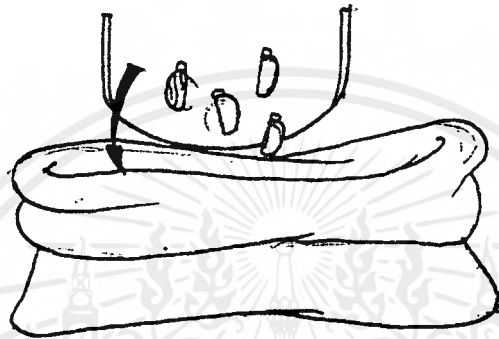
แสดงการนำเมล็ดหุงตากแดดบนตะแกรง



การนำเมล็ดละหุ่งออกตากแดด เพราะให้ผลละหุ่งแห้งสนิทง่ายต่อการกะเทาะและ
การเก็บรักษา ป้องกันโรคเชื้อราและแมลงของละหุ่ง เพื่อรอการกะเทาะ

ภาพที่ 81

แสดง เมล็ดละหุ่งที่กะเทาะแล้วบรรจุลงกระสอบป่านหรือพลาสติก

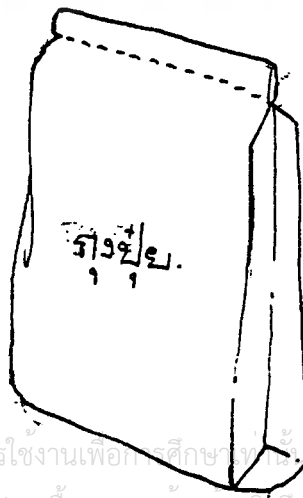


เป็นเมล็ดละหุ่งที่กะเทาะเปลือกจากเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่ง ผ่านช่องทางออก
ของเครื่องลงยังกระสอบเพื่อนำเข้าโรงเก็บ รอการจำหน่ายยังโรงงานผู้สกัดน้ำมัน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระสอบพลาสติก ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้ "กระ
สอบ" หมายถึง ภาชนะบรรจุที่ทำด้วยด้ายแถบโพลีเอทิลีน หรือทำจากแผ่นพลาสติกทอลาย
สาน อาจเคลือบด้วยวัสดุที่เหมาะสมด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้าน ซึ่งกระสอบพลาสติก
แบ่งได้ 2 แบบ คือ กระสอบธรรมดา และกระสอบขยายข้าง

ภาพที่ 82

แสดงลักษณะกระสอบพลาสติก



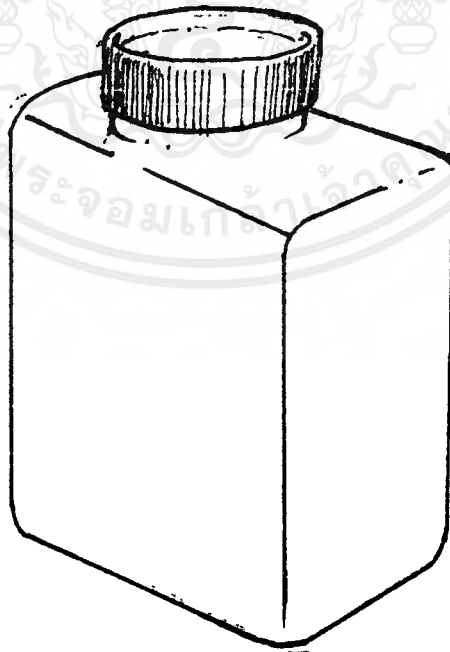
รูปที่ 1 กระสอบธรรมดา รูปที่ 2 กระสอบขยายข้าง
: ที่มีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เล่มที่ 729-2530

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 741-2530 น้ำมันละหุ่งสำหรับอุตสาหกรรมเรซิน สี และวาร์นิช ซึ่งได้ให้ความหมายคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ดังต่อไปนี้

น้ำมันละหุ่งสำหรับอุตสาหกรรมเรซิน สี และวาร์นิช ในมาตรฐานเรียกว่า "น้ำมันละหุ่ง" หมายถึง น้ำมันที่สกัดได้จากเมล็ดซึ่งมีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า โรซินัส คอมมูนิส ลินน์ (Ricinus communis Linn.) โดยวิธีบีบอัดด้วยเครื่องมือกลและอาจสกัดกากที่เหลือด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction) แล้วนำไปผ่านกรรมวิธีทำให้บริสุทธิ์ (REFININE)

ลักษณะทั่วไป เป็นของเหลวใส ปราศจากตะกอนและสารแขวนลอย การบรรจุน้ำมันละหุ่งในภาชนะที่สะอาด แห้ง และมีฝาปิดได้สนิท ปริมาณสุทธิของน้ำมันละหุ่งในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

ภาพที่ 83
แสดงลักษณะน้ำมันละหุ่งที่สกัดจำหน่าย



3.4.8. สรุปข้อมูลขั้นตอนการผลิตน้ำมันและกากละหุ่ง (บริษัท สยามน้ำมันและหุง จำกัด)

การผลิตน้ำมัน และกากละหุ่งของบริษัท สยามน้ำมันและหุง จำกัด แบ่งได้ 3 ขั้นตอนใหญ่ดังนี้

1. ขั้นตอนการเตรียมและบีบน้ำมัน (PREPARATION) เป็นขั้นตอนเริ่มต้นของกระบวนการผลิตน้ำมันและหุง โดยเมล็ดละหุ่งที่ส่งมาจากเกษตรกรมีขนาดที่แตกต่างกันและมีสิ่งเจือปนหลายอย่าง ซึ่งต้องทำความสะอาด จัดสิ่งเจือปนเหล่านั้นออก อีกทั้งเป็นการเตรียมลักษณะของวัตถุดิบให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่อไป
2. ขั้นตอนการสกัดน้ำมัน (EXTRACTION) CAKE ที่ผ่านการบีบและยังคงมีน้ำมันและหุงค้างอยู่ จึงต้องชะล้างน้ำมันและหุงนั้นออกจนหมดด้วยวิธีสกัดโดยใช้สารสกัด (SOLVENT) นอกจากนั้นในขั้นตอนนี้ยังทำหน้าที่ควบคุมการสูญเสียของสารสกัด ให้สามารถนำกลับไปใช้งานได้อีกและอบไล่สารพิษที่มีอยู่ในเนื้อกากด้วย
3. การปรับปรุงคุณภาพ (REFINERY) น้ำมันดิบที่ได้จากการบีบด้วยไฮโดรลิค และจากการสกัดยังมีสิ่งเจือปนอยู่ เช่น กรดไขมัน, น้ำ และกากเนื้อละหุ่งเป็นต้น จึงต้องแยกสิ่งต่างๆ เหล่านี้ออกและต้มเดี่ยว จนน้ำมันได้คุณภาพตามมาตรฐานสากลที่กำหนดไว้

3.4.9. การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับมาตรฐานเครื่องกะเทาะ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 1172-2532 เรื่อง เครื่องกะเทาะถั่วลิสง ซึ่งได้ให้ความหมายในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ดังนี้

การกะเทาะ (SHELLING) หมายถึง การทำให้แตกและแยกเมล็ดออกมาตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องกะเทาะถั่วลิสง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ข้างเดียวที่มีการใช้วัสดุโครงสร้าง ลักษณะการกะเทาะแบบแรงเหวี่ยง และหลักการทำงานในลักษณะเดียวกับเครื่องกะเทาะเมล็ดหุง ที่ผู้วิจัยได้วิจัยอยู่นั้น จึงได้มาตรฐานบางส่วนที่ใช้กับเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่ง ได้ดังนี้

ส่วนประกอบ

เครื่องกะเทาะ อย่างน้อยต้องมีระบบและชิ้นส่วนและอุปกรณ์ดังนี้

ระบบกะเทาะ ทำหน้าที่แยกเมล็ดออกจากเปลือก

ระบบทำความสะอาด ทำหน้าที่แยกสิ่งเจือปนออกจากเมล็ดที่ผ่านระบบการ

กะเทาะ

ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ ต้องเป็นดังนี้

1. เฟลาลูกกะเทาะ จะต้องทำจากเหล็กเฟลาขาวตามมาตรฐานเหล็กเฟลาขาว เลขที่ มอก. 864 ประเภท 9GD 2-D

2. ห้องพัดลม เหล็กแผ่นที่ใช้ทำผนังห้องพัดลมต้องหนาอย่างน้อย 1.0 มิลลิเมตร
3. ดับลูกปืน ต้องเป็นชนิดที่มีแกนกันฝุ่นได้ทั้งสองด้าน
4. สายพานตัววิ่งกำลัง ตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 146
5. ถังป้อน ฝาครอบ และตำแหน่งติดตั้ง ต้องทำด้วยเหล็กแผ่นหนาอย่างน้อย

1.0 มิลลิเมตร

6. ตะแกรงกะเทาะ ต้องทำจากลวดมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 2.6 มิลลิเมตร (ตะแกรงกะเทาะเบอร์ 12) หรือเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร หรือเหล็กเส้นขนาดไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร

การทำ ส่วนต่างๆ ต้องเป็นดังนี้

1. เครื่องต้นกำลัง ต้องอยู่ในตำแหน่งที่ปลอดภัยต่อการทำงานและควบคุมง่าย
2. ส่วนหรือบริเวณที่ต้องทำความสะอาดและบำรุงรักษาอยู่เสมอ ต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถทำความสะอาดและบำรุงรักษาได้สะดวก
3. ส่วนที่เป็นจุดหมุนหรือส่วนที่มีการเสียดสีระหว่างโลหะ ต้องมีส่วนที่สามารถหล่อลื่นได้โดยสะดวก

เครื่องกะเทาะ ต้องไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ เช่น

1. สลักเกลียวหรือปลายเพลลา ต้องไม่ยื่นออกมายาวเกินไป
2. ชิ้นส่วนต่างๆ ต้องไม่มีปลายหรือขอบแหลมคม
3. ระบบส่งกำลังที่อยู่ในตำแหน่งที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ ต้องมีฝาครอบซึ่งจะถอดออกได้โดยใช้เครื่องมือเท่านั้นและไม่เป็นอุปสรรคต่อการปรับแต่งซ่อม และเปลี่ยนชิ้นส่วนอื่นๆ

ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ ต้องปรับแต่งได้ดังนี้

1. ระบบกะเทาะ ต้องสามารถปรับระยะห่างระหว่างลูกกะเทาะกับตะแกรง
2. พัดลม ต้องสามารถปรับปริมาณลมได้
3. ถังป้อน ต้องสามารถปรับอัตราการป้อนได้

หมายเหตุ ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะที่อาจเป็นสนิมได้ ต้องทาสีหรือเคลือบผิว เพื่อป้องกันสนิม

คุณลักษณะที่ต้องการ

1. ต้อง ไม่หยุดชะงักหรือติดขัดทุกระบบ
 2. ชิ้นส่วนที่หน้าที่หมุนหรือสั่น ทำงานได้อย่างสม่ำเสมอ ไม่เกิดเสียงผิดปกติ
- เนื่องจากการเสียดสีหรือความไม่สมดุล
3. ไม่มีชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ใดชำรุดเสียหาย และชิ้นส่วนที่ยึดให้ติดกันด้วยการเชื่อม สลักเกลียวหรือหมุดย้ำ ต้องไม่ร้าว คลายหรือแยกออกจากกัน

เครื่องหมายและฉลาก

เครื่องหมายและฉลากที่เครื่องกะเทาะทุกเครื่องต้องมี คือ เลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน หรือถาวร

1. ชื่อผลิตภัณฑ์
2. แบบ (Model)
3. เดือน ปีที่ทำ หรือรหัสรุ่นที่ทำ
4. ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

เครื่องกะเทาะทุกเครื่อง ต้องมีคู่มือแนะนำการใช้ซึ่งอย่างน้อยต้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ชื่อผลิตภัณฑ์
2. แบบ
3. อัตราการทำงานจำเพาะ
4. พิกัดและชนิดของเครื่องต้นกำลัง
5. ความเร็วรอบของลูกกะเทาะ
6. ความสามารถในการกะเทาะ
7. การปรับแต่งชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ
8. รายชื่อและรูปแสดงชิ้นส่วนประกอบ
9. การใช้และข้อควรระวังในการใช้
10. การบำรุงรักษา

3.4.10. การสรุปข้อมูลระบบต้นกำลัง

ส่วนประกอบภายนอก ได้แก่ เปลือกมอเตอร์ที่เลือกใช้กับเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่ง เลือกแบบเฟรมโปรง เพราะสามารถระบายอากาศได้ดี ทำให้มอเตอร์ไม่ร้อนขณะใช้งาน เพราะเครื่องกะเทาะละหุ่งเป็นการกะเทาะเปลือกซึ่งมีขนาดใหญ่ จึงไม่จำเป็นต้องป้องกันฝุ่นละอองมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์แบบต่างๆ ที่นำมาใช้เป็นมอเตอร์พัฒมส่วนมากได้แก่ มอเตอร์รีสปลิท เบสมอเตอร์คาปาซิเตอร์ มอเตอร์เซ็คเตดโพล มอเตอร์ยูนิเวอร์แซล มอเตอร์เหล่านี้จะต้องนำมาวิเคราะห์เลือกใช้ในโอกาสต่อไป เพราะมอเตอร์เหล่านี้สามารถนำมาทำพัฒมได้

คุณสมบัติของมอเตอร์แบบต่างๆ มีดังนี้

1. มอเตอร์สปริทเฟส เป็นมอเตอร์เก่าแก่ที่สุด มักใช้กับงานที่มีการสตาร์ทบ่อยครั้งและเดินเครื่องนานพอสมควร ขณะหยุดนิ่งอาจตั้งให้มอเตอร์หมุนกลับทางได้

2. มอเตอร์คาปาซิเตอร์ ใช้กับงานหนักโดยทั่วไป ในขณะที่มอเตอร์หมุนใช้งานอยู่นั้นมอเตอร์จะลดต่ำลงจากความเร็วรอบซึ่งโครฟิสถึงครึ่งหนึ่ง

3. มอเตอร์เซ็คเตดโพล ใช้งานแพร่หลายมาก เป็นมอเตอร์ขนาดเล็กๆ มีความเร็วรอบคงที่ ราคาถูก สร้างง่าย ทนทาน

4. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ มีอัตราส่วนสมรรถนะกำลังต่อจำนวนมอเตอร์มากที่สุด ความเร็วรอบสูงสุดโดยปกติคือ 4,000-16,000 รอบต่อนาที

5. มอเตอร์พัฒม เป็นพัฒมที่ไม่มีแปลงถ่าน ไม่มีชดลวด จึงเป็นมอเตอร์ที่ไม่ใช้สำหรับงานหนัก มีความเร็วรอบสม่ำเสมอ ใช้งานติดต่อกันได้นาน ไม่มีเสียงดัง

3.4.11. การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับพัฒม

ใบพัฒมแบ่งเป็น 2 พวก คือ

1. พัฒมแรงเหวี่ยง ลักษณะของลมที่วิ่งผ่านใบพัฒมจะไหลผ่านในแนวรัศมีของใบจำแนกชนิดตามลักษณะของใบดังนี้

ก. แบบใบพัดโค้งหน้า ลมที่วิ่งออกจากใบพัฒมจะวิ่งออกมาด้วยความเร็วสูงกว่าความเร็วของปลายใบพัด

ข. แบบใบตรง ใบสร้างง่าย แข็งแรง มีประสิทธิภาพต่ำสุดในพัฒมแรงเหวี่ยง

ค. แบบใบพัดโค้งหลัง ลมที่ออกมาจะมีความเร็วต่ำกว่าความเร็วที่ปลายใบพัด

2. พัฒมตามแนวแกน ลักษณะของลมที่วิ่งผ่านใบพัฒมจะขนานไปตามแนวแกนของเพลพัฒม ความดันของลมทั้งหมดได้จากการเพิ่มความเร็วของพัฒม จำแนกชนิดตามแนวแกนเป็น 3 พวกดังนี้

ก. แบบโพรเพลเลอร์ สร้างขึ้นง่ายๆ ใช้กับการส่งลมฟรี มีความดันต่ำประสิทธิภาพของพัฒมจะดีถ้าให้ช่องว่างระหว่างปลายใบพัฒมกับตัวถังน้อยที่สุด

ข. แบบทิวซ์แอกเซียล มีความดันสูง ประสิทธิภาพดีกว่าแบบโพรเพลเลอร์ มีลักษณะตัวถังเป็นทรงกระบอก ทำให้ช่องว่างระหว่างปลายใบพัฒมกับตัวถังช่วยเพิ่มสมรรถนะของพัฒม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. แบบเอนแอกเซียล มีไกด์เวนต์ติดตั้งจะติดด้านหน้าหรือด้านหลังของตัวใบพัด เนื่องจากผลทางด้านอากาศพลศาสตร์ ทำให้พัดลมมีความดันสูง และมีลมเงียบ และเพิ่มสมรรถนะของพัดลม

ในการเลือกใช้ใบพัดลมเพื่อการออกแบบมีความต้องการดังนี้ ให้ลมเงียบ มีสมรรถนะสูง มีความดันสูงเพื่อให้เกิดการดูดอากาศที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น มีแนวทางให้ลมสามารถระบายความร้อนจากมอเตอร์ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการใช้เวลานาน ใบพัดต้องมีความสมดุลจากโลหะหรือวัสดุอื่นที่เหมาะสมมีตั้งแต่ 3 ใบพัดขึ้นไป วัสดุที่ทำใบพัดต้องไม่ติดไฟง่าย ทนอุณหภูมิสูงได้ดี

