



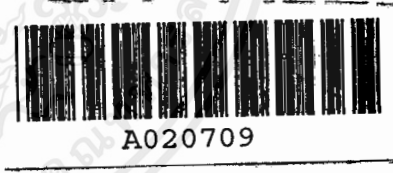
เครื่องลวกไข่ในครอบครัว

(EGG BOILER USED IN A FAMILY)



นายวันดี ปัญญา

เลขที่ ๗๖/๖
 เลขทะเบียน ๘๔๒ ๐๒๐๗๐๙
 วัน เดือน ปี - ๙.๑๒.๕๖



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยทางศิลปศาสตรบัณฑิต
 สาขาวิชาศิลปศาสตรบัณฑิต วิทยาลัยศิลปศาสตรบัณฑิต
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ปีการศึกษา ๒๕๖๕



INDUSTRIAL DESIGN. ED.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยานิพนธ์ เรื่อง	เครื่องลวก ไช้ในครอบครัว	
ชื่อนักศึกษา	นายนิรันดร์ ปัญญา	
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	1. อาจารย์อุดมศักดิ์ ส่ววิบุตร	ฝ่ายออกแบบ
	2. อาจารย์เกษม เช่าวัด	ฝ่ายออกแบบ
	3. อาจารย์ไพรัตน์ พิกน้อย	ฝ่ายข้อมูล

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ กรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ได้ตรวจพิจารณาและเห็นชอบแล้ว
จึงอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาการศึกษาศาสตร์
การศึกษาศาสตร์ 2535 ประจำปี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง	เครื่องลวกไข่ในครอบครัว
ชื่อนักศึกษา	นายนิรันดร์ ปัญญา
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	1. อาจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร 2. อาจารย์เกษม เชาว์ดี 3. อาจารย์ไพรัตน์ พิภน้อย
ระดับการศึกษา	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2535

บทคัดย่อ

สภาพสังคมในปัจจุบันมีการแข่งขันกับเวลามากขึ้น ในแต่ละวันความรีบเร่ง เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้คนนิยมรับประทานอาหารที่ประกอบขึ้นด้วยความรวดเร็ว ไข่ลวก นับเป็นอาหารอีกประเภทหนึ่งที่ผู้คนยังนิยมรับประทานกันอยู่ เพราะการประกอบอาหาร ประเภทไข่ลวกทำได้ด้วยความรวดเร็ว และยังมีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่า การประกอบอาหารประเภทอื่น ดังนั้นจึงจัดทำวิทยานิพนธ์ให้สอดคล้องกับกลุ่มผู้บริโภคกลุ่มดังกล่าว โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับการศึกษา วิจัย เครื่องลวกไข่ในครอบครัว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีดังนี้คือ

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องลวกไข่ในครอบครัว
2. เพื่อออกแบบให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน
3. เพื่อออกแบบให้วัสดุเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน
4. เพื่อออกแบบให้ผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม
5. เพื่อออกแบบให้เป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าในโอกาสต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย ได้กำหนดแนวทางการดำเนินการวิจัยไว้ดังนี้คือ

1. รวบรวมปัญหาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิม คือ เครื่องลวกไข่ โดยใช้ระบบไฟฟ้า ตามครอบครัวในบ้านพักอาศัยทั่วไป โดยได้ศึกษาปัญหาจากตัวผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้ปัญหาที่ชัดเจน
2. ตั้งปัญหาเพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และใช้เป็นแนวทางในการออกแบบเพื่อปรับปรุง จากผลิตภัณฑ์เดิมให้เหมาะสมขึ้น
3. กำหนดขอบเขตของการออกแบบ หรือการใช้งานของผลิตภัณฑ์
4. กำหนดขอบเขตการศึกษาวิจัย เพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องสำหรับใช้ในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วิเคราะห์ข้อมูลที่ทำการศึกษาอยู่ เพื่อสรุปเลือกใช้องค์ประกอบต่าง ๆ ที่เหมาะสม เช่น ระบบการลวกไข่ วัสดุและส่วนประกอบอื่น ๆ
6. กลับกรองข้อมูลที่สรุปแล้ว เพื่อสร้างเป็นเครื่องลวกไข่ ได้แก่ การจัดระบบความต่อเนื่องของชิ้นส่วนต่าง ๆ เพื่อการทำงาน การกำหนดรูปแบบของผลิตภัณฑ์
7. สรุปผลการออกแบบผลิตภัณฑ์ เครื่องลวกไข่ในครอบครัวที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานมากขึ้น แก่ผู้บริโภคตามบ้านพักอาศัย
8. เสนอผลงานสำเร็จแก่คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ เพื่อชี้แนะและประเมินผลการปฏิบัติงานวิจัยดังกล่าวด้วยแบบร่าง แบบเพื่อการผลิต ภาพเหมือนจริงของผลิตภัณฑ์และหุ่นจำลอง

ผลการออกแบบ

จากการดำเนินการวิจัยและออกแบบตั้งแต่ เริ่มต้นจนกระทั่งเป็นผลสำเร็จดังเป้าหมายที่วางไว้ นั้น ก็จะได้ผลิตภัณฑ์เครื่องลวกไข่ในครอบครัว สำหรับครอบครัวขนาดเล็กที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน และเพิ่มอรรถประโยชน์ต่อผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้น กล่าวคือเป็นเครื่องลวกที่อำนวยความสะดวกรวดเร็วต่อการลวกไข่ ซึ่งผู้บริโภคก็สามารถใช้เครื่องลวกนี้ลวกไข่ไก่ที่มีคุณค่าทางโภชนาการรับประทานเป็นอาหารเช้า

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "เครื่องลวกโซในครอบครัว" สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ก็เนื่องด้วยมีผู้อุปถัมภ์ในด้านต่าง ๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้ความกรุณาในด้านกำลังทรัพย์และกำลังใจอยู่เสมอมา

กราบขอบพระคุณอาจารย์ไพรัตน์ นึกน้อย อาจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร อาจารย์เกษม เข้าวัด ที่ได้ให้ความกรุณาในการแนะนำ ช่วยเหลือ แก้ไข และให้ความคิดเห็นอันเป็นประโยชน์

ขอบคุณคุณสุมิตร อวยพรสกุล รุ่นพี่ศิลปอุตสาหกรรม รุ่นที่ 13 ที่ให้ความช่วยเหลือและปรึกษาในการจัดทำรูปเล่ม และขอบคุณนักศึกษารุ่นน้องที่ได้มีส่วนร่วมในการทำให้การดำเนินงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายวันนรินทร์ ปิัญญา

สารบัญ

เรื่อง		หน้า
แบบอนุมัติวิทยานิพนธ์		ค
บทคัดย่อ		ง
กิตติกรรมประกาศ		จ
สารบัญ		ฉ
สารบัญตารางประกอบ		ช
สารบัญภาพประกอบ		ซ
สารบัญแผนภูมิประกอบ		ญ
บทที่		
* 1 บทนำ		1
1.1 ที่มาของการนำเสนอวิทยานิพนธ์		1
1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์		1
1.3 ที่มาของปัญหา		2
1.4 ปัญหาที่เกิดขึ้น		2
1.5 แนวทางการแก้ปัญหา		6
1.6 วิธีดำเนินการวิจัย		6
1.7 ขอบเขตการศึกษาข้อมูล		7
1.8 ขอบเขตของงานออกแบบ		7
1.9 ผลที่ได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์		7
บทที่		
2 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น		8
2.1 ความรู้เกี่ยวกับไข่ไก่		8
2.1.1 ลักษณะภายนอกของไข่		9
2.1.2 ขนาดของไข่		10
* 2.1.3 ความทนทาน แรงกด และแรงกระแทก		11
2.1.4 คุณสมบัติทางอุณหภูมิ		12
2.1.5 ไข่ขาวสุก		15
2.1.6 ไข่แดง		16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7	สรุปลักษณะประกอบต่าง ๆ ของไข่	17
2.1.8	วิธีการเก็บรักษาไข่เพื่อรับประทาน	19
2.1.9	การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของไข่ที่เก็บไว้นานวัน	20
2.1.10	คุณภาพและมาตรฐานของไข่	22
2.1.11	คุณค่าของไข่ทางอาหาร	35
2.2	การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับตัวผลิตภัณฑ์	52
* 2.2.1	การศึกษาระบบที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์	52
* 2.2.2	ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิม	64
* 2.2.3	การศึกษารูปแบบผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	65
2.3	การศึกษาสภาพแวดล้อม	68
2.3.1	บ้านพักอาศัย	71
2.3.2	ครอบครัว	73
2.3.3	ห้องครัว	75
2.4	การศึกษาเกี่ยวกับผู้บริโภค	80
2.4.1	กลุ่มที่อยู่อาศัยของผู้บริโภค	80
* 2.4.2	พฤติกรรมผู้บริโภคและการบริโภคไข่ลวก	82
2.5	ข้อมูลวัสดุที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์	86
* 2.5.1	พลาสติก	86
* 2.5.2	กรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติก	90
2.5.3	การออกแบบเกลียวพลาสติก	98
2.5.4	การเชื่อมพลาสติกในระบบอุตสาหกรรม	98
2.6	การศึกษาระบบไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย	114
2.6.1	ไฟฟ้าเบื้องต้น	114
2.6.2	วงจรไฟฟ้าทำงานอย่างไร	118
2.6.3	ระบบกระแสไฟฟ้า DC, AC	120
* 2.6.4	อันตรายของไฟฟ้าต่อร่างกาย	122
2.6.5	การป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า	123
2.6.6	สวิตช์	125
2.6.7	สวิตช์	133
* 2.7	การศึกษาข้อมูลทางด้านสรีระศาสตร์	147
* 2.8	การศึกษาข้อมูลสี	158