3.7. การศึกษาข้อมูลด้านวัสดุและคุณสมบัติของวัสดุ

3.7.1. วัสดุประเภทอลูมิเนียม

คุณสมบัติของอลูมิเนียม มีน้ำหนักเบา มีความอ่อนมากและยึดตัวได้ดีเป็นสื่อความร้อนและกระแสไฟฟ้าที่ดี ทนต่อการพ่นร้อน ทนต่อแสงแดด สามารถดัด ตัด หรืออัดพิมพ์เป็นรูปต่างๆ ได้ง่าย สามารถเจาะกลึงได้เร็วกว่าเหล็ก ไม่ทนต่อการกระทบกระแทก ในการใช้วัสดุประเภทอลูมิเนียมผลิตส่วต่างๆ มีข้อดีและข้อเสียต่างๆ ดังนี้

1. เป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา แต่เมื่อนำเหล็กมาผสมจะมีน้ำหนักมากขึ้นพอสมควร แต่เบากว่าเหล็ก และ สแตนเลส
2. เป็นวัสดุที่สามารถทำให้เป็นรูปร่างต่างๆ ได้ตามต้องการ
3. เป็นวัสดุที่ไม่ต้องเคลือบสีผิวก็ทนต่อการกัดต่างๆ ได้
4. เป็นวัสดุที่ เจาะ และกลึง ได้ง่ายกว่าโลหะจำพวกเหล็กและสแตนเลส

ข้อเสีย

1. เป็นวัสดุที่มีพื้นผิว ไม่ทนต่อการกระทบกระแทก มีความแข็งแรงน้อย
2. เป็นวัสดุที่ทำเป็นสีตามต้องการไม่ได้
3. เป็นวัสดุที่มีความคงทน แรงดึงและแรงดันน้อย
4. การผลิตต้องลงทุนสูงมาก

3.7.2. วัสดุประเภทสแตนเลส

คุณสมบัติของเหล็กสแตนเลสก็เหมือน โลหะชนิดอื่น ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่างๆ ที่ใช้ผสมเข้าไปในเหล็กสแตนเลส

จากข้อมูลของวัสดุประเภทสแตนเลสมีทั้งข้อดี ข้อเสียต่างๆ ดังนี้

ข้อดี

1. คงทนต่อการกัดกร่อนได้ดี
2. เสียค่าบำรุงรักษาน้อยมาก
3. มีน้ำหนักและการรับน้ำหนักจากแรงกดแรงดันได้ดี
4. เป็นวัสดุที่หาซื้อได้ตามท้องตลาด
5. ผลิตเป็นชิ้นส่วนต่างๆ ได้ในโรงงานอุตสาหกรรม

ข้อเสีย

1. มีราคาต้นทุนค่อนข้างสูง
2. เป็นวัสดุที่ทำสีเคลือบผิวให้เป็นสีต่างๆ ไม่ได้
- 3.7.3. วัสดุประเภทเหล็ก

เหล็กเป็นวัสดุที่ใช้กันมากที่สุด เหล็กบริสุทธิ์มีความเหนียวและอ่อนตัวสูง เนื่องจากเหล็กมักจะรวมตัวกับออกซิเจน ทำให้เกิดสนิม ดังนั้นจึงมีการเคลือบผิวเพื่อป้องกันการกร่อน

3.7.3.1. เหล็กหล่อ

มีหลายชนิด เช่น เหล็กหล่อสีขาว เหล็กหล่อสีเทา มีความแข็งแรงสูงจนเปราะแตกง่าย เหล็กหล่อเหนียวและเหล็กหล่อพิเศษจะมีความเหนียวสูง จะทำให้รับแรงได้สูง เหล็กหล่อจึงมีน้ำหนักมาก แต่มีราคาถูก รับแรงได้พอสมควร และมีความคงทน

3.7.3.2. เหล็กกล้า

นิยมใช้ทำเครื่องมือที่มีความละเอียดอ่อน ส่วนเหล็กกล้าแผ่นมักจะนำมาใช้ทำพื้นที่การทำงานนั้น ซึ่งต้องพบกับความชื้นเสมอๆ เหล็กกล้ามีหลายชนิด ราคาแพง จึงต้องมีการคำนึงถึงการใช้งานก่อนนำมาใช้

3.7.3.3. เหล็กผสม

มีหลายชนิด มีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป อันทำให้สามารถเลือกใช้ให้ถูกกับงาน

3.7.3.4. เหล็กแผ่น

เหล็กแผ่นที่ใช้ส่วนมากมีความหนาประมาณ 1 ถึง 5 มิลลิเมตร เหล็กแผ่นที่ใช้จะไม่มีการแตกหักง่ายเนื่องจากมีความเหนียวมาก สามารถดัดงอได้และการผลิตประกอบกันส่วนมากจะใช้วิธีการเชื่อมจุดหรือตะเข็บ การเคลือบสีผิวใช้วิธีการพ่นและทา

ข้อเสีย

1. ผิวเหล็กมักเกิดสนิม เพราะจากการใช้งานนานๆ หรือจากการกระทบกระแทกกระหว่างเคลื่อนย้ายหรือภาวะกระทบจากวัสดุอื่นขณะใช้งาน ทำให้สีเคลือบผิวหลุด ทำให้ทำความสะอาดยาก

2. เหล็กแผ่นผุกร่อนเป็นรู เพราะสาเหตุจากการใช้งานนานๆ เข้า และขาดการบำรุงรักษาที่ดี

3.7.3.5. ท่อโลหะกลมกลวง

ข้อดี

1. ตัดโค้งได้ง่าย
2. เชื่อมรอยจุดเมื่อเทียบท่อสี่เหลี่ยมกลวง
3. เทียบราคาถูกกว่าท่อสี่เหลี่ยมกลวงเพราะมีน้ำหนักเบา

ผลเสีย

1. เนื้อที่ในการสัมผัสของท่อเหล็กกลม 2 ท่อเมื่อนำมาวางทาบติดกันมีน้อยหรือมีเพียงจุดเดียว ทำให้เกิดแรงบิดได้
2. ผลิตรออกมาในลักษณะที่แข็งแรง ต้องใช้ท่อเหล็กจำนวนมาก
3. เมื่อวัสดุอ่อนกระแทกทำให้เป็นรอยบุบได้ง่ายเพราะมีสันรองรับ
4. ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ต่างๆ ที่ไม่มีการยึดกันลึกลงไปจะมีความคงทนน้อยกว่าท่อสี่เหลี่ยมกลวง

3.7.3.6. ท่อโลหะสี่เหลี่ยมกลวง

ข้อดี

1. เนื้อที่ในการสัมผัสของท่อเหล็กสี่เหลี่ยม 2 ท่อเมื่อนำมาวางทาบติดกันมีพื้นที่หรือจุดสัมผัสมากกว่าท่อเหล็กกลม จึงไม่สามารถทำให้เกิดการบิดได้ง่าย หรือเกิดได้น้อยมาก
2. เกิดรอยบุบได้ยากกว่าท่อเหล็กกลมกลวงเพราะมีสันรองรับ 4 สัน
3. มีความคงทน และใช้ผลิตอุปกรณ์ที่ใช้ในการยึด

ข้อเสีย

1. ตัดโค้งได้ยาก ถ้าตัดทำให้เกิดรอยร้าว จึงต้องตัดและพับเพื่อเชื่อม
2. มีการเชื่อมมาจุด
3. มีราคาแพงกว่าท่อโลหะกลมกลวงในขนาดเท่ากันเพราะมีน้ำหนักมากกว่า

3.8 สรุปข้อมูลการใช้ล้อ

ลักษณะล้อที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของเครื่องยกตะแคงจะเป็นล้อประเภทยางตัน ซึ่งล้อยางตันจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 นิ้ว และมีชายตามท้องตลาดทั่วไป ล้อยางตันนี้มีหลายชนิดตามลักษณะการใช้งานและวัสดุที่ผลิตขึ้น

3.8.1. ประเภทของล้อ

3.8.1.1. ล้อเหล็ก ผลิตจากเหล็กแบบแทนลื้อ ไม่มีดลับลูกปืนมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 100-150 มม. มีขนาดกว้างตั้งแต่ 30-35 มม.

3.8.1.2. ล้อไบนลอน ขึ้นรูปโดยการฉีดไบนลอนเข้ายังแม่แบบ แกนกลางมีดลับลูกปืนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5-125 มม. ขนาดหน้ากว้าง 20-24 มม.

3.8.1.3. ล้อยางอ่อน เป็นล้อยางอ่อนสวมอยู่รอบแกนล้อ ภายในล้อมีดลับลูกปืน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100-200 มม. หน้ายาวกว้าง 32-46 มม.

3.8.1.4. ล้อยาง ทำจากยาง มีดลับลูกปืนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100-200 มม. หน้ายาวกว้าง 22-35 มม.

3.8.1.5. ล้อพีโนลิต มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 75-150 มม. หน้าล้อกว้าง 27-43 มม.

3.8.1.6. ล้อโพลียูเรเทน หุ้มล้อรอบไบนลอน ภายในแกนกลางมีดลับลูกปืน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 11-200 มม. หน้าล้อกว้าง 29-44 มม.

3.8.1.7. ล้อยางมีแกนล้อทำจากไฟเบอร์ ล้อไฟเบอร์หุ้มรอบด้วยยาง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 200-250 มม. หน้ากว้าง 25 มม.

3.8.1.8. ล้อที่ใช้กับงานหนัก เหมาะสำหรับใช้งานที่ต้องการรับน้ำหนักมากๆ แต่ยังสะดวกต่อการขึ้นและการเคลื่อนที่ มีทั้งแบบธรรมดาและล้อแบบมีดลับลูกปืน วัสดุที่ใช้กำลัง ได้แก่ ยาง เหล็ก ไบนลอน โพลียูเรเทน และพีโนลิต

สำหรับการนำไปใช้งาน ขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งาน คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 100-125 มม. สามารถรับน้ำหนักได้ 90-145 กก. มีความสูงของล้อทั้งหมด 140-175 มม.

3.8.1.9. ล้อที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรม เป็นล้อที่นิยมใช้กันมากในการติดตั้ง ที่ต้องรับน้ำหนักปานกลางถึงน้ำหนักมาก แกนล้อมีทั้งแบบมีลูกปืนและไม่มีลูกปืน มีทั้งล้อตายและล้อที่สามารถหมุนได้รอบ

การนำไปใช้งาน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เหมาะสมตั้งแต่ 100-125 มม. สามารถรับน้ำหนักได้ 90-145 กก./ล้อ ความสูงล้อ 132-168 มม. หน้ายาวล้อแบบยางอ่อนมีความกว้าง 32-38 มม.

3.9 สรุปข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ

3.9.1. ผู้วิจัยได้ศึกษาสิ่งที่ใช้กับเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่ง ซึ่งเป็นเครื่องจักรกลการเกษตร ซึ่งลักษณะที่ใช้ในตัวผลิตภัณฑ์จะต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้

1. จะต้องเป็นสิ่งที่คล้อยตามไปกับสิ่งแวดล้อม
2. จะต้องเป็นสิ่งที่คล้อยตามโครงสร้าง

3. จะต้องเป็นสีที่ใช้กับงานเครื่องจักรกล

3.9.2. สรุปข้อมูลสีที่มีต่อความรู้สึกที่ใช้กับเครื่องกะเทาะละทุ้ง คือ

สำหรับเครื่องกะเทาะเมล็ดละทุ้งใช้สีเขียว เพราะเป็นสีที่คล้อยตามไปกับสิ่งแวดล้อม และเป็นสีที่ให้ความรู้สึกสดชื่นกระชุ่มกระชวย ใช้พักสายตาได้ สีเขียวเป็นสีของใบไม้ แสดงถึงความสงบเยือกเย็น

สำหรับส่วนโครงสร้างที่เป็นอันตราย หรือต้องระวัง จะใช้สีแดง, สีส้ม, สีเหลือง เพราะเป็นสีที่เด่นชัด และใช้สำหรับเตือนให้ระวัง มองเห็นได้ในระยะไกล

3.9.3. สรุปข้อมูลการสะท้อนของสี

1. สีเขียวอ่อน	สะท้อนแสงได้ร้อยละ	25-50
2. สีเขียวแก่	สะท้อนแสงได้ร้อยละ	15-25
3. สีเขียวหยก	สะท้อนแสงได้ร้อยละ	41.0
4. สีแดง	สะท้อนแสงได้ร้อยละ	15.25
5. สีแดงเข้ม	สะท้อนแสงได้ร้อยละ	7.0
6. สีเหลือง	สะท้อนแสงได้ร้อยละ	65.0

ตารางที่ 45

การวิเคราะห์ การใช้วัสดุในการผลิตฝาคกรอบโครงสร้าง

- 1. เหล็กแผ่น คุณสมบัติ มีความคงทนแข็งแรง ทนต่อการกัดและต่าง สามารถ ตัดหล่อ ขึ้นรูปได้ และทนต่อแรงกระแทกได้ดี
- 2. อลูมิเนียม มีน้ำหนักเบา สามารถตัดมุมโค้งได้ตามต้องการ ทนกรดด่างไม่เป็นสนิม ไม่ทนต่อการกระแทก
- 3. สแตนเลส มีราคาแพง ไม่เป็นสนิม ทนต่อการกัดกร่อน รับแรงกดได้ดี ทำความสะอาดและบำรุงรักษาได้ง่าย

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ผลิตง่ายในระบบอุตสาหกรรม	4	4	3
2	ต้นทุนในการผลิตต่ำ	4	4	2
3	ทนต่อแรงกระแทกขณะใช้งานได้ดี	5	2	3
4	มีความคงทนแข็งแรง	5	2	4
5	มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน	4	3	4
รวม		22	15	15

จาก ตารางที่ 45 วัสดุในการผลิตฝาคกรอบโครงสร้าง คือ โลหะแผ่น

ตารางที่ 46

การวิเคราะห์ การใช้วัสดุในการผลิตโครงสร้าง

- 1. โลหะท่อกลมกลวง: ตัดโค้งได้ง่าย มีการเชื่อมน้อยจุด ราคาถูกกว่าสี่เหลี่ยมกลวงมีหน้าสัมผัสน้อย
- 2. โลหะท่สี่เหลี่ยมกลวง มีจุดสัมผัสมากกว่าท่อกลมกลวง มีความคงทนแข็งแรง เกิดรอยบุบได้ยาก ตัดโค้งได้มาก มีราคาแพงกว่า
- 3. เหล็กโครงสร้างรูปพรรณตัว L มีจุดสัมผัสน้อยกว่าโลหะท่สี่เหลี่ยมกลวง ประหยัดเนื้อโลหะ มีหน้าสัมผัสมาก สามารถเดินสายไฟได้สะดวก

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ง่ายต่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม	2	3	4
2	ต้นทุนการผลิตต่ำ	3	2	5
3	มีหน้าสัมผัสในการเจาะรู เพื่อยึดอุปกรณ์ได้ง่าย	2	4	4
4	มีความคงทนแข็งแรงต่อการสั่นสะเทือน	2	5	4
5	ง่ายต่อการซ่อมบำรุงและการรักษา	4	3	4
รวม		12	18	22

จาก ตารางที่ 46 วัสดุที่ใช้ในการผลิตโครงสร้างเป็นเหล็กโครงสร้างรูปพรรณตัว L

ตารางที่ 47

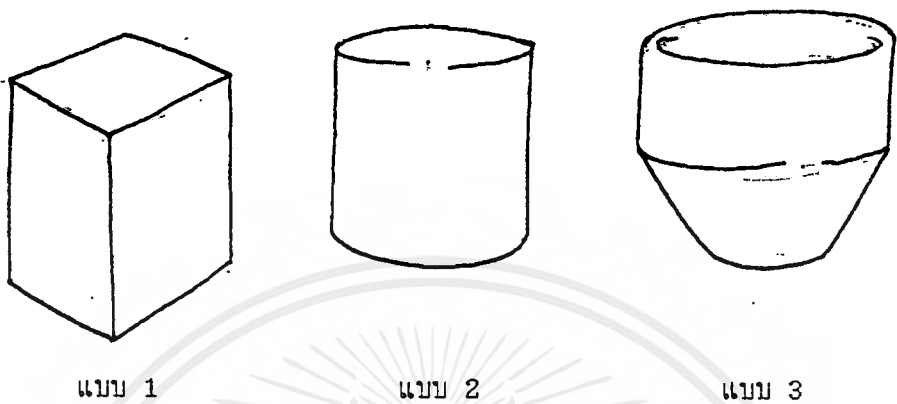
การวิเคราะห์ ลักษณะรูปแบบฐานเครื่อง

- 1. แบบเปิดโปรงโครงสร้าง
- 2. แบบปิดทับ

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ง่ายต่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม	4	3
2	ต้นทุนการผลิตต่ำ	4	2
3	การบำรุงรักษาง่าย	2	4
4	มีความแข็งแรงทนทานต่อการสั่นสะเทือน	4	4
5	ป้องกันสิ่งแปลกปลอมเข้าไปทำลายเครื่องได้	2	4
รวม		16	17

จาก ตารางที่ 47 ลักษณะรูปแบบฐานเครื่อง คือ แบบปิดทับ

ตารางที่ 48
การวิเคราะห์ ลักษณะรูปทรงโครงสร้างส่วนจานกะเทาะ



ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความเหมาะสมกับรูปแบบของจานกะเทาะ	2	4	5
2	ต้นทุนในการผลิตต่ำ	3	5	4
3	ง่ายต่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม	2	4	3
4	ความเหมาะสมในการถ่ายเทเมล็ดลงสู่ช่องลม	2	4	5
5	ความปลอดภัยขณะใช้งาน	2	4	5
รวม		11	21	22

จาก ตารางที่ 48 ลักษณะรูปทรงโครงสร้างส่วนจานกะเทาะ คือ
แบบที่ 3 เพราะได้รับการพิจารณาตามเกณฑ์แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 49
การวิเคราะห์ ลักษณะรูปทรงของปล่องทางออกแล้ว



แบบที่ 1 แบบที่ 2 แบบที่ 3

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ง่ายต่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม	4	3	4
2	ง่ายต่อการส่ง เมล็ดลงสู่กระสอบ	3	3	4
3	ความเหมาะสมกับรูปแบบในการออกแบบ	3	3	5
4	ความปลอดภัยขณะใช้งาน	2	3	4
5	ง่ายต่อการซ่อมบำรุงและดูแลรักษา	4	3	4
6	ต้นทุนในการผลิตต่ำ	2	3	4
รวม		19	17	25

จาก ตารางที่ 49 ลักษณะรูปทรงของปล่องทางออกเมล็ด คือ แบบที่ 3
เพราะ ได้ผ่านการพิจารณาตามเกณฑ์แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 50

การวิเคราะห์ การยึดติดโครงสร้าง

- 1. การเชื่อม มีความคงทนแข็งแรง ต่อการสั่นสะเทือน ง่ายต่อการต่อประกอบ โครงสร้าง
- 2. การยึดสกรู มีความแข็งแรงน้อยกว่าการเชื่อม ยุ่งยากต่อการผลิตและราคา ต้นทุนสูง และต้องใช้เป็นจำนวนมาก

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ง่ายต่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม	4	3
2	ความแข็งแรงคงทนต่อแรงสั่นสะเทือนและการกระทบกระเทือน	4	3
3	ต้นทุนในการผลิตต่ำ	4	3
4	มีอายุการใช้งานที่นาน	4	3
5	ง่ายต่อการซ่อมบำรุงและการรักษา	4	4
รวม		20	16

จาก ตารางที่ 50 การยึดติดโครงสร้าง คือ การเชื่อมในส่วนที่ต้องการความแข็งแรงและการยึดติดตายตัว

ตารางที่ 51
การวิเคราะห์ ลักษณะโครงสร้างปล่องเทเมล็ดละหุ้ง



ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ง่ายต่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม	2	4	4
2	ต้นทุนในการผลิตต่ำ	2	4	4
3	มีความปลอดภัยขณะใช้งาน	2	4	4
4	ความเหมาะสมกับปริมาณการกะเทาะเมล็ด	4	5	4
5	มีความแข็งแรงทนทาน	4	4	3
รวม		14	21	19

จาก ตารางที่ 51 ลักษณะโครงสร้างปล่องเทเมล็ดละหุ้ง คือ
แบบที่ 2 เพราะผ่านเกณฑ์การพิจารณาแล้ว

ตารางที่ 52

การวิเคราะห์ การยึดติดฝ่าปลองใส่เมล็ดละหู่

- 1. สกรูขัน สามารถถอดประกอบได้ด้วยอุปกรณ์
- 2. การสวมติด ใช้การดึง โดยมีเคี้ยวเกี่ยวเพื่อยึดติด
- 3. ใช้ระบบล็อก เป็นการล็อกเพื่อถอดประกอบต้องคลายสลักล็อก

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ง่ายต่อการถอดประกอบ	4	3	3
2	ทนต่อแรงกระแทกของเมล็ดขณะเหวี่ยง	4	3	4
3	มีความแข็งแรงทนทาน	4	3	4
4	มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน	4	2	4
5	ผลิตง่ายในระบบอุตสาหกรรม	4	3	3
6	ต้นทุนในการผลิตต่ำ	4	5	2
รวม		24	19	20

จาก ตารางที่ 52 การยึดติดฝ่าปลองใส่เมล็ดละหู่ คือ สกรูขัน

ตารางที่ 53

การวิเคราะห์ การผลิตฝาคกรอบสายพาน

- 1. แบบมีฝาคกรอบ สามารถป้องกันอันตราย และฝุ่นละอองที่จะเข้าเกาะจับสายพานและมูเล่ได้ แต่อากาศเข้าค่อนข้างน้อยกว่าแบบไม่มี
- 2. แบบไม่มีฝาคกรอบ ระบายอากาศที่เข้ายังช่องได้ดี ซ่อมบำรุงง่าย

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	สามารถป้องกันอันตรายขณะใช้งานได้	4	2
2	ง่ายแก่การซ่อมบำรุง	3	4
3	ความเหมาะสมในการใช้งานและการออกแบบ	4	2
4	ทำให้ยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์	4	2
5	สามารถดูแลรักษา และซ่อมแซมง่าย	3	2
รวม		18	12

จาก ตารางที่ 53 การผลิตฝาคกรอบสายพาน เป็นแบบมีฝาคกรอบ เพื่อยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ และความปลอดภัย แรงและการยึดติดตายตัว

ตารางที่ 54

การวิเคราะห์ การใช้วัสดุในการผลิตฝาคกรอบสายพานช่องลม

- 1. โลหะแผ่น มีความคงทนแข็งแรง ทนต่อการดและต่าง และทนต่อแรงกระแทกได้ดี
- 2. อลูมิเนียม มีน้ำหนักเบา สามารถดัดมุมโค้งได้ตามต้องการ ทนกรด ต่าง ไม่เป็นสนิม แต่ไม่ทนต่อแรงกระแทก
- 3. สแตนเลส มีราคาแพง ไม่เป็นสนิม ทนต่อการกัดกร่อน รับแรงกดได้ดี
- 4. พลาสติก วัสดุหาง่าย ผลิตจำนวนมากถึงชุมชน ราคาถูก เกิดการแตกหักเมื่อใช้งานนานๆ

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ผลิตง่ายในระบบอุตสาหกรรม	4	4	4	4
2	ต้นทุนในการผลิตต่ำในการผลิตจำนวนไม่มากนัก	4	3	2	3
3	ทนต่อแรงกระแทกหรือระบบสันสะเทือนได้ดี	5	2	3	2
4	มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน	5	4	4	3
5	ง่ายต่อการซ่อมบำรุงและการรักษาด้วยตัวเกษตรกรเอง	4	3	2	2
รวม		22	16	15	14

จาก ตารางที่ 54 วัสดุที่ใช้ในการผลิตฝาคกรอบสายพาน คือ โลหะแผ่น

ตารางที่ 55

การวิเคราะห์ การยึดติดฝ่าครอบสายพาน

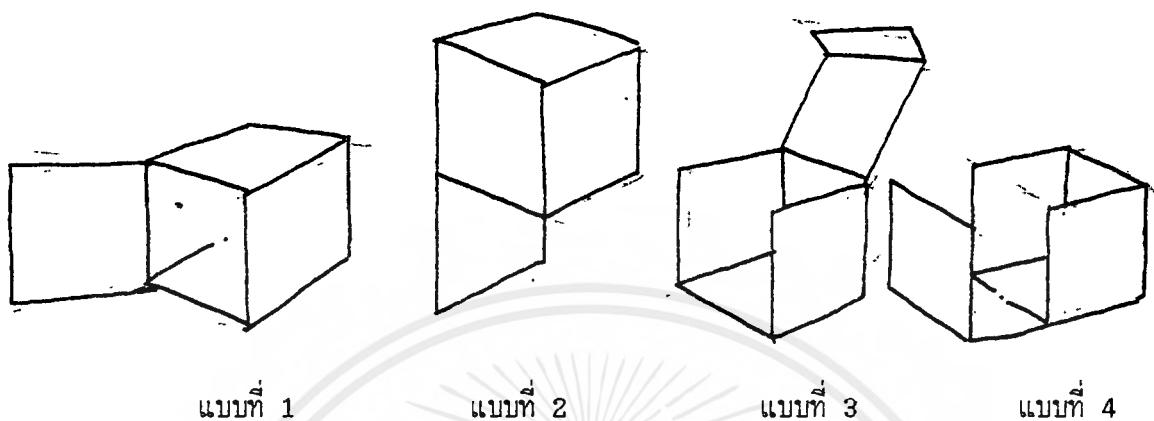
- 1. การเชื่อม เป็นการยึดแบบติดต่อกันตัว
- 2. การยึดโดยใช้ไนอต เป็นการยึดที่สามารถถอดประกอบโดยใช้เครื่องมือ
- 3. การใช้บานพับ เป็นการยึดที่สามารถเปิดปิดด้วยระบบล็อก

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ง่ายต่อการบำรุงรักษาและซ่อมแซมอุปกรณ์	2	5	4
2	มีความแข็งแรงทนทานต่อแรงสั่นสะเทือน	4	3	2
3	มีอายุการใช้งานยาวนาน	4	3	2
4	ง่ายต่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม	3	4	3
5	ด้วยตัวเกษตรกรเอง			
รวม		13	15	11

จาก ตารางที่55การยึดติดฝ่าครอบสายพาน คือ การยึดด้วยไนอต เพราะเป็นการถอดประกอบด้วยอุปกรณ์

ตารางที่ 56

การวิเคราะห์ การเปิดปิดฝาครอบมอเตอร์พัดลม



ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความสะดวกสบายในการใช้งาน	3	4	5	2
2	ง่ายต่อการบำรุงรักษาและซ่อมแซมมอเตอร์	4	3	5	2
3	ความปลอดภัยขณะใช้งาน	4	2	4	2
4	มีหน้าสัมผัสกับวัตถุน้อยที่สุด	4	4	4	2
5	ความเหมาะสมกับรูปแบบและการออกแบบโครงสร้าง	4	4	5	3
รวม		19	17	23	11

จาก ตารางที่ 56 การเปิดปิดฝาครอบมอเตอร์พัดลม คือ แบบที่ 3

เพราะมีคุณสมบัติตามเกณฑ์การพิจารณาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 57
การวิเคราะห์ การยึดติดผ่านกรอบมอเตอร์

- 1. การเชื่อมติดตามตัว
- 2. การชั้นสกรูติดเปิดถอดประกอบ
- 3. การใช้น้ำมันเพื่อการเปิดปิดใช้งาน
- 4. การใช้ระบบเลื่อนโดยใช้เดือยหลัก

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความแข็งแรงทนทานต่อระบบสันสะเทือน	5	4	4	3
2	ความปลอดภัยขณะใช้งาน	4	4	4	3
3	ง่ายต่อการซ่อมบำรุงและดูแลรักษามอเตอร์	2	3	5	4
4	ต้นทุนในการผลิตต่ำ	3	3	4	4
5	ความสะดวกสบายขณะใช้งาน	2	3	5	4
รวม		16	17	22	18

จาก ตารางที่ 57 การยึดติดผ่านกรอบมอเตอร์โดยการใช้บานพับ ช่วยในการเปิดปิด เพราะมีคุณสมบัติตามเกณฑ์การพิจารณาแล้ว

ตารางที่ 58
การวิเคราะห์ ระบบล้อคฝาครอบมอเตอร์

- 1. ใช้แม่กุญแจ
- 2. ใช้การยึดสลกรู
- 3. ใช้กลอนประตู

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความคงทนแข็งแรง	3	4	3
2	สามารถทนต่อการสั่นสะเทือนขณะใช้งาน	2	5	4
3	สะดวกสลายขณะใช้งาน	3	3	4
4	มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน	3	3	2
5	ง่ายต่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม	2	4	3
รวม		13	19	16

จาก ตารางที่ 58 ระบบล้อคฝาครอบมอเตอร์ ใช้แบบการยึดสลกรู เพราะทนทาน และง่ายต่อการใช้งาน ทว่าสะดวกในการซ่อมบำรุงได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 59

การวิเคราะห์ การใช้วัสดุในการผลิตปล่องลมส่วนทางออกของเปลือก

1. โลหะแผ่น ความคงทนแข็งแรง ทนต่อกรดและด่าง และทนทานต่อแรงกระแทก แต่ระบายลมไม่ดี
2. เหล็กตะแกรง ใช้ในการกรองสิ่งที่มีขนาดใหญ่ มีความแข็งแรงทนทานต่อแรงกระแทกน้อยกว่าโลหะแผ่น
3. ลวดสาน ยุ่งยากในการผลิต และการเชื่อมประสาน แต่มีความแข็งแรงทนทานต่อการกระทบกระแทก

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ผลิตได้ง่ายในระบบอุตสาหกรรม	4	4	3
2	สามารถระบายลมได้ดี	2	5	5
3	ทนต่อแรงกระแทกในขณะใช้งาน	4	4	4
4	มีอายุการใช้งานได้ยาวนาน	4	4	4
5	สามารถเชื่อมต่อประสานได้ง่ายและแข็งแรง	4	4	2
รวม		18	21	18

จาก ตารางที่ 59 การเลือกวัสดุทำปล่องลมทางออกของเปลือกเมล็ดละหุ่ง คือ
เหล็กตะแกรง

ตารางที่ 60

การวิเคราะห์ การยึดติดปากปล่องทางออกเปลือกเมล็ดละหุ่ง

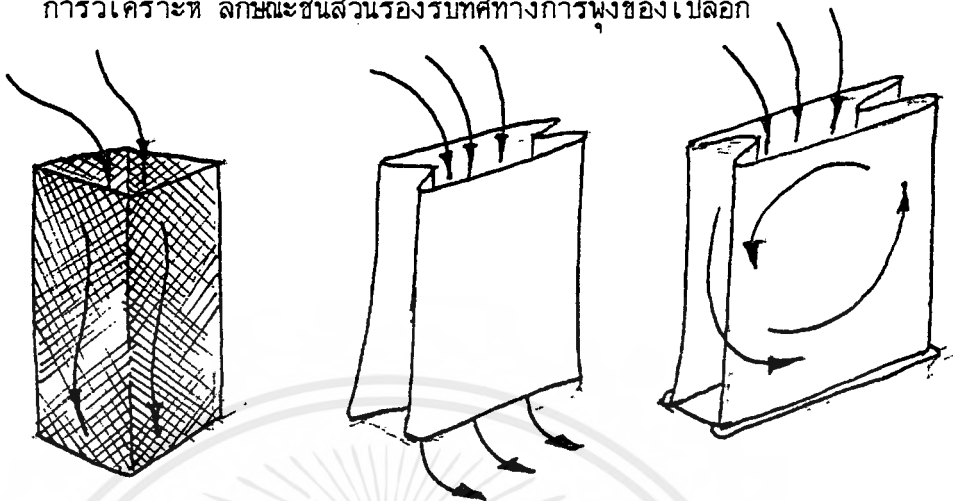
- 1. การชันสกรู
- 2. แบบเกี่ยว
- 3. แบบสลัก
- 4. แบบเลียบ

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	คงทนแข็งแรงต่อการกระแทกของลมและเปลือก	5	2	4	3
2	ง่ายต่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม	4	3	4	3
3	สามารถรับแรงได้ดี	5	2	4	3
4	สามารถถอดประกอบได้ง่าย	3	4	3	4
5	ง่ายต่อการซ่อมบำรุง	4	2	4	2
รวม		21	13	19	15

จาก ตารางที่ 60การยึดติดปากปล่องช่องทางออกเปลือกเมล็ดละหุ่ง คือ แบบชันสกรู เพราะสามารถประกอบได้สะดวก มีความแข็งแรงทนทานต่อแรงกระแทก

ตารางที่ 61

การวิเคราะห์ ลักษณะชิ้นส่วนรองรับทิศทางการพุ่งของเปลือก



แบบที่ 1 เหล็กตะแกรง แบบที่ 2 ถูบ้วยตัดหัวท้าย แบบที่ 3 ถูบั้ง

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ต้นทุนในการผลิตต่ำ	3	5	4
2	หาซื้อเปลี่ยนได้ง่ายขณะซ่อมบำรุง	2	5	5
3	ง่ายต่อการเก็บรักษาทำความสะอาดและซ่อมบำรุง	3	4	4
4	สามารถถ่ายเทเปลือกเมล็ดได้ดี	5	4	3
5	สะดวกสบายขณะใช้งาน	4	5	3
รวม		17	23	14

จาก ตารางที่61 ลักษณะชิ้นส่วนรองรับทิศทางการพุ่งกระจายของเปลือก คือ แบบ
ใช้ถูบ้วยตัดหัวท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 62

การวิเคราะห์ การยึดติดสูงเข้ากับปากปล่อง

- 1. ยึดติดตายตัวเข้ากับปากปล่อง
- 2. การใช้แหวนรัดบนขอบปากปล่อง
- 3. ยึดด้วยสกรูขันเข้าปากตะแกรง