บทที่

3	สรุปการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น	162
3.1	การสรุปข้อมูลเกี่ยวกับไซโก	162
3.2	การสรุประบบของเครื่องลวกไซ	163
3.3	การสรุปจำนวนของไซที่ใช้ในครอบครัวขนาดเล็ก	163
3.4	การสรุปพฤติกรรมในการลวกไซด้วยเครื่องลวกไซ	164
3.5	การสรุปพฤติกรรมในการกินไซลวก	164
3.6	การสรุปพลาสติกที่นำมาใช้	164
3.7	การสรุปสวิตช์ที่นำมาใช้	164
3.8	การสรุประบบไฟฟ้าภายในบ้าน	164
3.9	การสรุปข้อมูลทางด้านสรีระศาสตร์	165
3.10	การสรุปข้อมูลสี	165

บทที่

4	การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำสู่การออกแบบ	166
* 4.1	การวิเคราะห์ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน	166
4.2	การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ	181
* 4.3	การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรม	192
* 4.4	การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับวัสดุที่นำมาผลิต	194
4.5	การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการผลิต	198
4.6	การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาการใช้สี	200
4.7	การสังเคราะห์ข้อมูล	201

บทที่

5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะในการดำเนินโครงการ	203
5.1	สรุปผลการทำวิจัย	203
5.2	ข้อเสนอแนะในการดำเนินงาน	204
5.3	ข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์	205
5.4	การนำเสนอผลงาน	206

บรรณานุกรม

216

ประวัติผู้เขียน

217

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
1	ตารางแสดงส่วนประกอบของไข้ 1 ฟอง	19
2	ตารางแสดงเกณฑ์พิจารณาไข้ในการประกวด	27
3	ตารางแสดงเปรียบเทียบน้ำหนักมาตรฐานของไข้	28
4	ตารางแสดงมาตรฐานคุณภาพและน้ำหนักไข้ทั้งฟองสำหรับผู้บริโภค	34
5	ตารางแสดงผลการวิเคราะห์โภชนะในไข้ไก่	37
6	ตารางแสดงชนิดและปริมาณโภชนะที่สำคัญจากไข้ 2 ฟอง 108 กรัม	44
7	ตารางแสดงปริมาณค่าความร้อนจากไข้ไก่หนึ่งฟองเป็นเปอร์เซ็นต์ของความต้องการต่อวัน สำหรับคนประเภทต่าง ๆ ตามอายุ เพศ และสภาพการทำงาน	46
8	ตารางแสดงค่าพิกัดมาตรฐาน	97
9	ตารางกำหนดความลาดเอียง	110
10	ตารางแสดงชนิดของสายไฟและการใช้งาน	136
11	ตารางแสดงชนิดและคุณสมบัติการใช้งานของสายไฟฟ้าตามมาตรฐานอุตสาหกรรม	138
12	ตารางแสดงพิกัดกระแสสูงสุดสำหรับสายไฟฟ้าขนาดต่าง ๆ	140
13	ตารางแสดงคุณสมบัติของสายไฟแต่ละชนิด	141
14	ตารางแสดงชนิดของสายไฟและการใช้งาน	143
15	ตารางแสดงประเภทชนิดของสายไฟ ขนาด และการนำไปใช้งาน	145
16	ตารางแสดงรายละเอียดของสายไฟชนิดต่าง	146
17	ตารางแสดงตัวเลขอัตราส่วน (Ratio) ระหว่างมิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายต่อความสูงยืนและมิติวิกฤต	155
18	ตารางแสดงเปรียบเทียบระบบการทำงาน	167
19	การเลือกระบบกระแสไฟฟ้า	168
20	การเลือกส่วนให้พลังงานความร้อน	169
21	ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งของตัวให้ความร้อน	170
22	ตารางวิเคราะห์วิธีตัดพลังงานที่ส่งมา	171
23	ตารางวิเคราะห์สวิตช์	172
24	ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งของสวิตช์	173
25	ตารางวิเคราะห์ลักษณะของสวิตช์	174
26	ตารางวิเคราะห์ส่วนแสดงสัญญาณ	175

	หน้า
27 ตารางวิเคราะห์ประเภทของสายไฟ	176
28 ตารางวิเคราะห์ชนิดของสายไฟ	177
29 ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งสายไฟ	178
30 ตารางวิเคราะห์ทิศทางออกของสายไฟจากผลิตภัณฑ์	179
31 ตารางวิเคราะห์การเก็บสายไฟ	180
32 ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งการใช้งาน	181
33 ตารางวิเคราะห์รูปทรงของผลิตภัณฑ์	182
34 ตารางวิเคราะห์การยึดโครงสร้าง	183
35 ตารางวิเคราะห์การจัดวางไข้	184
36 ตารางวิเคราะห์การจัดรูปทรงไข้	185
37 ตารางวิเคราะห์รูปทรงของที่วางไข้	186
38 ตารางวิเคราะห์ลักษณะการระบายอากาศภายใน	187
39 ตารางวิเคราะห์สื่อกลางในการช่วยกระจายความร้อน	188
40 ตารางวิเคราะห์ส่วนของฝาครอบ	189
41 ตารางวิเคราะห์ลักษณะการวางฝาครอบลงบนตัวผลิตภัณฑ์	190
42 ตารางวิเคราะห์การระบายไอร้อนภายในส่วนลวกไข้	191
43 ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งการจับเพื่อการใช้งาน	192
44 ตารางวิเคราะห์รูปทรงเพื่อการจับถือ	193
45 ตารางวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างภายนอก	194
46 ตารางวิเคราะห์ฝาครอบ	195
47 ตารางวิเคราะห์ฐานวางไข้	196
48 ตารางวิเคราะห์ถ่านใส่น้ำ	197
49 ตารางวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตถ่านใส่น้ำ	198
50 ตารางวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตชิ้นงานพลาสติก	199