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความแข็งแรงทนทาน	4	4	3
2	ง่ายต่อการถอดประกอบเพื่อบำรุงรักษา	2	4	3
3	ง่ายต่อการซ่อมบำรุงและการบำรุงรักษา	2	4	4
4	ประหยัดต้นทุนในการผลิต	3	3	4
5	ไม่ทำให้ถุงผ้าฉีกขาด	4	4	2
6	ความเป็นไปได้ในการออกแบบ	2	3	2
7	สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม	3	4	3
รวม		20	26	21

จาก ตารางที่ 62 การยึดติดสูงเข้ากับปากปล่อง คือ แบบการใช้แหวนรัดบนขอบปากปล่อง เพราะมีคุณสมบัติผ่านเกณฑ์ที่พิจารณาแล้ว

ตารางที่ 63

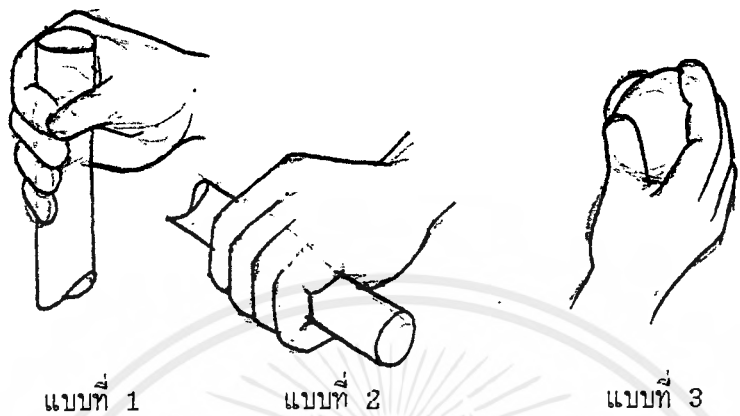
การวิเคราะห์ การใช้วัสดุในการผลิตตามจับที่เปิดปิดช่องลม

- 1. โลหะท่อกลมกลวง สามารถดัดมุมโค้งต่างๆ ได้ดี ทนกรดต่างระบบแรงกระแทกได้ดี มีจุดเชื่อมน้อย
- 2. โลหะสี่เหลี่ยมกลวง สามารถรับแรงได้ดี มีหน้าสัมผัสในการยึดติดมาก มีราคาแพงกว่าโลหะกลมกลวง
- 3. โลหะแผ่น สามารถดัด นับ ขึ้นรูปได้ดี มีความแข็งแรงทนทาน ทนกรดและด่าง

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนเมื่อในการออกแบบ	5	3	2
2	ต้นทุนในการผลิตต่ำ	3	2	4
3	ทนทานต่อแรงกด และแรงดันขณะใช้งาน	3	4	2
4	มีการเชื่อมน้อยจุด	4	2	4
5	มีความแข็งแรง ทนทาน	4	4	2
6	มีความปลอดภัยขณะใช้งาน	4	5	2
รวม		23	20	16

จาก ตารางที่ 63 การใช้วัสดุในการผลิตตามจับที่เปิดปิดช่องลม คือ โลหะท่อกลมกลวง

ตารางที่ 64
การวิเคราะห์ ลักษณะการจับที่เปิดปิดช่องลม



ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	สะดวกสบายขณะใช้งาน	4	3	2
2	มีความแข็งแรงทนทานต่อแรงกด	4	4	3
3	ง่ายต่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม	5	5	3
4	ง่ายต่อการซ่อมบำรุงและการดูแลรักษา	5	5	3
5	สามารถป้องกันอันตรายต่อกระตบน้อยที่สุด	5	3	5
6	ต้นทุนในการผลิตต่ำ	3	4	2
รวม		26	24	18

จาก ตารางที่ 64 ลักษณะการจับที่เปิดปิดช่องลม คือ แบบที่ 1 เพราะได้ผ่านเกณฑ์
การพิจารณาแล้ว

ตารางที่ 65

การวิเคราะห์ การใช้วัสดุหุ้มที่จับบังคับข้อลง

- 1. ยาง มีความยืดหยุ่น ทนกรดและด่าง หาซื้อได้ตามท้องตลาด ทนแรงกระแทกได้ดี เกิดการฉีกขาดยาก
- 2. ผ้า ทำความสะอาดยาก หาซื้อได้ตามท้องตลาด เกิดการฉีกขาดได้ง่าย ทนกรดและด่างไม่ดี
- 3. หนังเทียม มีความลื่นเมื่อเจอน้ำหรือน้ำมัน ทนแรงกระแทก ทนแรงฉีกขาดได้ดีกว่าผ้า

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ทนต่อแรงกระแทกได้ดี	5	2	3
2	ไม่ลื่นขณะใช้งาน	4	3	2
3	มีอายุการใช้งานได้นาน	4	2	3
4	ทำความสะอาดและบำรุงรักษาได้สะดวก	4	2	3
5	หาซื้อเปลี่ยนได้ง่าย	4	3	3
รวม		21	12	14

จาก ตารางที่ 64 การใช้วัสดุหุ้มที่จับบังคับข้อลง คือ ยาง

ตารางที่ 66
การวิเคราะห์ ความจำเป็นในการเลือกใช้สื่อ

- 1. แบบไม่มีสื่อ
- 2. แบบมีสื่อ

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความสะดวกสบายในการเคลื่อนย้าย	2	5
2	ความคล่องตัวในการใช้งาน	3	4
3	ประหยัดแรงงานและค่าขนส่ง	3	5
4	ไม่มีอุปกรณ์ช่วยในการติดตั้ง	3	5
5	การลดหน้าสัมผัสในการกระทบกระเทือน	3	5
6	การติดตั้งในพื้นที่ต่างระดับ	2	5
รวม		14	29

จาก ตารางที่ 66 ความจำเป็นในการใช้สื่อ คือ ควรมีสื่อ เพราะผ่านเกณฑ์การพิจารณาแล้ว

ตารางที่ 67

การวิเคราะห์ การเลือกใช้ล้อ

1. ล้อยางสับลม มีขนาดใหญ่ มียาง 2 ชั้น ใช้รับน้ำหนักมาก ใช้งานบนพื้นที่ๆ ไม่ราบเรียบมีหลุมมีบ่อหรือในพื้นที่ต่างระดับ กันสะเทือนได้ดี เหมาะสมกับงานขนาดใหญ่ มีการเคลื่อนย้ายบ่อย
2. ล้อยางตัน ส่วนใหญ่ใช้ภายในอาคาร ในพื้นที่ที่มีความเรียบ มีความคล่องตัวและเคลื่อนที่มาก และยังมีระบบล้อคในกรณีที่ยึดนิ่ง

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความสามารถในการรับน้ำหนักได้ดี	5	5
2	ความเหมาะสมกับงานเครื่องจักรกลเกษตร	3	5
3	ความคล่องตัวในการเคลื่อนย้าย	4	5
4	อายุการใช้งานที่ยาวนาน	3	4
5	ง่ายต่อการซ่อมบำรุงและดูแลรักษา	3	4
รวม		18	23

จาก ตารางที่67 การเลือกใช้ล้อกับเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่ง คือ
แบบล้อยางตัน

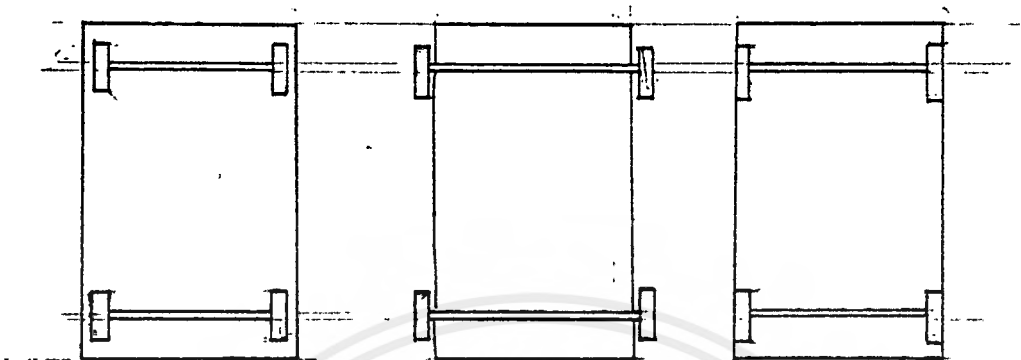
ตารางที่ 68
การวิเคราะห์ จำนวนล้อที่ใช้กับเครื่องกะเทาะ

- 1. แบบ 2 ล้อ
- 2. แบบ 3 ล้อ
- 3. แบบ 4 ล้อ

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	มีความแข็งแรงทนทานในการรักษาน้ำหนัก	2	4	5
2	การกระจายน้ำหนักได้ดี	3	4	5
3	มีความสมดุลย์ขณะขึ้น	3	3	5
4	มีความเหมาะสมกับการใช้งาน ก	2	2	5
5	ทนต่อการสั่นสะเทือนขณะใช้งาน	2	3	5
รวม		12	16	25

จาก ตารางที่ 68 จำนวนล้อที่ใช้กับเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่ง คือ แบบ 4 ล้อ
เพราะผ่านเกณฑ์การพิจารณาแล้ว

ตารางที่ 69
การวิเคราะห์ ตำแหน่งการจัดวางล้อ



แบบที่ 1 แบบที่ 2 แบบที่ 3

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความคงทนแข็งแรงในการรับน้ำหนัก	3	5	4
2	การกระจายน้ำหนักได้ดี	3	5	4
3	มีการสมดุลย์ในการทรงตัวขณะใช้งาน	3	5	4
4	ง่ายต่อการซ่อมบำรุงและการบำรุงรักษา	4	4	4
5	สะดวกสบายขณะใช้งาน	4	3	4
รวม		17	22	20

จาก ตารางที่69ตำแหน่งการจัดวางล้อแบบที่ 2 ,เพราะได้
ผ่านเกณฑ์การพิจารณาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 70
การวิเคราะห์ ลักษณะสวิตช์เปิดปิดเครื่อง

- 1. แบบหมุน
- 2. แบบกด
- 3. แบบเลื่อน
- 4. แบบโยก

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความคงทนแข็งแรงขณะใช้งาน	2	4	2	3
2	ความปลอดภัยขณะใช้งาน	4	4	4	4
3	ความสะดวกสบาย	2	5	3	4
4	มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน	3	4	3	3
5	ต้นทุนการผลิตต่ำและหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด	2	4	4	3
6	ง่ายต่อการซ่อมแซมและบำรุงรักษา	2	3	3	3
รวม		14	24	19	20

จาก ตารางที่ 70 ลักษณะสวิตช์เปิดปิดเครื่อง คือ แบบ กด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยการออกแบบปรับปรุงเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งสำหรับกลุ่มเกษตรกรนั้น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งทางภาคเอกสารงานวิจัย และภาคสนาม โดยการสัมภาษณ์ เพื่อนำมาสรุปเป็นผลในการออกแบบปรับปรุงเครื่องกะเทาะละหุ่ง ดังนี้

4.1 การออกแบบ

4.1.1. พันธุ์ละหุ่งที่เลือกใช้กับเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่ง คือ พันธุ์ H-22 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดเล็ก และให้ปริมาณน้ำมันมากกว่าพันธุ์พื้นเมือง

4.1.2. การใช้เครื่องกะเทาะให้ผลผลิตมากกว่าการใช้แรงคนถึง 90% และยังมีประสิทธิภาพในการทำงาน และความเสียหายน้อยกว่า ทั้งยังประหยัดต้นทุนและแรงงานในการผลิต

4.1.3. เครื่องต้นกำลังที่ใช้กับเครื่องกะเทาะละหุ่ง ประกอบด้วย มอเตอร์ 2 ตัว คือ มอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้า ใช้กับพัดลม และมอเตอร์ 1/2 แรงม้า ในการหมุนเพลานกเทาะ จะต้องเป็นมอเตอร์ที่มีความเร็วรอบคงที่

4.1.4. ส่วนประกอบภายในตัวเครื่องกะเทาะ จะต้องมีระบบดังนี้ คือ ระบบกะเทาะ ระบบทำความสะอาด

4.1.5. วัสดุที่ใช้ในการผลิตฝาครอบโครงสร้างเป็น โลหะแผ่นหนาอย่างน้อย 1.0 มิลลิเมตร

4.1.6. วัสดุที่ใช้ในการประกอบโครงสร้าง คือ เหล็กโครงสร้างรูปพรรณตัว L เพราะมีความแข็งแรงทนทาน ง่ายต่อการต่อประกอบเชื่อมประสาน และการรับน้ำหนักการสั่นสะเทือน สามารถเดินสายไฟและซ่อมบำรุงได้สะดวก

4.1.7. ลักษณะรูปแบบฐานเครื่องกะเทาะ เป็นแบบปิดทึบ เพื่อป้องกันอันตรายจากสัตว์ ฝุ่นละออง ดิน ทำให้ยากแก่การรักษา ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 1172-2532 เรื่องความปลอดภัยเครื่องกะเทาะ

4.1.8. ลักษณะรูปทรงโครงสร้างส่วนงานกะเทาะเป็น ทรงกรวยกระบอก เพราะออกแบบให้เข้ากับรูปทรงงานกะเทาะและการถ่ายเทเมล็ด

4.1.9. ลักษณะรูปทรงช่องทางออกเมล็ดที่กะเทาะแล้ว เป็นแบบครึ่งวงกลม เพื่อป้องกันอันตรายขณะใช้งาน และง่ายต่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

4.1.10. การยึดติดโครงสร้าง คือ การเชื่อม เป็นส่วนใหญ่ในส่วนที่ยึดติดตายตัว และต้องการความแข็งแรงขณะใช้งานมาก

4.1.11. ลักษณะโครงสร้างปล่องเทเมลิคละทุ่ง เป็นแบบที่ 2 คือ ทรงกรวย กระบอก เพราะง่ายต่อการผลิต และสามารถป้องกันอันตรายขณะใช้งาน

4.1.12. การยึดติดฝาปล่องเทเมลิคละทุ่ง เป็นแบบการใช้สกรูขัน เพราะตามมาตรฐาน มอก. ฝาคกรอบอุปกรณ์ต้องใช้อุปกรณ์ในการถอดประกอบเพื่อซ่อมบำรุง

4.1.13. การผลิตฝาคกรอบสายพาน เป็นแบบมีฝาคกรอบ เพื่อป้องกันอันตรายขณะใช้งาน และเป็นไปตาม มอก. ในข้อ 4.1.12. ถอดประกอบด้วยอุปกรณ์

4.1.14. การใช้วัสดุในการผลิตฝาคกรอบสายพาน คือ โลหะแผ่น + เหล็กตะแกรง เพราะมีอายุการใช้งานยาวนาน แข็งแรง และระบายอากาศได้ดี

4.1.15. การเปิดปิดฝาคกรอบมอเตอร์ เป็นแบบเปิดขึ้นด้านบน เพราะง่ายต่อการซ่อมบำรุง โดยใช้ระบบบานพับในการเปิดปิด เพราะเป็นวัสดุที่หาเปลี่ยนได้ง่ายตามท้องตลาดเพื่อซ่อมบำรุง

4.1.16. วัสดุที่ผลิตปล่องช่องลม เป็นเหล็กตะแกรง มีความหนาที่ต้องทนต่อแรงกระแทกของลมและเปลือกเมล็ด จะต้องหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร โดยมีการยึดติดเข้ากับตัวปากปล่องเครื่องโดยการขันสกรู เพื่อสะดวกในการดูแลรักษาและซ่อมบำรุงเครื่อง

4.1.17. ลักษณะชิ้นส่วนที่ใช้รองรับทิศทางการพุ่งของเปลือกจะเป็นวัสดุ ประเภท ทุบทุบ ทุบแฉ่ง เป็นต้น เพื่อง่ายต่อการจัดหาซื้อเพื่อเปลี่ยนตามอายุการใช้งาน ซึ่งมีลักษณะหัวท้ายถูกเปิดทั้งสองด้าน เพื่อให้อัดติดเข้ากับปากปล่องช่องลมโดยใช้ระบบ แหวนล็อคบนขอบปากปล่อง สามารถถอดประกอบเปลี่ยนตามอายุการใช้งานได้สะดวก และรับน้ำหนักการกระแทกได้ดี

4.1.18. การใช้วัสดุในการผลิตด้ามจับที่เปิดปิดช่องลม คือ โลหะกลมกลวง เพราะสามารถจับถือได้ถนัด และไม่มีมุมขอบแหลมคมที่ทำอันตรายต่อผู้ใช้งาน โดยใช้รูปแบบในการโยก เพราะสามารถป้องกันการกระแทกของมือกับโครงสร้างได้มากที่สุด โดยด้ามจับจะมีการหุ้มด้วยยางเพื่อป้องกันการลื่นและความกระชับในขณะกดบังคับการเปิดปิด

4.1.19. ลักษณะเครื่องกะเทาะเป็นแบบมีล้อ เพื่อสะดวกในการติดตั้งในการเคลื่อนย้าย โดยเลือกใช้ล้อยางตัน แบบ 4 ล้อ เพื่อสะดวกในการรับน้ำหนัก และการเคลื่อนย้าย มีการเคลื่อนย้ายขณะใช้งานน้อย มีความแข็งแรงทนทานต่อระบบสันสะเทือนขณะเครื่องทำงาน