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่

หน้า

1	ภาพแสดงการจับฝาครอบเครื่อง	2
2	ภาพแสดงขีดชอกระดับการเติมน้ำ	3
3	ภาพแสดงการจับเมื่อเคลื่อนย้าย	3
4	ภาพแสดงเข็มแทงไซ้	4
5	ภาพแสดงลักษณะการเปิดสวิทซ์ทำงาน	5
6	ภาพแสดงรูปแบบสายไฟที่ใช้กับผลิตภัณฑ์เดิม	5
7	ภาพแสดงส่วนต่าง ๆ ภายในไซ้	8
8	ภาพแสดงไซ้รูปทรงต่าง ๆ	9
9	ภาพแสดงไซ้รูปทรงต่าง ๆ	9
10	ภาพแสดงขนาดมาตรฐานของไซ้	10
11	ภาพแสดงการวัดหาความแข็งแรงของเปลือกไซ้แบบต่าง ๆ	12
12	ภาพเขียนขยายแสดงเม็ดไซ้มีขนาดต่าง ๆ ในไซ้แดง	14
13	ภาพแสดงอุณหภูมิที่ทำให้ไซ้เริ่มเป็นลิ่มสุก	15
14	ภาพแสดงการเปรียบเทียบลักษณะ	22
15	ภาพแสดงการแบ่งสัดส่วนของพื้นที่บนผิวเปลือกไซ้	29
16	ภาพแสดงภาพจากการส่องไซ้	30
17	ภาพแสดงลักษณะของไซ้	31
18	ภาพแสดงผลการส่องไซ้และต่อขยายออกดู	32
19	ภาพแสดงขดลวดแบบเปลือย	54
20	ภาพแสดงลวดความร้อนแบบกึ่งเปิด	55
21	ภาพแสดงโครงสร้างและลักษณะรูปร่างของลวดความร้อนแบบปิด	56
22	ภาพแสดงหม้อหุงข้าวไฟฟ้าที่ใช้ลวดความร้อนแบบปิด	57
23	ภาพแสดงลวดความร้อนในหลอดแก้วควอร์ที่ใช้ในเตาผิงไฟฟ้า	57
24	ภาพแสดงลวดความร้อนที่ใช้ในฝักห่มไฟฟ้าและกระเป๋าน้ำร้อนไฟฟ้า	58
25	ภาพแสดงลวดความร้อนที่ใช้ในเบาะวางเท้าไฟฟ้า	59
26	ภาพแสดงการกระจายคลื่นความถี่สูงในเตาอบไมโครเวฟ	60
27	ภาพแสดงเตาแม่เหล็กไฟฟ้า	61
28	ภาพแสดงเทอร์โมสแตตแบบหลอดบรรจุของเหล็ก	61
29	ภาพแสดงลักษณะของ Bimetal เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง	62
30	ภาพแสดงรูปแสดงวงจรไฟฟ้าผ่าน Thermostat	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
31 ภาพแสดงส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เดิม	64
32 ภาพแสดงขั้นตอนการใช้งานผลิตภัณฑ์เดิม	65
33 ภาพแสดงรายละเอียดของกาดัมน้ำไฟฟ้า	65
34 ภาพแสดงเครื่องอ่อนนม	66
35 ภาพแสดงเครื่องต้มกาแฟสำหรับร้านกาแฟ	67
36 ภาพแสดงเครื่องต้มกาแฟสำหรับใช้ในบ้าน	67
37 ภาพแสดงเครื่องนึ่งขนม	68
38 ภาพแสดงแปลงห้องครัว	75
39 ภาพแสดงทั่วไปในห้องครัว	76
40 ภาพแสดงห้องครัวแบบตัว "U" (ยู)	77
41 ภาพแสดงห้องครัวแบบต่าง ๆ	78
42 ภาพแสดงขนาดความสูงของเครื่องเรือนในครัว	79
43 ภาพแสดงภาพสแกนแบบอัดชนิด Flash Mold	91
44 ภาพแสดงแบบฉีด (Injection Molding)	92
45 ภาพแสดงแบบรีด (Extrusion)	93
46 ภาพแสดงแบบเป่า (Blow Molding)	94
47 ภาพแสดงแบบหล่อเย็น (Simple Casting)	95
48 ภาพแสดงวิธีเชื่อมด้วยความร้อน	99
49 ภาพแสดงวิธีเชื่อมโดยการหมุนเสียตีสี	100
50 ภาพแสดงลักษณะการออกแบบผิวหน้ารอยต่อ	101
51 ภาพแสดงวิธีการเชื่อมด้วยความร้อนแบบประกอบ	102
52 ภาพแสดงเทคนิคการออกแบบ Joint เพื่อการยึดต่อโดยวิธี การทางเคมี	105
53 ภาพแสดงการออกแบบงานพลาสติกที่เหมาะสม	107
54 ภาพแสดงการเสริมแรงในงานพลาสติก	108
55 ภาพแสดงการเสริมขอบ	109
56 ภาพแสดงความลาดเอียงแม่แบบ	110
57 ภาพแสดงขอบและมุมของแม่แบบ	111
58 ภาพแสดงชนิดของการเชื่อม	112
59 ภาพแสดงการเชื่อมในงานพลาสติก	113
60 ภาพแสดงการเคลื่อนที่ของอิ ลีคโตรอน	115
61 ภาพแสดงอิ ลีคโตรอนไหลผ่านสายไฟที่มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น	116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
62 ภาพแสดงเบตเตอร์มีชีววกและชีวลบ	117
63 ภาพแสดงวงจร ไฟฟ้าอย่างง่ายวงจรหนึ่ง	118
64 ภาพแสดงไฟฟ้าไม่สามารถผ่านวงจรที่ขาดอยู่ได้	119
65 ภาพแสดงการใช้สัญลักษณ์ช่วยให้การเขียนรูปวงจรง่ายขึ้น	120
66 ภาพแสดงลักษณะสวิตช์กีดแบบต่าง ๆ	125
67 ภาพแสดงทิศทางการทำงานของปุ่ม โยก	126
68 ภาพแสดงมุมมองค่าในการทำงาน	126
69 ภาพแสดงลักษณะการวางตำแหน่งปุ่มกด	127
70 ภาพแสดงลักษณะของสวิตช์ โยค	128
71 ภาพแสดงลักษณะและขนาดของสวิตช์ เลื่อน	128
72 ภาพแสดงรูปแบบของสวิตช์ เลื่อน	129
73 ภาพแสดงรูปแบบของสวิตช์ หมุน	129
74 ภาพแสดงขนาดของปุ่มหมุนในสวิตช์ หมุน	130
75 ภาพแสดงลักษณะพื้นผิวสัมผัสในการหมุนของสวิตช์	130
76 ภาพแสดงตัวอย่างของ ไมโครสวิตช์แบบต่าง ๆ	131
77 ภาพแสดงตัวอย่างของสวิตช์แม่เหล็ก	132
78 ภาพแสดงลักษณะของสวิตช์รีเลย์สวิตช์	133
79 ภาพแสดงการวางตำแหน่งของสัญลักษณ์	133
80 ภาพแสดงการบอกตัวเลขหรือสัญลักษณ์บนหน้าปิดควบคุม	133
81 ภาพแสดงลักษณะสายไฟ	134
82 ภาพแสดงลักษณะของสายที่ใช้กับเครื่องใช้หรือตัวทำความร้อน	134
83 ภาพแสดงลักษณะของสายที่ใช้กับเครื่องกำลังต่าง ๆ	135
84 ภาพแสดงลักษณะของสายชนิดอื่น ๆ	135
85 ภาพแสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนของบงมนุษย์	147
86 ภาพแสดงกำลังในการทำงานของมือ	150
87 ภาพแสดงขนาดสัดส่วนทางกายภาพคนไทย	151
88 ภาพแสดงลักษณะการทำงานของมือ	153
89 ภาพแสดงสัดส่วนของมุมการพับงอของแขน	154
90 ภาพแสดงสัดส่วนของมือ (เฉลี่ย) หน่วย นิ้ว ฟุต	156
91 ภาพแสดงลักษณะการจับของมือประเภทต่าง ๆ	157
92 ภาพแสดงสรุปข้อมูลพื้นฐาน	206
93 ภาพแสดงสรุปข้อมูลสู่การออกแบบ	206

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
94 Sketch Design 1	207
95 Sketch Design 2	207
96 Pesentation 1	208
97 Pesentation 2	208
98 Pesentation 3	209
99 Pesentation 4	209
100 Pesentation 5	210
101 Pesentation 6	210
102 Pesentation 7	211
103 Pesentation 8	211
104 แบบเพื่อการผลิต 1	212
105 แบบเพื่อการผลิต 2	212
106 แบบเพื่อการผลิต 3	213
107 แบบเพื่อการผลิต 4	213
108 แบบเพื่อการผลิต 5	214
109 แบบเพื่อการผลิต 6	214
110 แบบเพื่อการผลิต 7	215
111 แบบเพื่อการผลิต 8	215



สารบัญแผนภูมิประกอบ

แผนภูมิที่		หน้า
1	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ที่ร่างกายต้องการประจำวัน	35
2	กราฟแสดงปริมาณกรดอะมิโนต่าง ๆ เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของกรดอะมิโนทั้งหมดในไข่ไก่	39
3	แผนผังแสดงขั้นตอนพฤติกรรมกรรมการลวกไข่โดยไม่ใช้เครื่องลวกไข่	83
4	แผนผังแสดงขั้นตอนพฤติกรรมกรรมการลวกไข่โดยใช้เครื่องลวกไข่	84
5	แผนผังแสดงพฤติกรรมกรรมการรับประทานไข่ลวก	85
6	แผนภูมิช่วยในการเลือกกรรมวิธีในการยึดต่อทางพลาสติก	106





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาของการนำเสนอวิทยานิพนธ์

ปัจจุบันเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้า สภาพเศรษฐกิจและสังคมของมนุษย์มีการเจริญเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว ความเป็นอยู่ของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม มีการดำรงชีวิตด้วยความรีบเร่ง ทุกสิ่งทุกอย่างจะกระทำแข่งกันกับเวลา ในแต่ละวันการเตรียมตัวเพื่อออกไปปฏิบัติภารกิจประจำวันจะเริ่มขึ้นตั้งแต่การจัดเตรียมอาหาร ถือเป็นสิ่งที่จำเป็นที่สุด โดยเฉพาะอาหารมื้อเช้าไม่ว่าจะเป็นผู้ที่ทำงานด้วยกำลังกายหรือสมองก็ตาม ล้วนแต่ต้องใช้พลังงานจากอาหารมื้อนี้ เพื่อปฏิบัติภารกิจเหล่านั้นอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเวลาที่จำกัด ทำให้มีเวลาในการเตรียมอาหารน้อยมาก จึงมีผู้นิยมอาหารประเภท Fast food มาก อาหารประเภทนี้ได้แก่ ขนมปัง กาแฟ ไข่ลวก ฯลฯ ซึ่งก็ได้มีอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมอาหารเหล่านี้ เช่น เต้าไมโครเวฟ เครื่องปั่นขนมปัง เครื่องต้มกาแฟ ฯลฯ และในบรรดาอาหารประเภท Fast food เหล่านี้ ไข่ลวกนับเป็นอาหารที่ให้ประโยชน์ และมีคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งก็มีอุปกรณ์ที่ใช้เตรียมคือ เครื่องลวกไข่ แต่ทว่าเครื่องลวกไข่ที่มีอยู่ในปัจจุบันยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างเต็มที่ ทั้ง ๆ ที่การลวกไข่เป็นกิจกรรมที่ทำได้ง่าย แม้แต่เด็กก็สามารถที่จะกระทำได้ด้วยเหตุนี้ทางผู้วิจัยจึงได้มีความคิดในการออกแบบเครื่องลวกไข่ใช้ในครอบครัว เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่องการออกแบบปรับปรุง "เครื่องลวกไข่ใช้ในครอบครัว" บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ จึงวางวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้ คือ

- 1.2.1 เพื่อให้ออกแบบปรับปรุง "เครื่องลวกไข่ในครอบครัว"
- 1.2.2 เพื่อออกแบบให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน
- 1.2.3 เพื่อออกแบบให้วัสดุเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน
- 1.2.4 เพื่อออกแบบให้ผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม
- 1.2.5 เพื่อออกแบบให้เป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าในโอกาสต่อไป

1.3 ที่มาของปัญหา

- 1.3.1 ที่จับฝาครอบมีขนาด ไม่สัมพันธ์กับมือมนุษย์และลื่นเมื่อเกิดความชื้น
- 1.3.2 ที่ดบอกระดับการเติมน้ำอยู่ในตำแหน่งที่ตรงกันในวัสดุ โปร่งใส
- 1.3.3 ไม่มีที่จับหรือที่หัวสำหรับการเคลื่อนย้าย
- 1.3.4 เข็มแทง ไข้อยู่ด้าน ใต้ของที่จับฝาครอบ
- 1.3.5 ฐานบรรจุไข่ขยับไปมาได้ ไม่ล้อยึดกับตัวผลิตภัณฑ์
- 1.3.6 ขอบของกะทะที่ใช้ต้มน้ำยื่นออกมาอยู่ภายนอกของเครื่อง
- 1.3.7 ปุ่มควบคุมการทำงานของเครื่องมีขนาดเล็กและลื่นมากเมื่อชื้น
- 1.3.8 ช่องทางออกของสายไฟมีความคมมาก
- 1.3.9 สายไฟปล่อยลอยไว้โดยไม่มีส่วนเก็บสายไฟ

1.4 ปัญหาที่เกิดขึ้น

ปัญหาที่เกิดขึ้นมีแบ่งได้ 2 หัวข้อ ดังนี้คือ

1.4.1 ปัญหาจากพฤติกรรม

- 1.4.1.1 ที่จับฝาครอบจับได้ไม่ถนัดมือ อาจร่วงตกเสียหายได้ง่าย



ภาพที่ 1 แสดงการจับฝาครอบเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.1.2 ที่ดบออกการเติมน้ำมองเห็นได้ไม่ชัดเจน เกิดความสับสนได้ง่ายในขณะเติมน้ำ



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการเติมน้ำ

1.4.1.3 ไม่มีที่จับเพื่อการเคลื่อนย้าย ทำให้เกิดความไม่สะดวกและเครื่องอาจจะร่วงตกเสียหายได้ง่าย

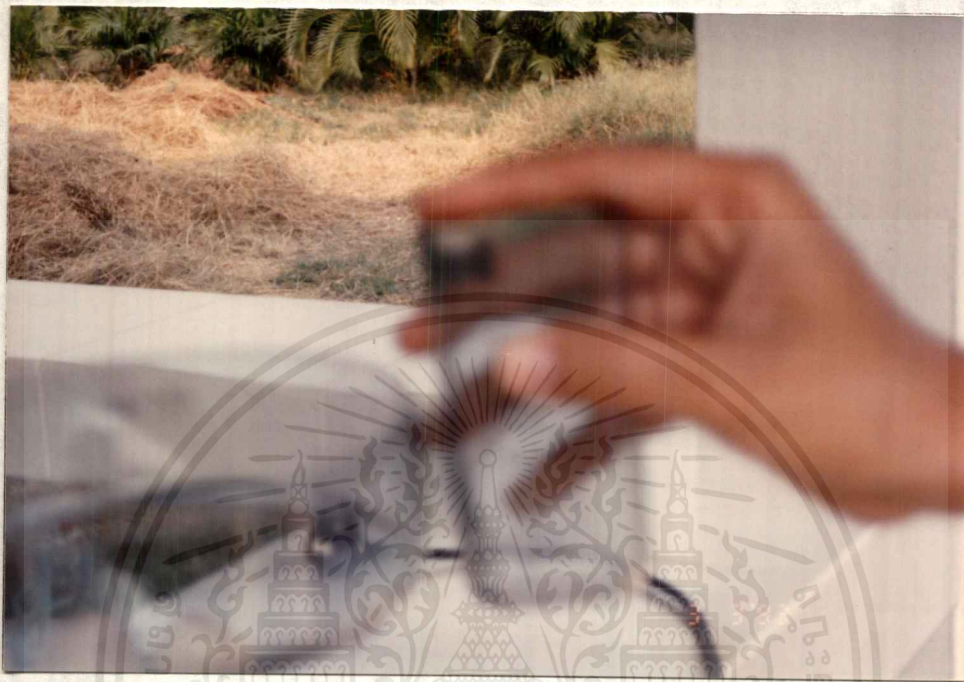


ภาพที่ 3 แสดงการจับเมื่อเคลื่อนย้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.2 ปัญหาโครงสร้าง

1.4.2.1 เข็มแทงไข้อยู่ด้านใต้ที่จับฝาครอบจะเบี่ยงอันตรายต่อผู้ใช้ เมื่อส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายไปสัมผัสถูกเข็ม โดยเฉพาะมือ



ภาพที่ 4 แสดงเข็มแทงไข

1.4.2.2 ฐานบรรจุไขขยับเขยื้อนไปมาได้ และ ไม่ล็อกยึดกับตัวของผลิตภัณฑ์ ทำให้ไม่มีความมั่นคงแข็งแรง และ ในขณะที่ใช้งานอยู่ น้ำร้อนข้างในจะกระเด็นและ ไหลออกมาด้านนอกตัวเครื่อง