4.1.20. การเลือกใช้สวิตช์เปิดปิดเครื่อง เป็นแบบกด เพราะใช้งานได้สะดวก ไม่เป็นอันตรายต่อ เด็ก และบุคคลที่ไม่ทราบ

4.1.21. การเลือกใช้สายไฟชนิด PVC สายกลม ปลีกเลียนแบบหัวกลมที่ใช้กับเครื่องไฟฟ้า ใช้ไฟฟ้า 220 V. ได้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ การเดินสายไฟเดินภายในท่อ PVC อย่างหนาป้องกันการรั่วของกระแสไฟฟ้าไปยังโลหะโครงสร้าง

4.1.22. ขนาดสัดส่วนเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่ง มีขนาด (กว้างxยาวxสูง) มิลลิเมตร 500x1330x1300 มิลลิเมตร โดยใช้คนป้อนเมล็ดเข้าเครื่องอัตราป้อน 375 กก.ต่อชั่วโมง

4.1.22. ระบบกะเทาะ ต้องสามารถปรับระยะห่างระหว่างจานกะเทาะได้

4.1.23. พัดลม ต้องสามารถปรับปริมาณลมได้ ใบพัดทำจากโลหะแผ่น พับโค้งปลายใบพัด เหวี่ยงไปด้านหน้า ใช้ในการพัดเปลือกเมล็ด เหล็กแผ่นที่ใช้ทำผนังต้องหนาอย่างน้อย 1.0 มิลลิเมตร

4.1.24. ลักษณะดัดลูกปืน ต้องเป็นชนิดนิกกันฝุ่นได้ทั้งสองด้าน

4.1.25. ลักษณะจานกะเทาะ เป็นลักษณะวงกลม 2 ชนิด ประกอบกัน โดยมีช่องว่างระหว่างจานเพื่อให้เมล็ดลอดผ่าน แผ่นบานเป็นโครงเหล็กแผ่นนิก แผ่นยาง ด้านล่างเป็นจานหิน ตัวล่างจะทำหน้าที่ในการหมุนกะเทาะเปลือก

4.1.26. เครื่องหมายและฉลากที่เครื่องกะเทาะทุกเครื่องต้องมี คือ เลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดที่เห็นง่าย ชัดเจน และถาวร ดังต่อไปนี้ คือ ชื่อผลิตภัณฑ์ แบบ เดือนปีที่ผลิต หรือรหัสรุ่น ชื่อผู้ผลิต หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

4.1.27. เครื่องกะเทาะทุกเครื่องต้องมีคู่มือแนะนำการใช้ซึ่งอย่างน้อยต้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

1. ชื่อผลิตภัณฑ์
2. แบบ
3. อัตราการทำงานจำเพาะ
4. พิกัดและชนิดของเครื่องต้นกำลัง
5. ความเร็วรอบของลูกกะเทาะ
6. ความสามารถในการกะเทาะ
7. การปรับแต่งชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ
8. รายชื่อและรูปแสดงชิ้นส่วนประกอบ
9. การใช้ข้อควรระวังในการใช้
10. การบำรุงรักษา

4.1.28. สีสที่ใช้กับเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งสำหรับกลุ่มเกษตรกรมีเกณฑ์การเลือกใช้ในการให้เข้ากับสภาพแวดล้อม การบำรุงรักษา ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

สีเขียวแก่ เป็นสีที่ใช้กับตัวเครื่องเพราะดูแล้วสบายตาและเข้ากับสภาพแวดล้อมของเกษตรกรได้เป็นอย่างดี และง่ายต่อการทำความสะอาดและบำรุงรักษา

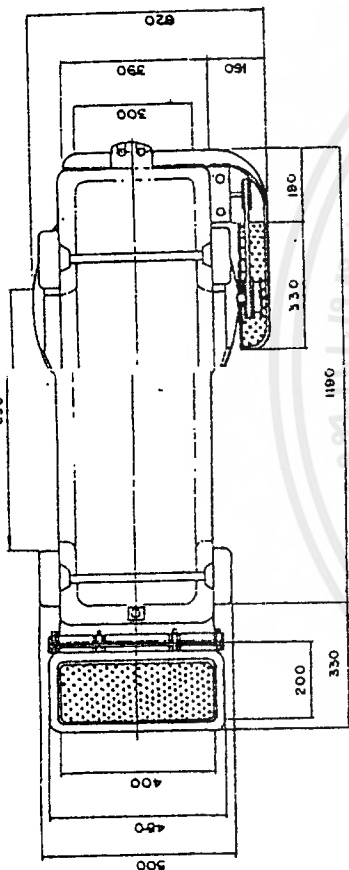
สีแดง เป็นสีที่ใช้ในส่วนที่ใช้ในการเตือนภัยที่เป็นอันตราย

สีขาว ใช้เป็นตัวข้อความแสดงบนตัวเครื่องเพราะสามารถเห็นได้ชัด

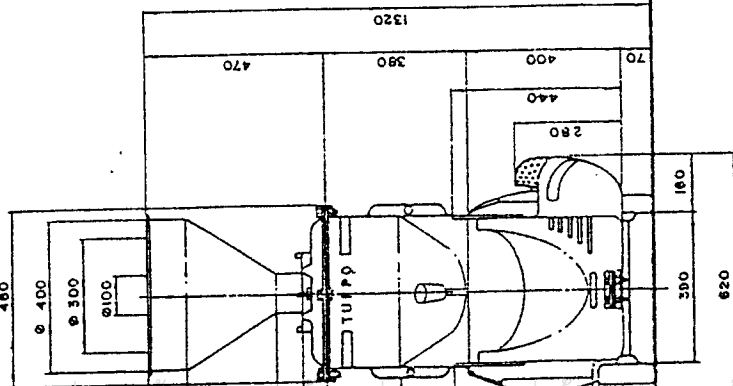
4.2. แนวทางในการออกแบบ

แนวทางในการออกแบบเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งสำหรับกลุ่มเกษตรกร มีความคิดริเริ่มจากการได้ศึกษาเกี่ยวกับงานเกษตรเพื่อค้นคว้าข้อมูลประเภทต่างๆ และศึกษาเกี่ยวกับเครื่องจักรกลที่กำลังได้รับการพัฒนาเพื่อให้เหมาะสมกับเกษตรกร การเลือกเครื่องจักรกลการเกษตรได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ ด้านปัญหาและแนวทางในการพัฒนารูปแบบในด้านต่างๆ ท่านจึงแนะนำเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งซึ่งเป็นเครื่องที่กำลังพัฒนาให้ใช้กันมากขึ้น ประกอบกับละหุ่งที่เป็นพืชไร่ในตระกูลพืชน้ำมันที่มีการส่งเสริมให้ปลูกเพิ่ม เพราะสภาวะทางด้านการตลาดและเทคโนโลยีที่มีการพัฒนามากขึ้นความต้องการจึงมากขึ้นตามลำดับ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้น คือ ในด้านพฤติกรรมการใช้งานตั้งแต่การเคลื่อนย้ายการผลิต การใช้ต้นทุนในการซื้อสูง ความปลอดภัยขณะใช้งานจึงได้ทำการวิจัย เพื่อนำมาวิเคราะห์สรุปผลมาใช้ในการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาในด้านต่างๆ และนำเข้าสู่การออกแบบปรับปรุงเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งสำหรับกลุ่มเกษตรกร ซึ่งเป็นเครื่องกะเทาะเมล็ดแบบแรงเหวี่ยง โดยใช้ระบบมอเตอร์เป็นระบบต้นกำลัง ในการขับเคลื่อน ให้เมล็ดกับเปลือกแยกออกจากกันโดยไม่ให้เมล็ดน้ำมันเกิดการเสียหายน้อยที่สุด โดยมีชุดพัฒมทำความสะอาดช่วยในการแยกเมล็ดน้ำมันออกจากเปลือกตามช่องทางออกต่างระดับ ประโยชน์ของเครื่องช่วยให้เกษตรกรประหยัดแรงงานในการผลิต และมีการใช้แรงคนน้อยสุด มีความปลอดภัยขณะใช้งานสูง และสามารถซ่อมแซมเครื่องด้วยตนเอง และหาซื้อวัสดุประกอบการซ่อมบำรุงได้ตามท้องตลาด ทำให้เกษตรกรไม่เบื่อบ่อยที่จะหันไปปลูกพืชประเภทอื่นทดแทน และยังทำให้ตลาดที่เข้ามารองรับการผลิต และราคาในการกะเทาะต่อกิโลกรัมนี้เมื่ออัตราเพิ่มขึ้นจากเดิมกิโลกรัมละ 8.00-8.50 บาท

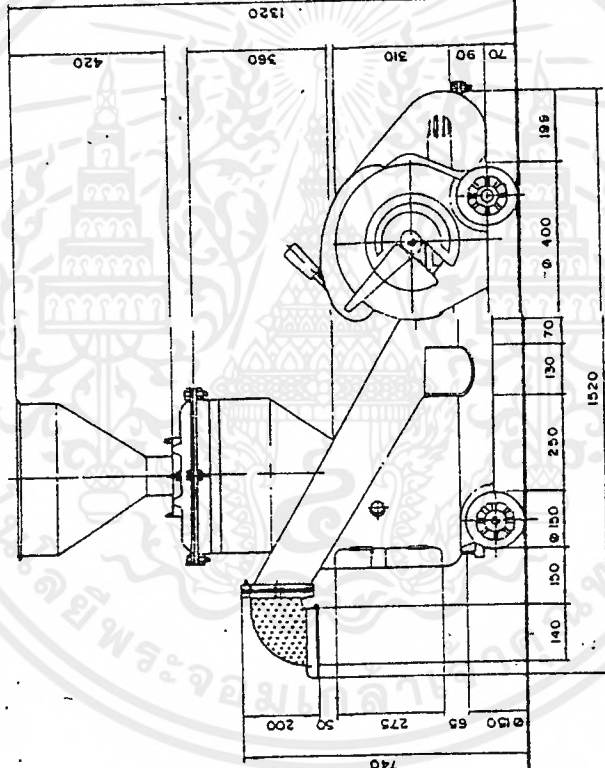
699



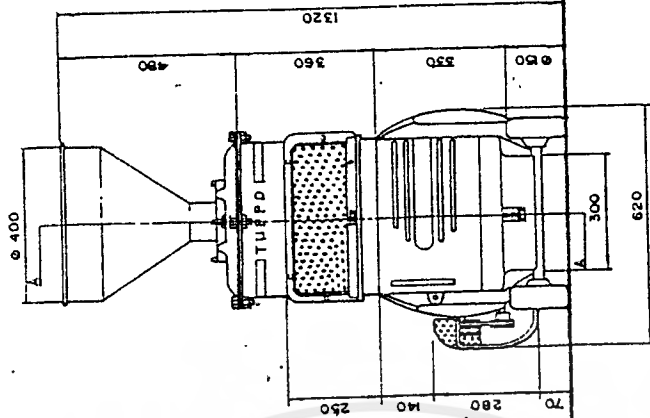
TOP VIEW



SIDE LEFT VIEW

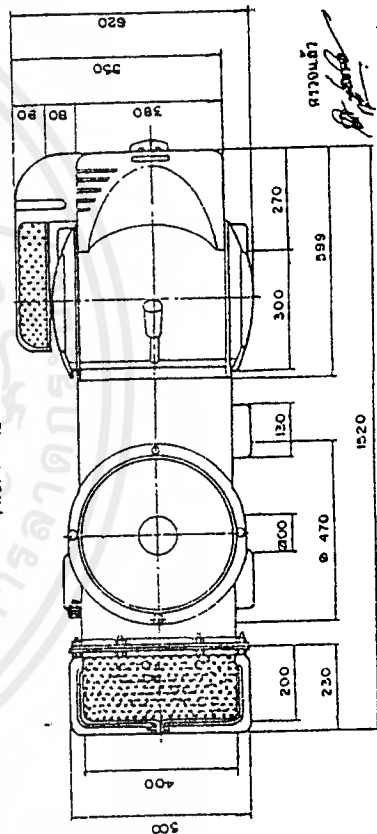


FRONT VIEW



SIDE RIGHT VIEW

SCALE 1:10 UNIT OF M.M.

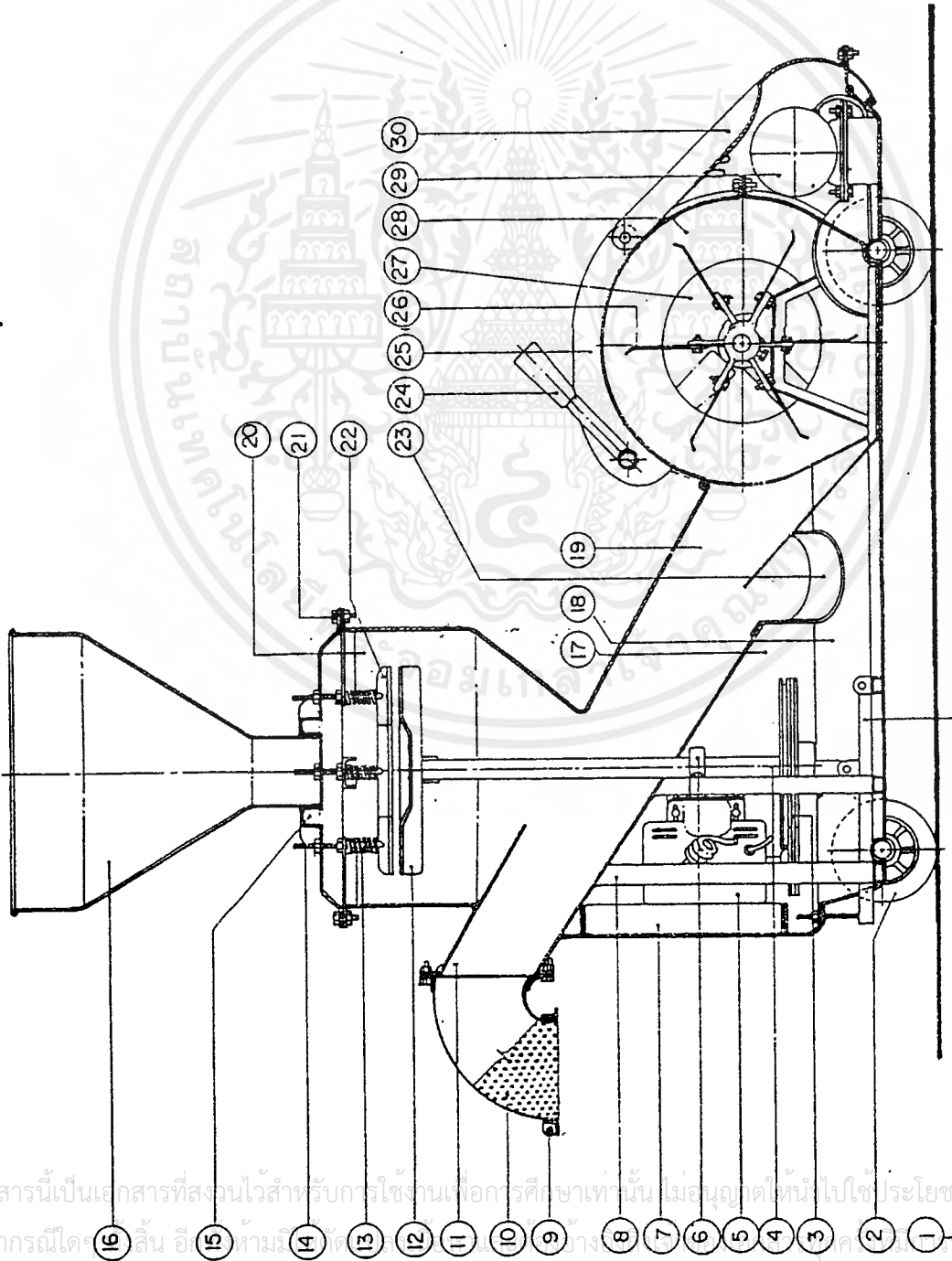


TOP VIEW

ตรวจสอบ
นันทิ์ อรุณรัตน์

ว. น. ป.	ร. น. น. น.	ชื่อ	ตำแหน่ง	เลขที่	แผ่นที่
ว. น. ป.	ร. น. น. น.	ชื่อ ... น. น. น.	ตำแหน่ง ...	30	1
เครื่องกลึงโลหะสำหรับงานช่างกลึง					
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง					
อาจารย์ อรุณรัตน์					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำออกจำหน่ายโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใด ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลและข้อควรระวังในการนำออกไปใช้

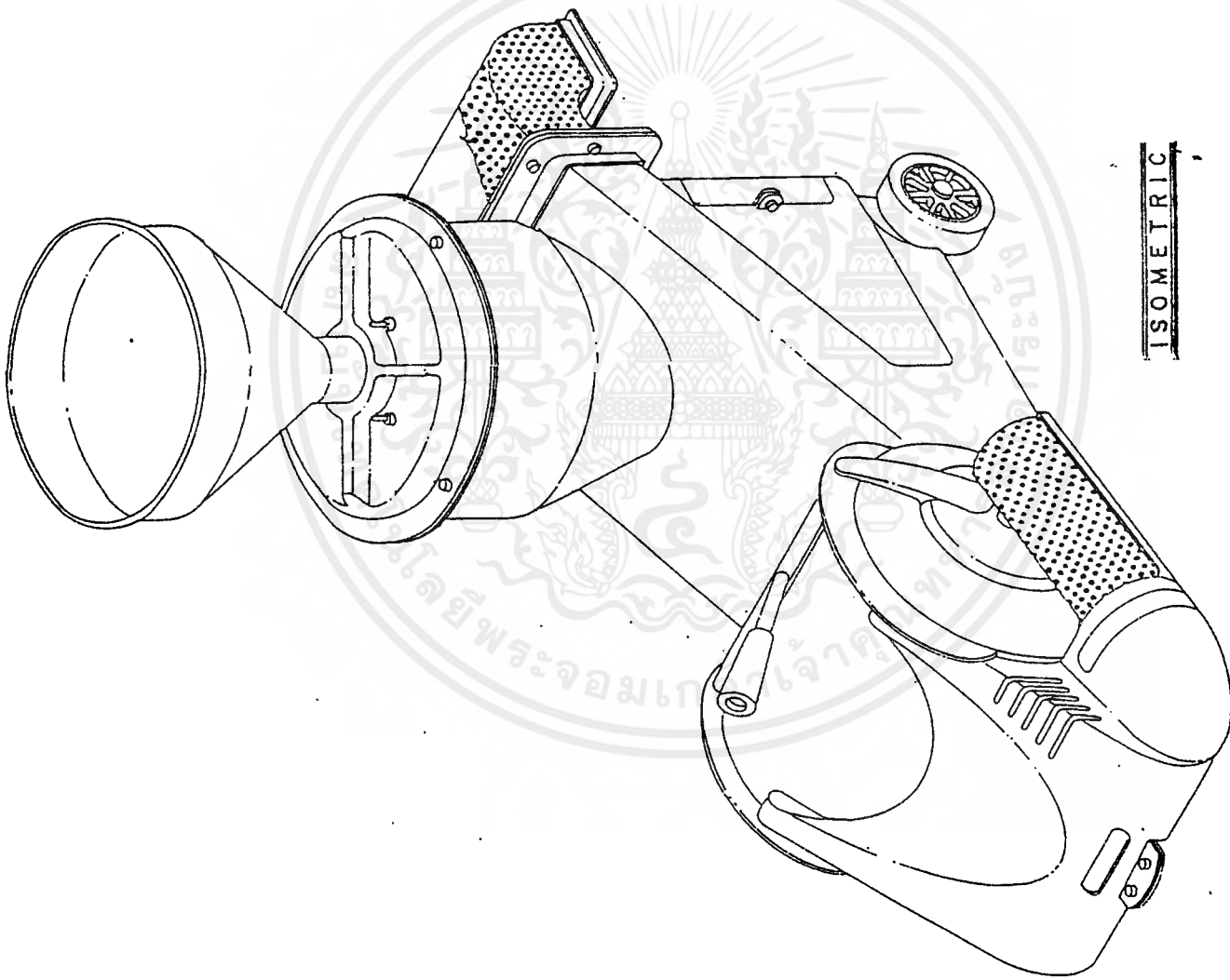


SECTION A-A

SCALE 1:5 UNIT OF M.M.

30	ขนาดของเครื่องยนต์	1	450x320x375	โลหะผสม	—
29	ขนาดของหัวสูบ	1	1/4 นิ้ว	—	มาตรฐาน
28	ขนาดของถังเก็บน้ำ	2	400x400x100	โลหะผสม	—
27	ขนาดของถังเก็บน้ำ	2	225	—	—
26	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	—	—	มาตรฐาน
25	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	410x430x240	โลหะผสม	—
24	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	315	โลหะผสม	—
23	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	330x450x115	โลหะผสม	—
22	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	300x300x20	โลหะผสม	—
21	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	—	—	มาตรฐาน
20	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	450x450x360	โลหะผสม	—
19	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	450x730x580	โลหะผสม	—
18	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	400x180x100	โลหะผสม	—
17	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	400x450x375	โลหะผสม	—
16	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	400x400x420	โลหะผสม	—
15	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	450x450x60	โลหะผสม	—
14	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	—	—	มาตรฐาน
13	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	—	—	มาตรฐาน
12	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	300x300x30	โลหะผสม	—
11	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	450x730x580	โลหะผสม	—
10	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	480x220x200	โลหะผสม	—
9	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	440x180x20	โลหะผสม	—
8	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	—	เหล็กกล้า	—
7	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	400x65x275	โลหะผสม	—
6	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	—	—	มาตรฐาน
5	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	1/2 นิ้ว	—	มาตรฐาน
4	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	—	—	มาตรฐาน
3	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	—	—	มาตรฐาน
2	ขนาดของถังเก็บน้ำ	4	150x60	—	มาตรฐาน
1	ขนาดของถังเก็บน้ำ	1	—	เหล็กกล้า	—
0	ขนาดของถังเก็บน้ำ	จำนวน	ขนาด	วัสดุ	หมายเหตุ
1	ขนาดของถังเก็บน้ำ	3	4	5	6
ว.ค.บ.	ว.ค.บ.	ชื่อ - สกุล	ชื่อ	ชื่อ	ชื่อ
นักศึกษา	ชื่อ... นางสาว	ทำเรื่องถึง	นางสาว	30	2
เครื่องจักรกลที่ใช้สำหรับงานช่างกล					
ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน					
อาจารย์ อดิษฐ์					

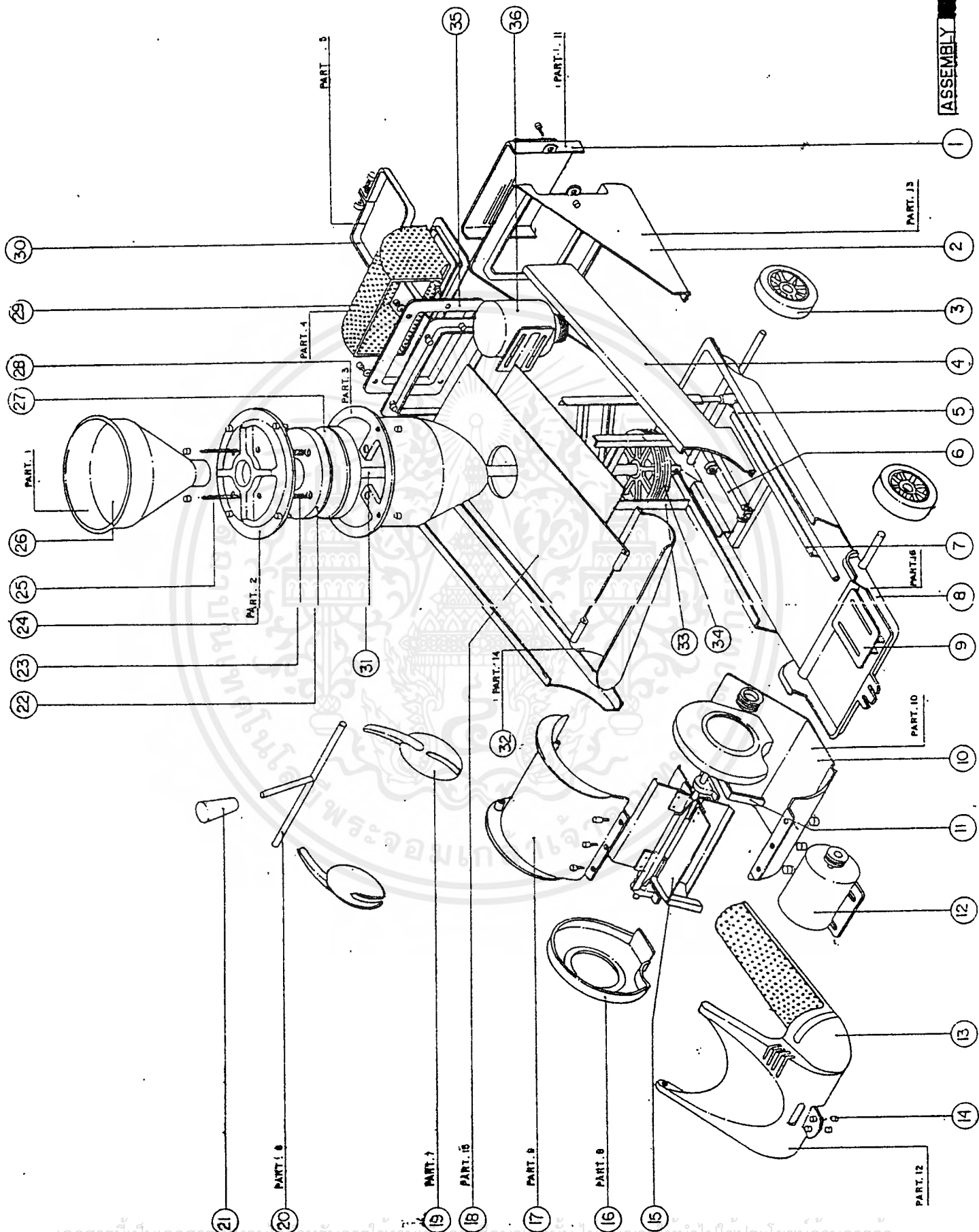
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น



ISOMETRIC

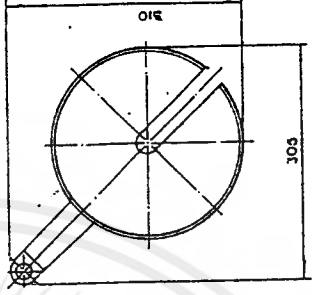
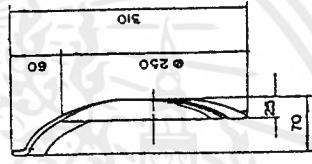
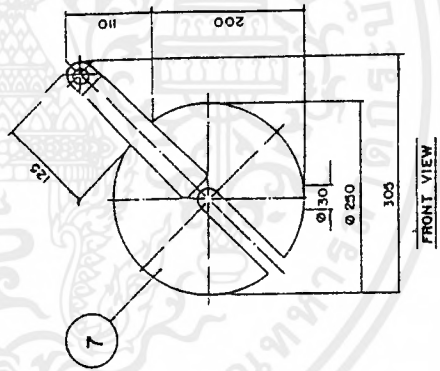
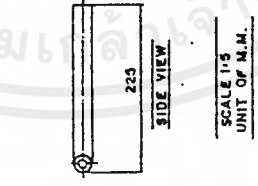
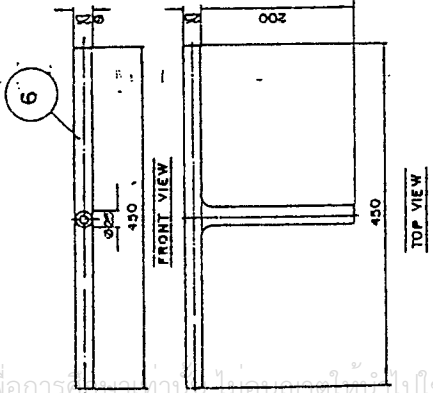
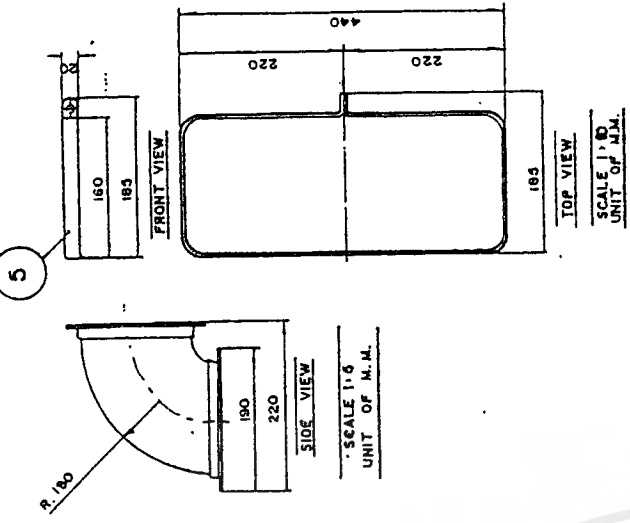
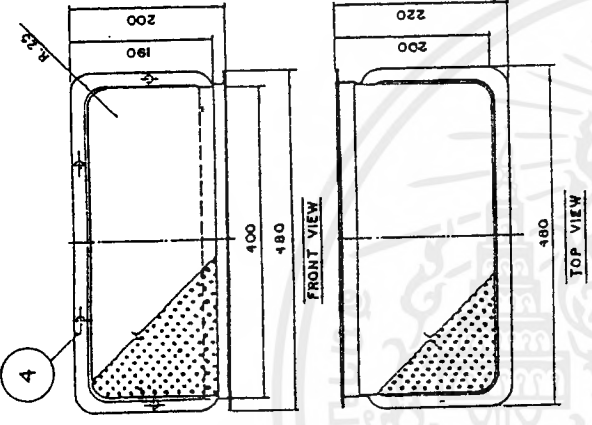
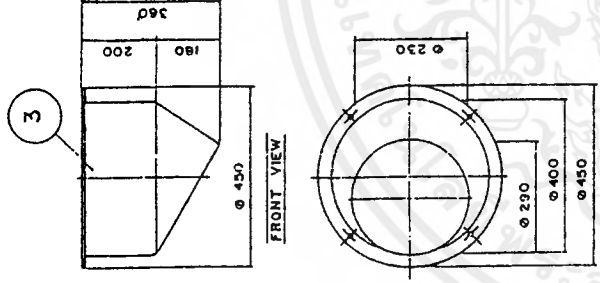
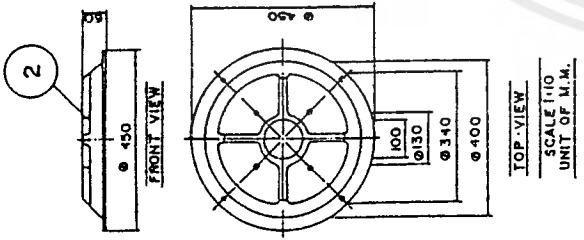
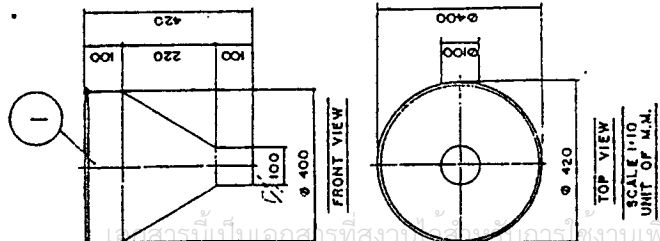
ว.ศ.ป.	15 ม.ค. 39	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	ชื่อ... นางสาว	ทบทวนที่... เลขที่... 101	30	3
เครื่องกระโดดและกระโดดสูงสำหรับกลุ่มคนพิการ				
ผู้ควบคุมการฝึกสอน				
อาจารย์ ดร. วิชาญ				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ASSEMBLY

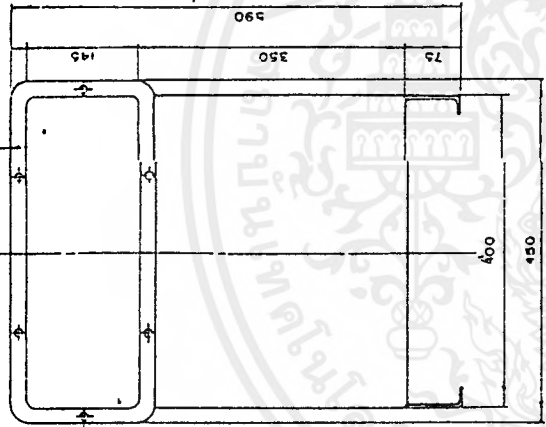
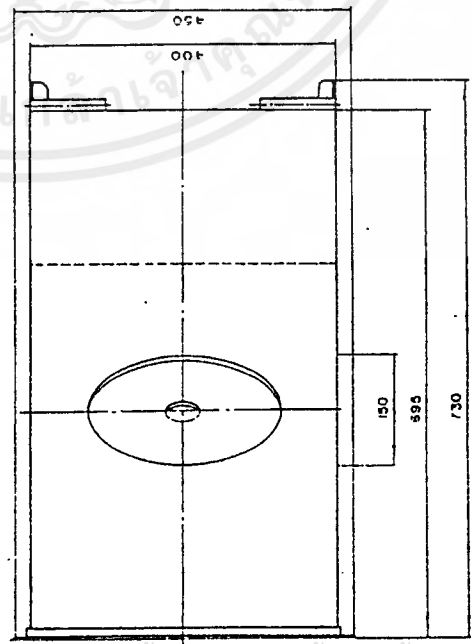
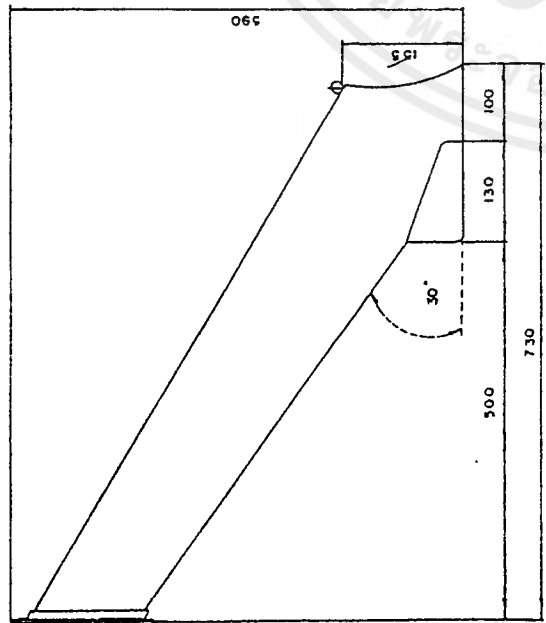
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



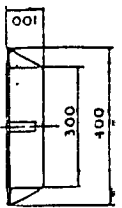
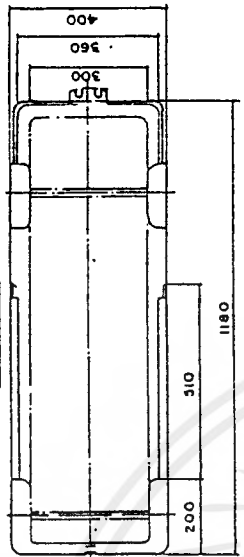
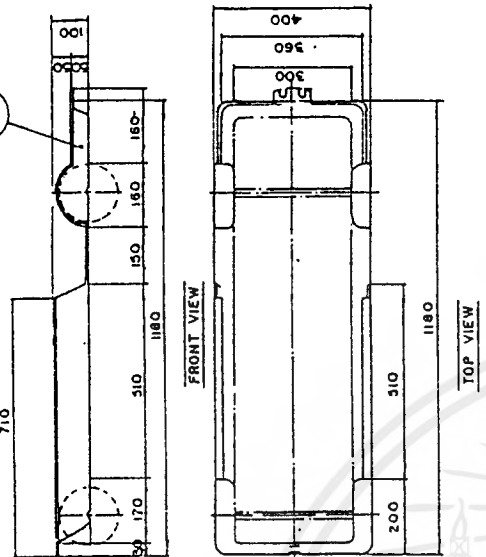
SCALE 1:5 UNIT OF M.M.