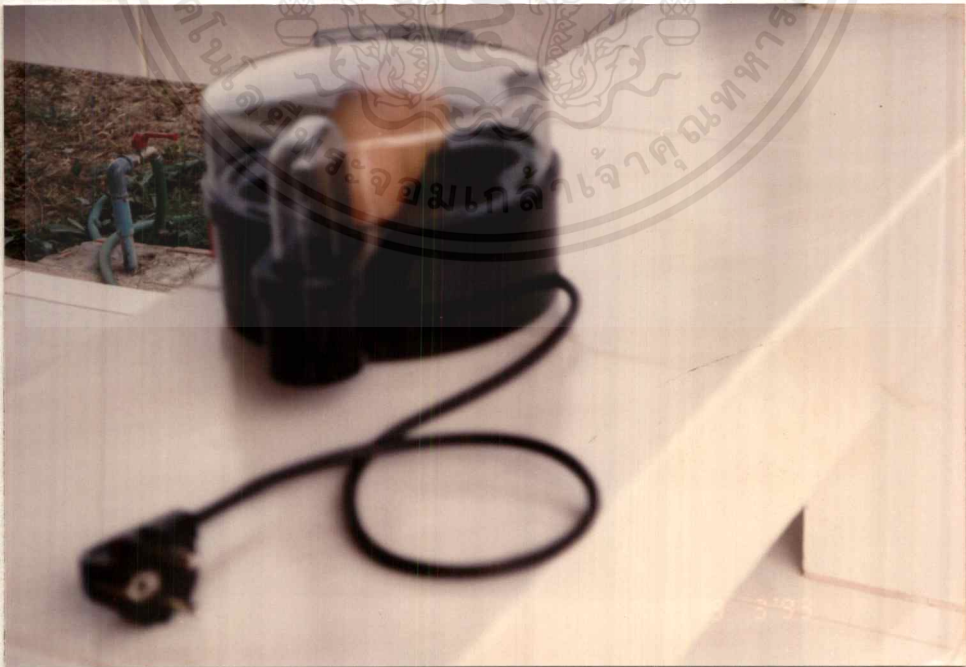
1.4.2.3 ทอมของกระทะตมน้ำอยู่ภายนอกของเครื่องจะเบี่ยงอันตรายต่อผู้ใช้งานหาก ไปสัมผัสขอบกระทะดังกล่าว

1.4.2.4 ปุ่มควบคุมการทำงานของเครื่องมีขนาดเล็กและลื่นมาก เมื่อมีความชื้นเกิดขึ้น เกิดความไม่สะดวกต่อการบิดและเปิดเครื่อง



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะการเปิดสวิตซ์ทำงาน

- 1.4.2.5 ช่องทางออกของสายไฟมีความคมมาก เมื่อขยับสายงอไปมาขณะเคลื่อนย้าย สายจะชำรุดเสียหายได้ง่าย
- 1.4.2.6 สายไฟของเครื่องยึดติดตายตัวกับเครื่อง โดยไม่มีส่วนที่ใช้สำหรับเก็บสายไฟ ทำให้การเก็บเครื่องหรือการนำพาเคลื่อนย้ายเกิดความไม่สะดวก



ภาพที่ 6 แสดงรูปแบบสายไฟที่ใช้กับผลิตภัณฑ์เดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 แนวทางการแก้ปัญหา (แก้ตามข้อของปัญหาที่เกิดขึ้น)

1.5.1 ปัญหาพฤติกรรม

1.5.1.1 ออกแบบให้ที่จับฝาครอบมีพื้นผิวสัมผัสที่ดี และมีความสัมพันธ์กับมือมนุษย์

1.5.1.2 กำหนดให้ขีดบอกระดับการเติมน้ำให้อยู่ในด้านเดียวกัน เพื่อให้สามารถมองเห็นได้ง่าย

1.5.2.3 ออกแบบให้มีหูหิ้ว หรือที่จับของตัวเครื่องเพื่อสะดวกแก่การเคลื่อนย้าย

1.5.2 ปัญหาโครงสร้าง

1.5.2.1 เก็บ ชีมแท่ง ไขไว้ในที่มืดชิด เช่นที่มีมือจับของฝาครอบ แต่มีฝาปิดไว้เพื่อป้องกันอันตรายดังกล่าว

1.5.2.2 สร้าง RIB สำหรับฐานวางไขให้สามารถเข้าล็อกกันได้ดี ทั้งฝาครอบและฐานของเครื่อง โดยให้ ไขล็อกได้พอดี

1.5.2.3 ออกแบบให้ฐานบรรจุ ไขซึ่งผลิตจากพลาสติกทนความร้อนให้ยื่นออกมาครอบส่วนที่เป็นขอบกระแทก

1.5.2.4 ออกแบบปุ่มควบคุมให้มีลักษณะการบิด รูปทรงครึ่งวงกลม และปุ่มมีพื้นผิวสัมผัสที่ดี

1.5.2.5 ตัวเครื่องในส่วนช่องทางออกสายไฟออกแบบให้มีลักษณะโค้งมน และหุ้มไว้ด้วยยาง ซึ่งมีคุณสมบัตินุ่มและเหนียว

1.5.2.6 ออกแบบให้มีส่วนเก็บสายไฟอยู่รอบเครื่อง โดยให้สายไฟพันอยู่รอบเดี่ยว

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความถูกต้องจึงได้กำหนดแนวทางการวิจัยไว้ดังนี้คือ

1.6.1 ขั้นรวบรวมปัญหา (Problem Identification)

1.6.2 ขั้นตีปัญหา (Preliminary Idea)

1.6.3 ความคิดสร้างสรรค์เบื้องต้น (Design Refinement)

1.6.4 ขั้นวิเคราะห์การออกแบบ (Design Analysis)

1.6.5 ขั้นกลั่นกรองหรือสังเคราะห์ออกแบบ

1.6.6 ขั้นตกลงใจในการออกแบบ (Design Decision)

1.6.7 ขั้นการทำให้เกิดผลสำเร็จ (Implementation)

1.6.8 ขั้นเสนอการออกแบบ (Presentation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 ขอบเขตการศึกษาหาข้อมูล

ข้อมูลเบื้องต้นที่จำเป็นต้องศึกษาเพื่อสนับสนุนการออกแบบให้บรรลุผลสำเร็จนั้น ผู้วิจัยได้แบ่งการศึกษาหาข้อมูลดังนี้คือ

- 1.7.1 เพื่อศึกษาเรื่องลักษณะกลุ่มผู้บริโภค
- 1.7.2 เพื่อศึกษาเรื่องไซโก
- 1.7.3 เพื่อศึกษาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการลวกไซโก
- 1.7.4 เพื่อศึกษาเรื่องสภาพแวดล้อมสำหรับการใช้งาน
- 1.7.5 เพื่อศึกษาพฤติกรรมผู้ใช้งาน
- 1.7.6 เพื่อศึกษาประเภทเครื่องลวก ระบบการลวกและผลิตภัณฑ์โกโก้เคียง
- 1.7.7 เพื่อศึกษาระบบกลไกการทำงาน
- 1.7.8 เพื่อศึกษาขนาดสัดส่วนผู้ใช้งาน
- 1.7.9 เพื่อศึกษาเรื่องโครงสร้าง
- 1.7.10 เพื่อศึกษาเรื่องวัสดุที่ผลิต
- 1.7.11 เพื่อศึกษาเรื่องกรรมวิธีการผลิต
- 1.7.12 เพื่อศึกษาเรื่องสี

1.8 ขอบเขตทองงานออกแบบ

เพื่อให้โครงการวิจัยดังกล่าว สามารถดำเนินการศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์ และออกแบบให้เป็นผลสำเร็จ บรรลุตามวัตถุประสงค์ไว้ั้น จึงได้กำหนดขอบเขต การออกแบบดังกล่าวไว้ดังนี้

- 1.8.1 ออกแบบเครื่องลวกไซโกที่ใช้สำหรับครอบครัวในบ้านพักอาศัย
- 1.8.2 ออกแบบเครื่องลวกไซโกที่สามารถถอดประกอบเพื่อการบำรุงรักษาได้อย่างเหมาะสม
- 1.8.3 ออกแบบเครื่องลวกไซโกที่ใช้กับไฟบ้าน 220 V
- 1.8.4 ออกแบบระบบการทำงานซึ่งสามารถควบคุมได้โดยบุคคลผู้ใช้
- 1.8.5 ออกแบบให้ใช้งาน 1 คนต่อ 1 ผลิตภัณฑ์
- 1.8.6 ออกแบบให้การลวกแต่ละครั้งได้จำนวนของไซโกที่เหมาะสม

1.9 ผลที่ได้จากการออกแบบหรือการทำวิทยานิพนธ์

ประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินงานการออกแบบเมื่อดำเนินการได้สำเร็จ ล่วงดังนี้

- 1.9.1 ได้เครื่องลวกไซโกใช้สำหรับครอบครัว
- 1.9.2 ช่วยให้เกิดความสะดวกในการลวกไซโกเพื่อการบริโภค
- 1.9.3 ได้ไซลวกที่มีคุณค่าทางโภชนาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