ร.ค.ป.	10 ม.ค. 39	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	ชื่อ ... นางสาว ทนติ์	เลขที่ ... 30	6	6
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	เครื่องแบบและเครื่องหมายสำหรับนักเรียน	ผู้ควบคุมการฝึก	อาจารย์ อภิสิทธิ์ อุดมรัตน์	

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SCALE 1:5
UNIT OF M.M.

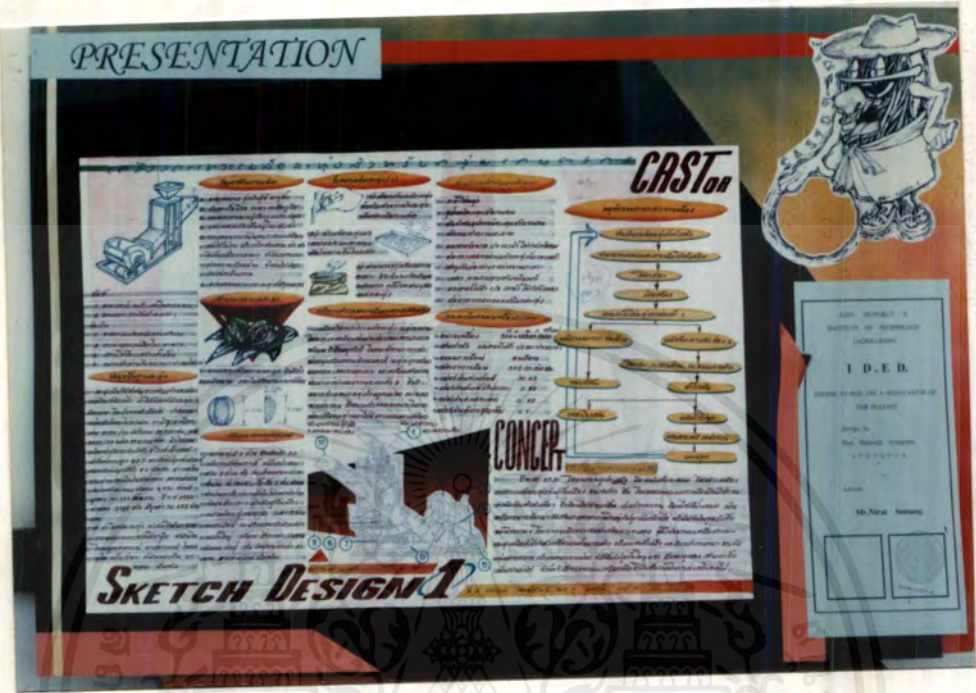


SCALE 1:10 UNIT OF M.M.

ว.ค.ป.	15 ม.ค. 39	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
นักศึกษา	ชื่อ ... วาจาว หทัยดี	เลขชุดที่ส่ง	30	9
อาจารย์	ศาสตราจารย์ ดร. ประจักษ์ งามวิจิตร	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่
ผู้ควบคุมการสอบ	ศาสตราจารย์ ดร. ประจักษ์ งามวิจิตร	ชื่อ - สกุล	เลขที่	แผ่นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 84
แสดง Sketch Design



ภาพที่ 85
แสดง Sketch Design

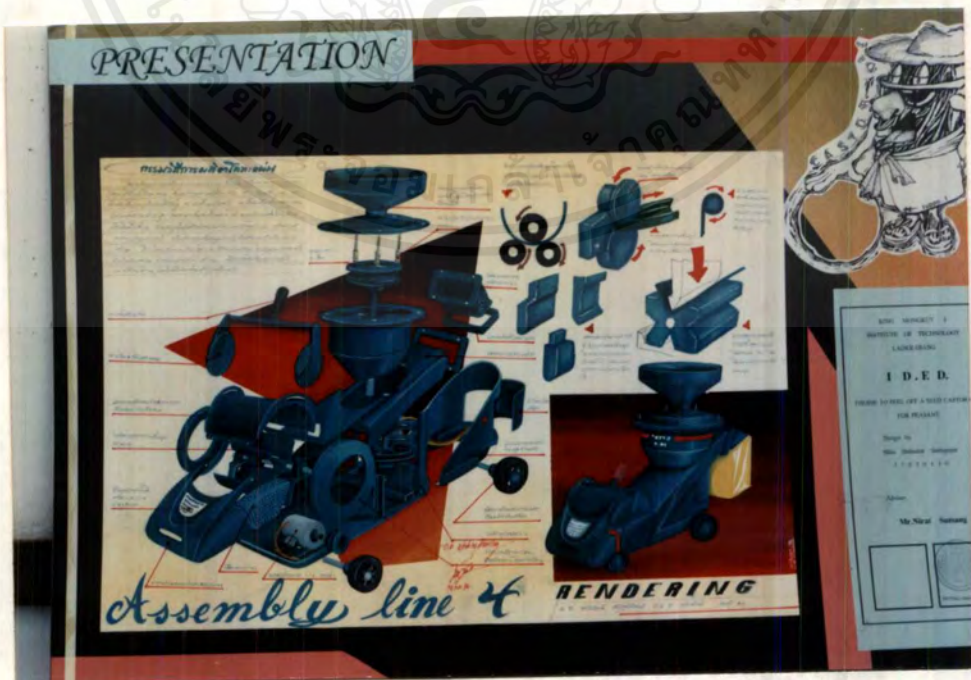


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 86
แสดง Sketch Design



ภาพที่ 87
แสดง Sketch Design



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 88

แสดง PRESENTATION



ภาพที่ 89

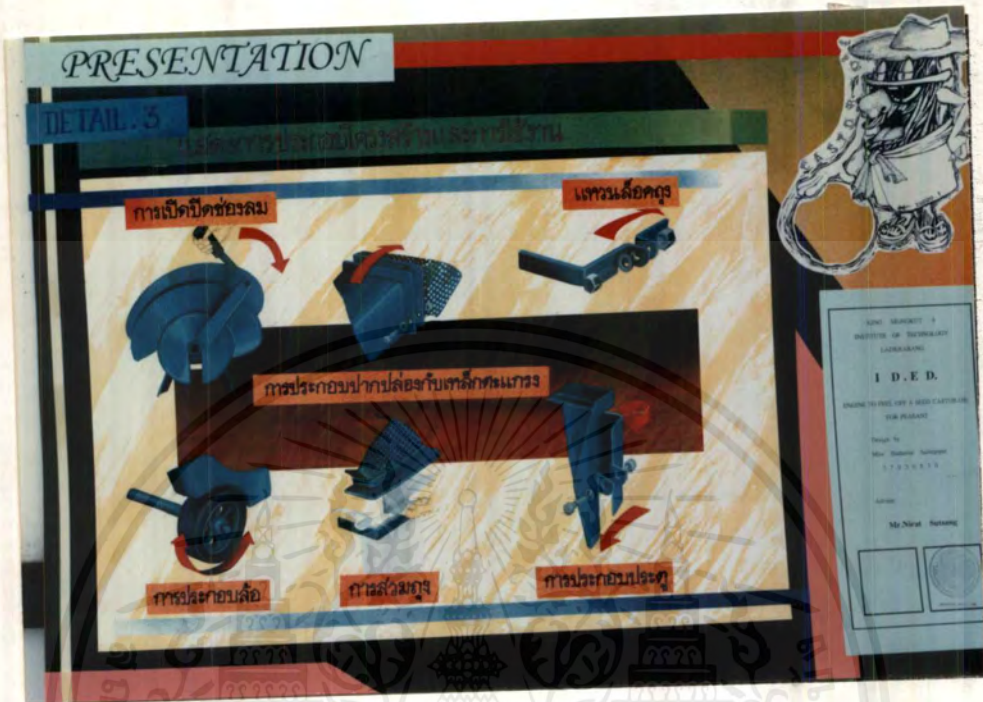
แสดง PRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 90

แสดง PRESENTATION



ภาพที่ 91

แสดง PRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 91

แสดง PRESENTATION



ภาพที่ 93

แสดง PRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

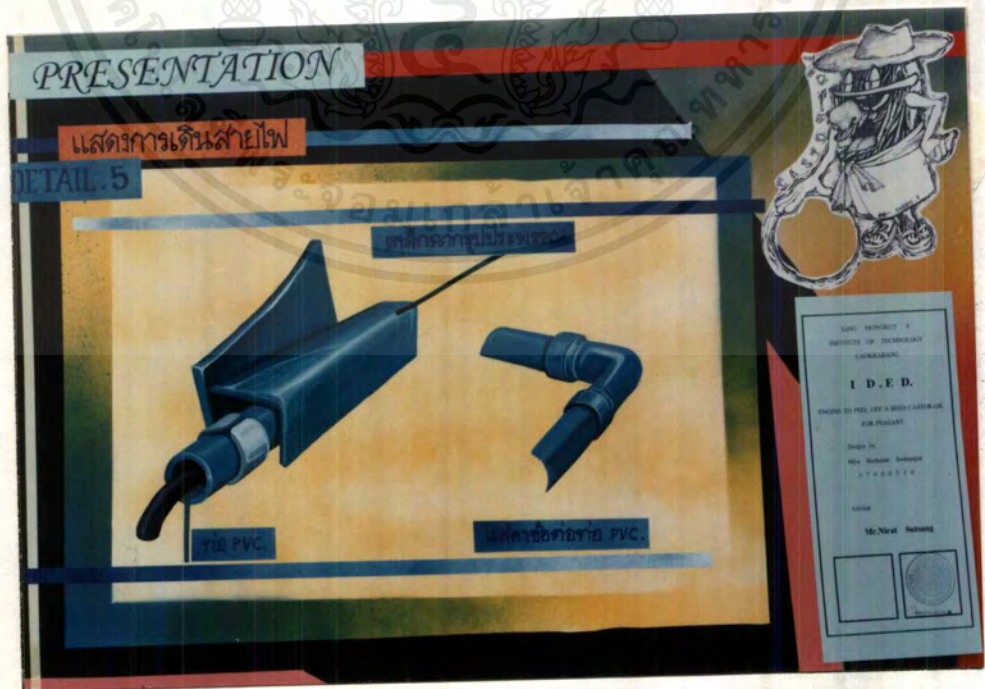
ภาพที่ 94

แสดง PRESENTATION



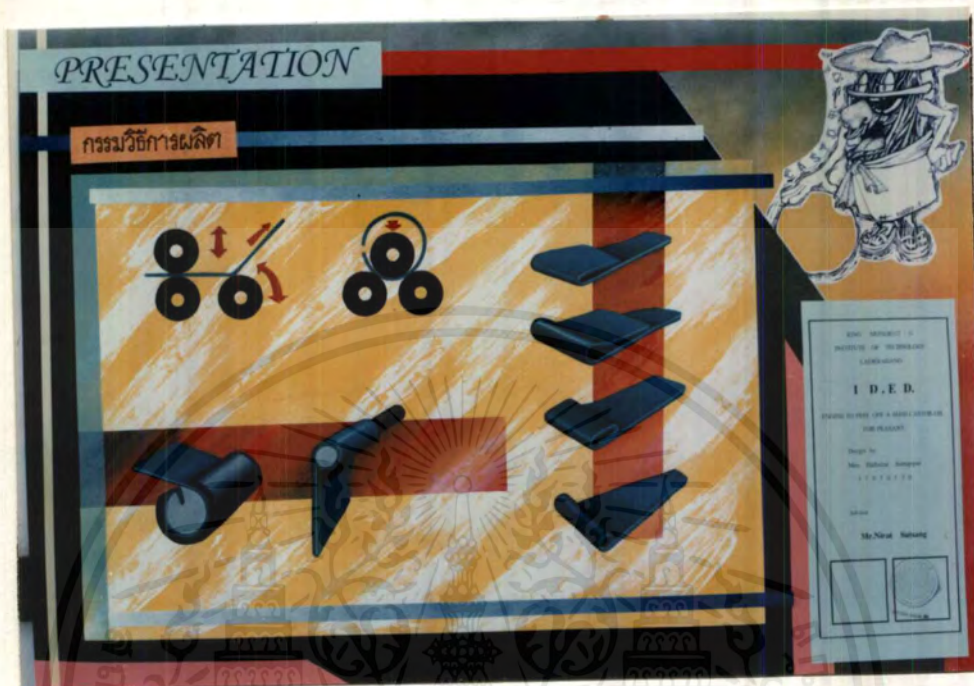
ภาพที่ 95

แสดง PRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 96
แสดง PRESENTATION



ภาพที่ 97
แสดง PRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 98

แสดง PRESENTATION



ภาพที่ 99

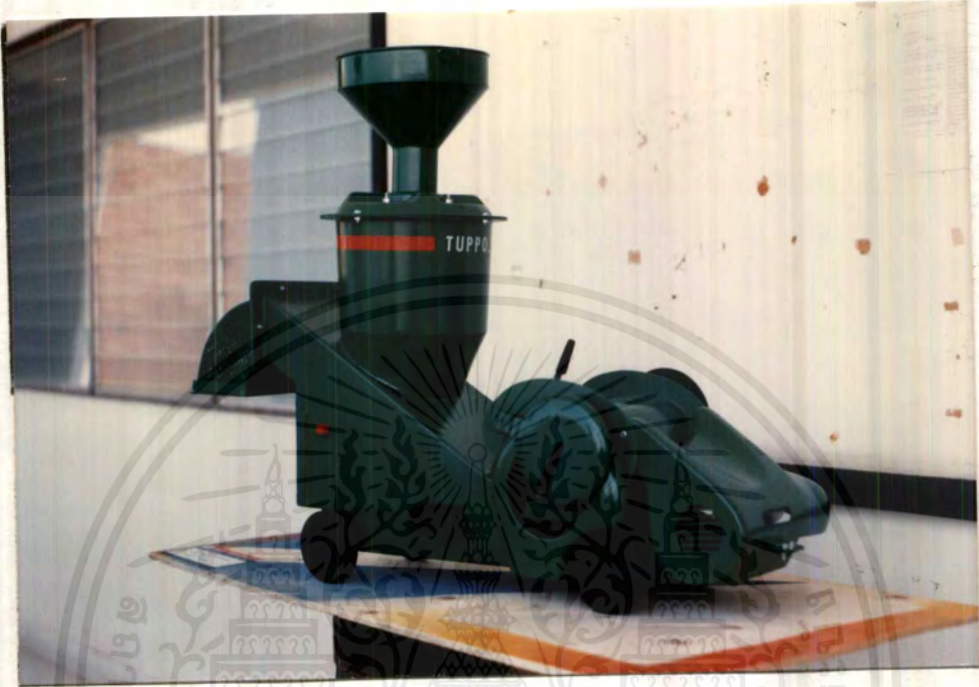
แสดง PRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 102

แสดง แสดงภาพหุ่นจำลอง



ภาพที่ 103

แสดง แสดงภาพหุ่นจำลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งสำหรับกลุ่มเกษตรกร ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยโดยการศึกษาข้อมูลภาคเอกสาร การสัมภาษณ์และการศึกษาจากของจริง โดยพอสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ละหุ่งเป็นพืชเศรษฐกิจประเภทพืชไร่ อยู่ในตระกูลน้ำมัน ประโยชน์ของน้ำมันละหุ่งมีอยู่มากมาย เช่น ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม น้ำมันหล่อลื่น การฟอกหนัง เป็นต้น ใช้ในทางการแพทย์ ในการผลิตเครื่องสำอาง สบู่ น้ำหอม น้ำมันใส่ผม เป็นต้น ต้นใช้ทำกระตาด กากละหุ่งใช้ในการทำปุ๋ย