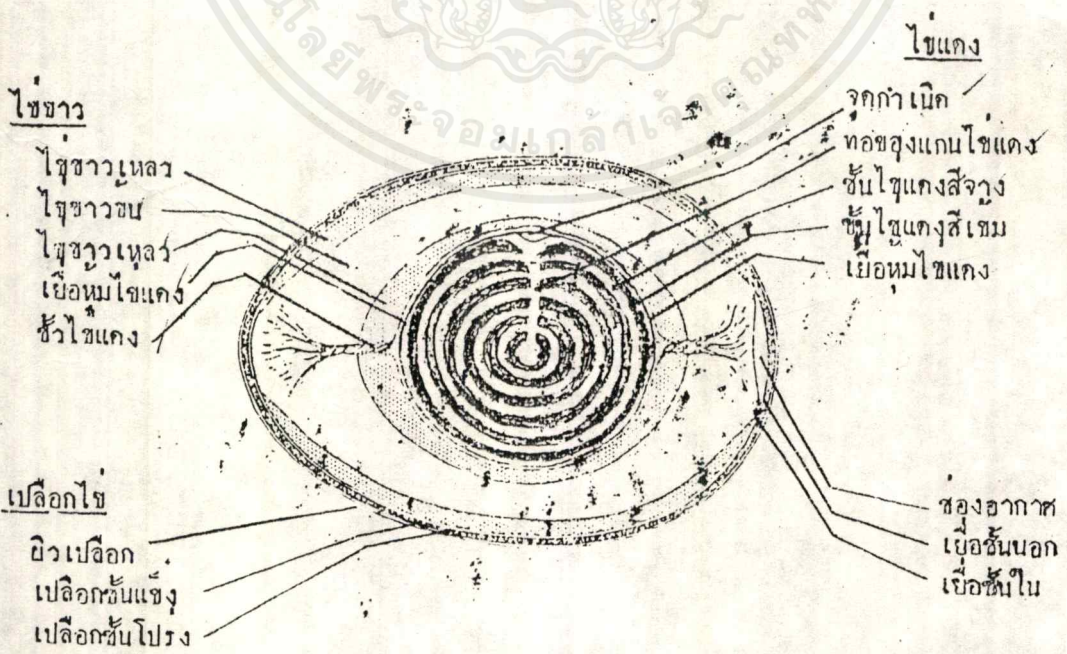
2.1 ความรู้เกี่ยวกับไข่ไก่

ไข่ไก่เป็นศักยภาพ (Potential ability) หรือแหล่งเริ่มต้นที่ช่วยให้ชีวิตลูกไก่ได้เจริญเติบโตขึ้นมา ธรรมชาติได้สร้างสรรค์ให้แต่ละองค์ประกอบในไข่ให้มีหน้าที่เฉพาะอย่าง และสำคัญต่อการที่จะเป็นสิ่งช่วยประคับประคองหล่อเลี้ยงชีวิตลูกอ่อนให้เจริญเติบโตขึ้นได้โดยปกติ และปลอดภัย

ภายในฟองไข่ เซลล์ต้นกำเนิดของชีวิตใหม่อยู่ที่ฐานเชื้อลูกไก่ (Blastoderm) ตรงจุดนี้ของไข่ที่มีเชื้อตัวผู้ผสมแล้วจะเป็นจุดเริ่มต้นของไข่ไก่ที่จะเจริญเป็นลูกอ่อนหรือเอมบริโอ ๆ อยู่ติดกับไข่แดงซึ่งเป็นแหล่งคลังอาหารต่าง ๆ เอมบริโอหนึ่งบางคนนี้เรียกว่าเชื้อลูกไก่

ไข่ขาวมีลักษณะกึ่งของเหลว มีหน้าที่โดยธรรมชาติในการป้องกันการกระทบกระเทือน ป้องกันความร้อนหนาวแก่เชื้อลูกไก่ทั้งไข่ขาวและไข่แดงเป็นอาหารหล่อเลี้ยงชีวิตใหม่ไปจนกว่าชีวิตนั้นจะเจริญเติบโตจนสมบูรณ์ออกจากไข่

ชั้นนอกของไข่ได้แก่เปลือก เปลือกเป็นเสมือนเกราะป้องกันการกระทบกระเทือนแก่ลูกไก่ เป็นที่อาศัยถ่ายเทระหว่างภายในกับภายนอกไข่ และเป็นที่ช่วยเก็บรักษาอาหารกับน้ำสำหรับลูกไก่ในไข่ที่กำลังฟักตัวอยู่



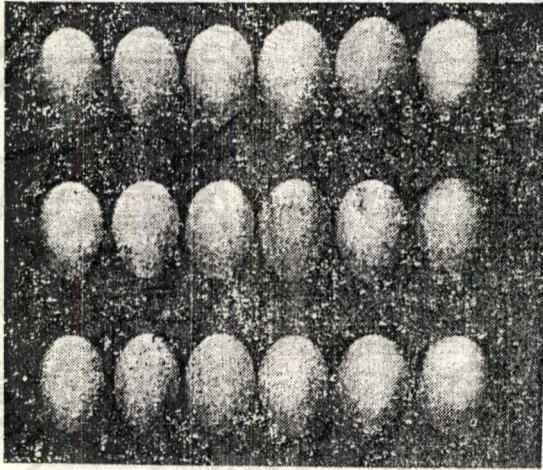
ภาพที่ 7 ภาพตามขวางแสดงส่วนต่าง ๆ ภายในไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

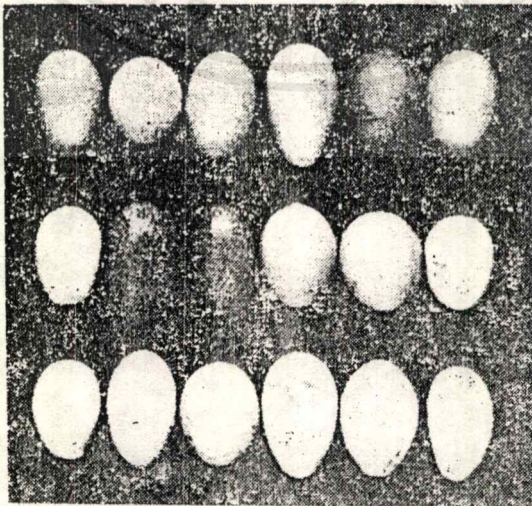
2.1.1 ลักษณะภายนอกของไข่

ดูจากภายนอกของไข่ สิ่งที่เห็นและวัดได้คือรูปร่าง ขนาด สี กับลักษณะของเปลือก ลักษณะภายนอกเหล่านี้มีความแตกต่างกันมากบ้างน้อยบ้าง แล้วแต่พันธุ์ แล้วแต่หน้าที่ทางสรีรภาพ (Physiological function) ของไข่เอง กับแล้วแต่สิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสำคัญอย่างหนึ่งที่จะทำให้ไข่มีลักษณะต่างจากปกติ

รูปร่างของไข่ ไข่มีรูปร่างต่าง ๆ หลายรูป ส่วนใหญ่เป็นรูปไข่คือข้างหนึ่งป้าน ข้างหนึ่งแหลม แต่ไข่จากแม่ไก่ข้างตัวอาจกลมหรือยาว หรือสองข้างแหลมหรือมนเท่า ๆ กัน ความมกตแตกต่างของรูปร่างไข่มีต้นเหตุมาจากพันธุกรรมกับสรีระของตัวไก่ (Physiological factors) โดยปกติไข่ต้องมีรูปร่างเป็นรูปไข่



ภาพที่ 8 ภาพไข่รูปร่างต่าง ๆ สามแถวบนเป็นไข่ที่พบเห็นอยู่ทั่วไป



ภาพที่ 9 สามแถวล่างเป็นรูปร่างไข่แปลก ๆ หรือค่อนข้างยาว มักพบเห็นบ่อย ๆ

พวกที่รูปร่างเบี้ยว ผิดธรรมชาติหรือคอด อาจพบเห็นได้ไม่บ่อยนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นาเบไซประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้มีผู้หาวิธีคิดรูปทรงของไข่ เรียกว่า egg shape index (หรือดัชนีทรงไข่) คือ กว้างหารยาว X 100 แต่วิธีนี้ยังไม่ละเอียดพอ เพราะว่าไข่ยาวที่มีขนาดเล็กค่าดัชนี index จะต่ำ ถ้าไข่สั้นและใหญ่ค่าดัชนีที่ได้ก็จะสูง แต่ก็พอบอกได้ใกล้เคียงว่าเป็นไข่พวกเดียวกันได้มากน้อยแค่ไหน

สิ่งที่เกี่ยวข้องกับรูปทรงของไข่ นอกจากที่กล่าวไว้ข้างบนนี้ ยังมีสาเหตุที่เนื่องมาจากพันธุกรรม เนื่องจากฤดูกาล และเนื่องจากร่างกายของไก่เอง ไก่สาวที่เพิ่มเริ่มไข่รูปทรงของไข่นั้นก็ยังไม่แน่นอนนัก โดยมากค่อนข้างกลม ซึ่งจะ เป็นอยู่ราวครึ่งปีแรก ไก่ที่หยุดไข่เมื่อตั้งต้นไข่ไม่ได้เกินกว่า 7 วันระยะเริ่มไข่ ๆ มักมีรูปร่างยาว และแคบกว่าไข่เมื่อก่อนหยุดไข่

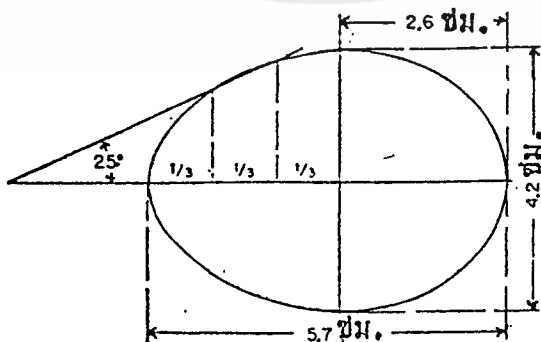
2.1.2 ขนาดของไข่

ขนาดของไข่มีหลายขนาด ใหญ่เล็กแตกต่างกัน สาเหตุมักเนื่องมาจากพันธุกรรม ฤดูกาล โรค อายุ ฯลฯ

ขนาดไข่มาตรฐานมีรายงานกำหนดไว้ดังนี้

น้ำหนัก	50.0	กรัม
ปริมาตร	53.0	ซีซี
ความถ่วงจำเพาะ	1.09	
เส้นรอบวงตามยาว	15.7	ซม.
เส้นรอบวงตามกว้าง	13.5	ซม.
ดัชนีรูปทรง	74	
ดัชนีพื้นที่	68.0	ซม.

นักวิทยาศาสตร์ได้เสนอแนะขนาดมาตรฐานของไข่ไก่ไว้ดังนี้



ภาพที่ 10 แสดงขนาดมาตรฐานของไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประมาณน้ำหนักไขมีสูตรดังนี้ $X = \frac{W-S}{A} \times B + S \dots \dots \dots (1)$

- X = น้ำหนักไขที่ต้องการ
W = น้ำหนักไขเมื่อบรรจุโคลโรฟอร์ม
S = น้ำหนักเปลือกเปล่า ๆ
A = เป็นความถ่วงจำเพาะของโคลโรฟอร์ม
B = เป็นความถ่วงจำเพาะของไข

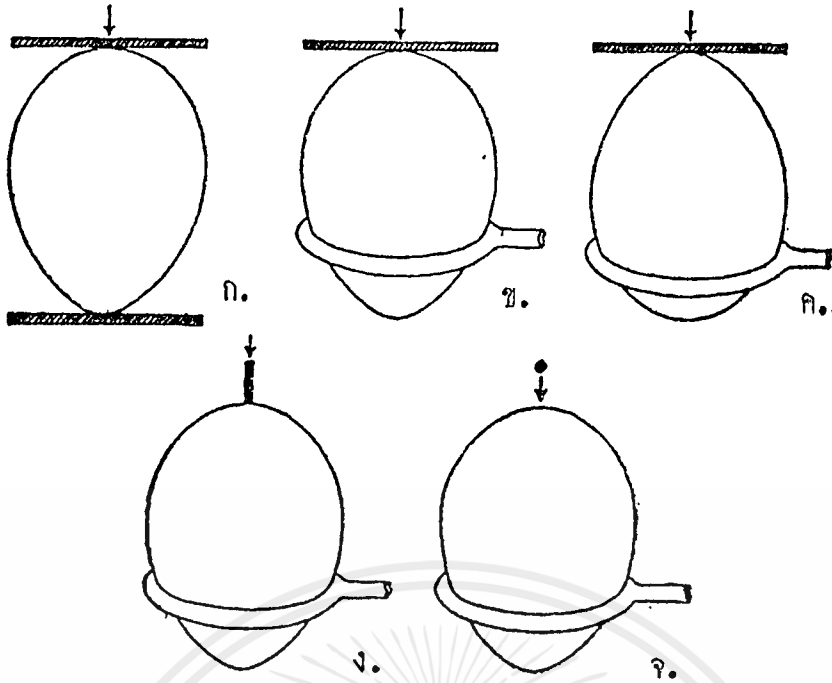
สูตรประมาณน้ำหนักไขอีกสูตรหนึ่งคือ $W = \frac{11}{LB^2} S \dots \dots \dots (2)$

- L = ความยาว
B = ความกว้างของไข
S = ความถ่วงจำเพาะของไขสด จำพวกไก่ (precocial)
= 1.075 และ = 1.043

2.1.3 ความทนทานแรงกดและแรงกระทบ

ความทนทานแรงกด (Breaking strength) ของไขมีความสำคัญทั้งทางชีววิทยาและทางเศรษฐกิจ ไขที่มีความทนทานแรงกด (breaking strength) ได้สูงก็จะไม่บอบแตกง่าย ความทนทานแรงกดนี้คือแข็งแรงของเปลือกที่ทนต่อการรับน้ำหนักหรืออัดจนถึงเริ่มแตก เพราะเหตุนี้เปลือกจึงเป็นทั้งทำหน้าที่ช่วงปกป้องคุ้มครองให้เชื้อลูกไก่เจริญเติบโตต่อไป และยังคุ้มครองมิให้ไขเสื่อมเสียก่อนถึงเวลาใช้ประโยชน์โดยปกติวิสัย

ไขไก่น้ำหนักเฉลี่ย 60 กรัม ทนทานแรงกดได้ 4.1 กก. วิธีวัดความทนทานแรงกดนี้วัดได้โดยใช้น้ำหนักกดที่ด้านป้านหรือด้านแหลมของไขจะมี ความทนทานประเภทนี้สูงกว่าด้านป้าน ทั้งนี้ นอกจากจะขึ้นอยู่กับความหนาของเปลือกแล้วยังขึ้นอยู่กับพันธุกรรม อาหาร ฤดูกาล ฯลฯ ไขในเดือนมีนาคม เมษายน ซึ่งมีอากาศร้อนก็มักพบไขเปลือกบางและแตกง่าย



ภาพที่ 11 ภาพการวัดหาความแข็งแรงของเปลือกไข่แบบต่าง ๆ

- ก. ใช้แรงกดทั่วทั้งไข่
- ข. และ ค. ใช้แรงกดด้านใดด้านหนึ่ง
- ง. ใช้แท่งเหล็กกลมขนาดโต 1 มม. กดที่ด้านบน
- จ. ใช้ลูกโลหะกลมทั้งลงมาจากด้านบน

ความทนแรงกระทบ (Cracking strength) เป็นคุณสมบัติทนทานแรงกระทบกระแทก คุณสมบัติที่ทนต่อกำลังที่จะทำให้ไข่ร้าว หรือที่เรียกว่าบรู๊ว (crack) หรือไข่แตกไข่ขาวไหล (check) คุณสมบัตินี้ช่วยให้ไข่ทนทานต่อการกระทบกระแทกระหว่างการขนส่ง วิธีวัดทำได้ง่ายกว่าและใช้แรงน้อยกว่าการวัดคุณสมบัติทนทานแรงกด อาจทำได้โดยการใช้เครื่องมือเคาะหรือต่อยไข่ตามปกติไข่ที่มีความทนทานต่อแรงกระทบได้ประมาณ 600 ไตน์ (dynes) ต่อวินาที ไข่เปลือกหนาขึ้นก็มีความทนทานแรงกระทบ (cracking strength) สูงขึ้น

2.1.4 คุณสมบัติทางอุณหภูมิ (Thermal properties)

ก. ความร้อนที่เกิดจากไข่ (heat productions) ไข่ลมหรือไข่ที่ไม่มีเชื้อก็มีความร้อนในตัววัดได้ 0.072 กรัม-แคลลอรี่ต่อวัน ทั้งนี้เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในไข่ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีก็ยิ่งมีมากขึ้น สำหรับไข่มีเชื้อที่เริ่มเข้าตู้ฟักระยะชั่วโมงแรก ๆ มันจะดูดความร้อนมากกว่าปล่อยออกมา