การผลิตละหุ่งในประเทศไทยมีปริมาณไม่แน่นอน เพราะเกิดจากปัญหาเรื่องสภาพแวดล้อม เกษตรกรที่ปลูกละหุ่งปลูกแบบทั่วไร่ไปเลยนา หรือปลูกเป็นพืชหลักน้อยเนื่องจากขาดแคลนอุปกรณ์ช่วย ทำให้เกษตรกรเกิดความเบื่อหน่ายในการทำ อีกทั้งราคาละหุ่ง/กิโลกรัม ยังมีราคาต่ำ จึงไม่คุ้มทุนในการปลูก ซึ่งในปัจจุบันมีโรงงานสกัดน้ำมันรองรับถึง 8 โรง ซึ่งมีกำลังการผลิต 30,000 ตัน/ปี ในปี พ.ศ. 2522 รัฐบาลห้ามส่งเมล็ดออกนอกประเทศ เนื่องจากเกษตรกรไม่สามารถผลิตละหุ่งได้เพียงพอับความต้องการของโรงงาน มีการส่งน้ำมันออกจำหน่ายแทนซึ่งมีมูลค่า 96.675 ล้านบาท จากปัญหาดังกล่าว จึงมีนโยบายการร่วมมือสหประชาชาติ คือ ภาครัฐ ภาคเอกชน เกษตรกร สถาบันการเงิน ช่วยสนับสนุนและผลักดันให้เกษตรกรได้มีการปลูกละหุ่งโดยเลือกใช้พันธุ์ 14-22 ในการปลูกเป็นพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดเล็กง่ายต่อการกะเทาะกับเครื่องกะเทาะ โดยร่วมมือภาคเอกชน-บริษัท สยามน้ำมันละหุ่ง จำกัด ในการสนับสนุนเมล็ดพันธุ์ และสถาบันการเงินในด้านการให้สินเชื่อการกู้ยืม

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น จึงมีการคิดค้นเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งขึ้นโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์พลประเสริฐ ปิยะอนันต์ อาจารย์คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยท่านได้กล่าวปัญหาไว้ดังนี้

- 1) ขาดแคลนละหุ่งพันธุ์ดี อายุสั้น ต้นเตี้ย
- 2) ปัญหาเรื่องโรคแมลง
- 3) เกษตรกรขาดความรู้เรื่องระบบการปลูกพืชแซมละหุ่ง
- 4) ราคาในท้องถิ่นอยู่ในระดับต่ำ

5) ขาดแคลนแรงงานในการกะเทาะเปลือก แต่เดิมเกษตรกรใช้อุปกรณ์ในการกะเทาะเปลือก คือ ไม้ และรถแทรกเตอร์ย่ำ หรือให้เปลือกแตกซึ่งการใช้ไม้กะเทาะสิ้นเปลืองเวลาและแรงงาน อีกทั้งเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ดมีสูง จึงทำให้เกษตรกรเกิดความเบื่อหน่าย

6) ขาดแคลนเครื่องกะเทาะคุณภาพดี

การพัฒนาเครื่องแต่เดิมเป็นเครื่องกะเทาะแบบมือหมุน ดันแบบจากบราซิลซึ่งกรมส่งเสริมการเกษตรได้นำมาปรับปรุงและส่งเสริมให้มีการใช้ตามครัวเรือน ต่อมาได้พัฒนาเครื่องกะเทาะละหุ่ง แบบที่ใช้แก๊สกลุ่มเกษตรกร เกษตรกรรายใหญ่ หรือจัดรับซื้อนั้น เป็นแบบบราซิลโดยอาศัยระบบต้นกำลังมอเตอร์ สามารถกะเทาะและผัดทำความสะอาดแยกเปลือกได้ สามารถกะเทาะละหุ่งพันธุ์ลูกผสมเมล็ดเล็กได้ดี วัตถุประสงค์เพื่อ ประหยัดแรงงาน แต่เนื่องจากเป็นการออกแบบเครื่องต้นแบบแบบง่าย ๆ โดยไม่คำนึงถึงความสะดวกสบาย ความปลอดภัย ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเรื่องและจากคำแนะนำเรื่องปัญหาหลัก คือ เรื่องการใช้วัสดุซ้ำซ้อน ความปลอดภัยผู้ใช้งาน การฟุ้งกระจายของเปลือก พฤติกรรมการใช้งาน เป็นต้น จากปัญหาหลักดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบปรับปรุงเครื่องกะเทาะละหุ่ง โดยยังคงรูปแบบการจัดวางระบบไว้เหมือนเดิม เพราะได้รับการทดสอบและวิจัยแล้ว จึงมีการออกแบบเพียงแค่วัสดุการผลิต ระบบการทำงานย่อ เช่น พฤติกรรมการปิดเปิด การเท การจัดตำแหน่งรองรับที่พอเหมาะ การเพิ่มเติมบางส่วน เช่น ปล่องรองรับเปลือก ล้อ เป็นต้น โดยงานวิจัยดังกล่าวได้รับการอนุมัติจากอาจารย์ผู้วิจัยเครื่องกะเทาะดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว

โดยการพัฒนาออกแบบปรับปรุงทางด้านความปลอดภัยของผู้ใช้งาน และความปลอดภัยของอุปกรณ์ เครื่องต่างๆ ให้อยู่ในตำแหน่งหรือมีวัสดุครอบคลุม และถอดประกอบได้ด้วยอุปกรณ์ วัสดุที่ใช้ผลิตต้องง่ายต่อการซ่อมบำรุงและการซ่อมแซมดูแลรักษา ทนต่อการกระทบกระแทก ขณะใช้งานได้ดี จึงเป็นงานประเภท เหล็กแผ่น เหล็กตะแกรง โดยใช้กรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรมในการ ตัด ตัด การพับ การเจาะรู การเชื่อมประสานขึ้นรูปดังกล่าว วัสดุบางชิ้นเช่น ถึงกระสอบปากปล่อง หรือบางจุดใช้การขึ้นสกรูแทนการใช้ระบบล็อกที่ทันสมัย โดยวัตถุประสงค์เน้นสำหรับเกษตรกร วัสดุที่ใช้จะต้องหาซื้อได้ง่าย ราคาถูก และเกษตรกรสามารถซ่อมแซม หรือซ่อมบำรุงได้เอง

5.2 ข้อเสนอแนะของผู้วิจัย

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าในเรื่องเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งสำหรับกลุ่มเกษตรกร เพื่อส่งเมล็ดน้ำมันจำหน่ายแก่โรงงานสกัดน้ำมัน โดยเป็นการออกแบบแค่โครงสร้างการใช้งานนั้น ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการวิจัยสำหรับบุคคลที่สนใจนำไปใช้เป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าต่อไป คือ ในการออกแบบเครื่องจักรกลการเกษตร ประเภทเครื่องกะเทาะละหุ่ง สำหรับเกษตรกรสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบ คือ นโยบายการผลิตพันธุ์ของละหุ่งที่ให้กับเครื่องระบบต้นกำลังในการขับเคลื่อน พฤติกรรมการใช้งานตั้งแต่การปลูกไปจนถึงออกมาในรูปแบบผลิตภัณฑ์น้ำมันที่นำไปใช้ การศึกษาระบบการทำงานอุปกรณ์ในการซ่อมบำรุง วัสดุที่นำมาใช้ตลอดจนขนาดสัดส่วนการใช้งานและกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม ต้นทุนและวามประมาทของกลุ่มเป้าหมายที่ใช้เครื่องเป็นหลักในการออกแบบ เพื่อที่จะได้ออกแบบรูปแบบตามเป้าหมายที่วางไว้ ทำให้คุณภาพของการวิจัยเพิ่มขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งสำหรับกลุ่มเกษตรกร นั้น ผู้วิจัยได้ทำการนำเสนอผลงานการวิจัย ซึ่งได้ข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการดังนี้

ในขบวนการออกแบบเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลไปสู่การออกแบบนั้นควรคำนึงถึงวัตถุประสงค์ในการออกแบบที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้ เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะของการใช้งานของเครื่อง ตลอดจนความเหมาะสมของกลุ่มผู้ใช้และพื้นที่ในการเพาะปลูก ในเรื่องของระบบการทำงานเครื่องควรมีการออกแบบให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการทำงานและกลุ่มผู้ใช้งาน - เพราะระบบการทำงานของเครื่องนั้นจะประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ระบบกะเทาะและระบบการแยกเปลือกออกจากเมล็ด ซึ่งผลผลิตและต้นทุนในการผลิตเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งนั้นสูง ทำให้การจัดหาลำดับชิ้นเป็นไปได้อย่างยากและไม่เหมาะสมกับกลุ่มเกษตรกรในปัจจุบัน

ดังนั้นในการออกแบบปรับปรุงเพื่อพัฒนาเครื่องสำหรับกลุ่มเกษตรกร ควรคำนึงถึงสิ่งที่เกษตรกรสามารถซ่อมแซมได้เองหรือเรียกว่าเทคโนโลยีชาวบ้าน และการลงทุนในการผลิตเพื่อกลุ่มเกษตรกร

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. ละหุ่งลูกผสมพันธุ์ CH-3. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์ฝ่ายเอกสาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ นโยบายและแนวทางการส่งเสริมการเกษตร กรุงเทพฯ: พิมพ์ฝ่ายเอกสารคำแนะนำ, 2535.

ธีระ โกเมน. เรื่อนำรู้เกี่ยวกับเครื่องปรับอากาศ กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์เด็ตมุเคชั่น ณรงค์ชอนตะวัน. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ แฉงหนังสือเบอร์ 22 ส่วนจัดจักร

ดนดี รัตนทัตนี้. ชบวนการออกแบบศิลปะอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, : เอกสารการพิมพ์, 2524
 ดุลิต ศิริพงษ์. พืชเศรษฐกิจ เล่ม2 พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ : พิมพ์สำนักเอกสาร มหา
 วิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525

ทำนอง สิงคาลวณิช ความหมายปรัชญานโยบายและวัตถุประสงค์การส่งเสริมการ
 เกษตร กรุงเทพฯ: อมรินทร์การพิมพ์, 2525

บุญจิต จิตาภิวัฒนกุล และลัดดา พิศาลบุตร เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาตลาด
 สินค้าเกษตรกับเศรษฐกิจไทย. กรุงเทพฯ:บริษัทวิเคเตอร์เพาเวอร์พอยท์ จำกัด, 2536

บุญธรรม จิตต์อนันต์ ส่งเสริมการเกษตร กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์ส่งเสริมและฝึกอบรม
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2536

พลประเสริฐ ปิยะอนันต์ รายงานการวิจัยการสัมมนาเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่ง
 คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, 2532

ไพบูลย์ หัวสนฤกษ์, ดร.และเออีไฮ ไฮโต, ดร. การปรับอากาศ พิมพ์ครั้งที่ 2
 กรุงเทพฯ:สำนักงานพิมพ์ดวงกลล, 2524

มานพ ดันตระบัณฑิตย์, ลาลี แสงท้าว และสุทิน จิตรเจริญ ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล
 กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ ที.พี.พันธ์ จำกัด, 2538

วัชรินทร์ บุญวัฒน์ พืชเศรษฐกิจ เล่ม1 พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์ฝ่ายเอก
 สาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525

สาคร คันโชติ วัสดุผลิตภัณฑ์ กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียวิสโตร 2529

อารีย์ วรรณวัฒน์ พืชน้ำมัน พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 , 2532



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ด้วยข้าพเจ้า นางสาว ทศยรัตน์ เศรษฐนิพนธ์
นักศึกษา ภาควิชา ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม
ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 62 ตรอก/ซอย สวนหลวง 12
ถนน บรรทัดทอง ตำบล วังใหม่
อำเภอ/เขต ปทุมวัน จังหวัด กรุงเทพมหานคร
หมายเลขโทรศัพท์ที่บ้าน 214-0626 ที่ทำงาน -
มีความประสงค์ขออนุมัติเขียนวิทยานิพนธ์ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี
สาขา ศิลปอุตสาหกรรม จำนวน 8 หน่วยกิต
ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งสำหรับกลุ่ม
เกษตรกร
(ภาษาอังกฤษ)
ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์นิรัช สุดสังข์

ข้าพเจ้าได้ทำโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาแล้ว ท่านยินดี
เป็นที่ปรึกษา และได้แนบโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ดังกล่าวมาพร้อมนี้แล้ว
จึงเสนอมาเพื่อพิจารณา

ลงชื่อ _____ นักศึกษา
(น.ส.ทศยรัตน์ เศรษฐนิพนธ์)
ลงวันที่ 29 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2538

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
.....
(.....)
ตำแหน่ง.....
ลงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบเสนอขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงการเสนอวิทยานิพนธ์

เรื่อง (ภาษาไทย) โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่งสำหรับ
เกษตรกร

(ภาษาอังกฤษ)

เสนอโดย นางสาวหทัยรัตน์ เศรษฐพิพัฒน์
นักศึกษาภาควิชา ครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม
จำนวนหน่วยกิตวิทยานิพนธ์ 8 หน่วยกิต

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
อาจารย์ นิรัช สุตสังข์

ประเภทวิทยานิพนธ์ที่เสนอ

1. การศึกษาค้นคว้าข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และออกแบบ
 - ก. โครงการจริง
 - ข. โครงการเสนอแนะ
 - ค. โครงการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง การทำสัญญาขั้ยมเครื่องจักรกลการเกษตรที่ใช้ภายในสหกรณ์การเกษตรแต่ละจังหวัด

เขียนที่.....
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เรื่อง ขอเช่าเครื่องจักรกลการเกษตร

เรียน ประธานกรรมการสหกรณ์การเกษตรเมืองนครราชสีมา จำกัด

ด้วยข้าพเจ้า.....สมาชิกกลุ่มที่.....
เลขทะเบียน.....มีความประสงค์ขอเช่าเครื่องจักรกลการเกษตรของโครงการ
ส่งเสริมสหกรณ์ในประเทศไทย ตั้งแต่ วันที่ เดือน.....พ.ศ.....
ถึงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....จำนวน.....วัน
ดังมีแผนงานและชนิดของเครื่องจักรกลการเกษตรดังนี้

แผนงานและเครื่องจักรกลการเกษตรที่ใช้

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

และได้จ่ายเงินล่วงหน้าไว้จำนวน.....บาท

จึงเรียนมาเพื่อทราบและโปรดดำเนินการ

ของแสดงความนับถือ

.....
(.....)



ที่ ทม 0432/ 01204

คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน
จังหวัดนครปฐม 73140

30 ตุลาคม 2538

เรื่อง ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล

เรียน คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อ้างถึง หนังสือ ที่ ทม 1504/3107 ลงวันที่ 11 ตุลาคม 2538

ตามหนังสือ นางสาวหทัยทิพย์ เศรษฐพิพัฒน์ นักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาศิลปอุตสาหกรรม จะทำการศึกษาค้นคว้าประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง โครงการการออกแบบปรับปรุงเครื่องกะเทาะเมล็ด ละหุ่งสำหรับกลุ่มเกษตรกร และทางสาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม มีความประสงค์จะขอข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องกะเทาะเมล็ดละหุ่ง จาก ผศ.พูลประเสริฐ ปิยะอนันต์ ความละเอียด แจ่มแล้วนั้น

คณะเกษตร ยินดีให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว โดยขอให้ นักศึกษามารับข้อมูลด้วย ตนเอง ที่ ผศ.พูลประเสริฐ ปิยะอนันต์ ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร วิทยาเขตกำแพงแสน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิชัย ก่อประดิษฐ์สกุล)

รองคณบดีคณะเกษตร

รักษาราชการแทนคณบดีคณะเกษตร

คณะเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า โทร. (034) 351553, 351406 โทรสาร (034) 351406

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้บริการแก่ผู้สนใจศึกษาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อผู้วิจัย

นางสาวหทัยรัตน์ เศรษฐพิพัฒน์

วัน/เดือน/ปี เกิด

วันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2516

สถานที่เกิด

กรุงเทพมหานคร

วุฒิการศึกษา

- ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช) โรงเรียนไทยวิจิตรศิลป์อาชีวะ
- ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตเพาะช่าง

การศึกษาปัจจุบัน

สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ผลงานหรือรางวัลที่ได้รับ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รางวัลชนะเลิศการแข่งขันทักษะวิชาชีพการออกแบบผลิตภัณฑ์ระดับ
ปวช.

นักเรียนดีเด่น ในระดับ ปวช. 3

นักศึกษาโลวค่าศึกษาต่อในระดับ ปริญญาตรี

รางวัลชมเชย ในการประกวดวาดลายแก้วและบรรจุภัณฑ์แก้วของ
บริษัทโอเอียนกลาส จำกัด (มหาชน)

ประสบการณ์ทำงาน

ฝึกงานบริษัท ธนาเพส จำกัด ปทุมวัน กรุงเทพฯ ฯ

ที่อยู่ปัจจุบัน

62 ถนนบรรทัดทอง ซอยสวนหลวง 1 แขวงวังใหม่ เขต
ปทุมวัน จ. กรุงเทพฯ ฯ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้