ข. ปริมาณความร้อนในไข่ (Thermal capacity) ความร้อนจำเพาะของไข่ต่ำกว่าของน้ำ (0.999) ไข่มีความจำเพาะ (specific heat) 0.772 แคลลอรี่ต่อกรัมต่อมีกิวาเรนไฮต์

ค. อุณหภูมิเยือกแข็งของไข่ (Freezing temperature) ตามปกติไข่ขาวจะเยือกแข็งด้วยความเย็น 0.424° ฟ 621.24° ฟ ไข่แดงเยือกแข็ง

ที่ 0.587° ซ (30.95° ฟ) ไม้ทั้งฟองเยือกแข็งที่อุณหภูมิ-1.5 ถึง 2.0 องศาเซนติเกรด (29.30° - 28.4° ฟ) ไม้ที่สิ้นเขย่าในอุณหภูมิ 3.2° ซ (26.4° ฟ) ไม้จะไม่แข็งตัว แม้ที่ -11° ซ (12.2° ฟ) ซึ่งไม้ควรจะเยือกแข็งภายใน 1 ชั่วโมง หากเขย่าไม้อยู่ตลอดเวลา ไม้ก็จะยังไม่เยือกแข็งตัวและอยู่ในสภาพเช่นนี้ได้ถึง 1 อาทิตย์ ถ้าเอาไม้แช่เย็นจนเยือกแข็งเปลือกจะร้าวเพราะเนื้อไม้ขยายตัว แต่ถ้าทำให้น้ำในไม้ลดลง 1-4 % เปลือกไม้จะไม่ร้าว

ง. ผลการต้มไม้ในน้ำเดือด ภายในไม้จะร้อนช้ากว่าผิวนอก ๆ ของไม้ ไม้เปิดที่ต้มในน้ำเดือด 8 นาที วัดที่ใจกลางไม้จะได้ 65° - 74° ซ (146° - 165.2° ฟ) และถ้าต้มนาน 10 นาที จะวัดได้ 73° - 80° ซ (172.4° - 176° ฟ)

ไม้ที่ต้มสุก น้ำหนักจะหายไปราว 0.02-0.1 กรัมเท่านั้น หรืออาจกล่าวได้ว่า ไม้ต้มสุกมีน้ำหนัก ไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิมเลยก็ได้

คุณสมบัติขององค์ประกอบของไม้

เคลือบผิวไม้ (Cuticle) เพียงแต่สันนิษฐานกันว่าเคลือบผิวไม้เป็นสิ่งที่ปกคลุมผิวไม้ป้องกันการไหลซึม การระเหยของไอน้ำ การผ่านเข้าไปของจุลินทรีย์ในเปลือก การเรืองแสงของวัตถุที่เคลือบผิวไม้ตลอดจนการผ่านเข้าออกของก๊าซต่าง ๆ ทางรูเปลือกไม้ สิ่งเหล่านี้มีความสำคัญทางชีววิทยา

คุณสมบัติของเปลือกหุ้ม เป็นคุณสมบัติเกี่ยวกับความหนาแน่น ความแข็งแรง การซึมผ่านได้ของของเหลว และก๊าซต่าง ๆ ตลอดจนการให้แสงหรือรังสีผ่าน

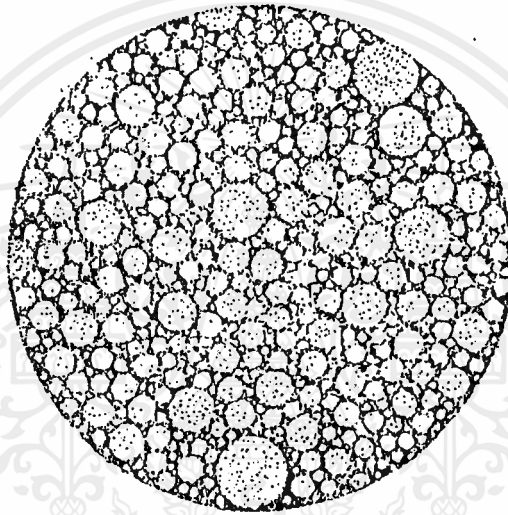
ความหนาแน่น (Donsity) ของเปลือกไม้มีปริมาณ 2.14 ถึง 2.47 ที่ปลายข้างแหลมมีความแน่นน้อยที่สุด (2.30) ตอนกลาง 2.51 ด้านป้าน 2.48

ความแข็งแรงที่ทนต่อแรงเจาะ (Resistance to puncture) ของไม้ไก่อเปลือกไม้ไก่อสามารถทนต่อน้ำหนักกดเจาะ 3.4 กก. ต่อตารางเซนติเมตร (หรือ 48.3 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) แตกต่างกันแล้วแต่พันธุ์และร่างกายของไม้แต่ละตัว ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความหนาของเปลือกกับความแข็งแรงที่ทนต่อแรงเจาะ เท่ากับ 0.834-0.011

การซึมผ่านได้ของไอน้ำกับแก๊ส (Permeability) รูที่เปลือกไม้ นั้นไม่แต่จะเป็นทางที่น้ำและก๊าซผ่านเข้าออก จำนวนรูที่เปลือกไม้ยังเป็นสิ่งสำคัญต่อชีวิตของลูกไม้ และคุณภาพการเก็บรักษา ไม้อีกด้วย อัตราการซึมเข้าและออกของก๊าซต่าง ๆ ที่ผิวไม้ นั้นเท่า ๆ กัน น้ำซึมเข้าช้ากว่าซึมหรือระเหยออกจากไม้เกือบครึ่ง Romanoff (1949) ทดลองการซึมผ่านรูเปลือกไม้ (permeability) โดยวัดเป็นอัตราไหลของอากาศ (rate of air flow) เป็นจำนวนลูกบาศก์เซนติเมตรต่อหนึ่งตารางเซนติเมตรต่อ นาที โดยวิธีให้อากาศผ่านจากด้านในของเปลือกที่แห้งและให้มีความดันระหว่าง 2 ด้านต่างกัน 20 เซนติเมตร ได้พบว่าเปลือกไม้ นั้นจะมีการซึมผ่านเท่ากับ 14.5 ซีซี/ตร.

ซม/นาที่ ทางด้านซ้ายและ 10.5 ซีซี/ตร.ซม/นาที่ ทางด้านแหลมก๊าซต่างชนิดกันก็มี ความการซึมผ่านรูเปลือกไข่ต่างกัน ถ้าเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์จะได้ดังนี้

Gas	Relative Penetration
Hydrogen	140.98
Carbon dioxide	103.19
Nitrogen	100.86
Air	100.86
Oxygen	92.85



ภาพที่ 12 ภาพเขียนขยายแสดงเม็ดไข่มีขนาดต่าง ๆ ในไข่แดง

การทำให้ไข่ขาวและไข่แดงเป็นลิมแต่ไม่ไข่แข็งตัว (coagulation) มีประโยชน์ต่อการนำไปปรุงแต่งเป็นอาหารต่าง ๆ การทำให้เป็นลิมนั้นนอกจากทำได้ด้วยวิธีใช้ ความร้อนแล้วยังมีวิธีทำให้เป็นลิมได้ด้วยกรรมวิธีทางเคมี ทางฟิสิกส์ และทางเมคานิคอีกด้วย

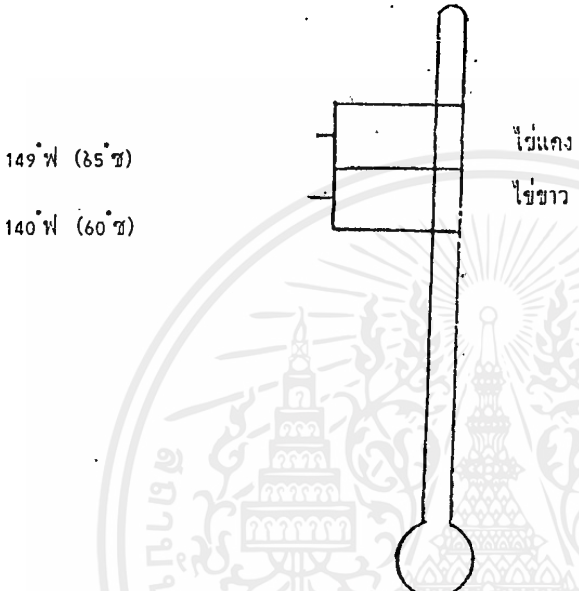
อุณหภูมิจากทำให้ไข่ขาวไข่แดงตกลิมมีดังนี้

ซ	
57	ไข่ขาวบางส่วน เริ่มเป็นลิมพอสังเกตุได้แต่ต้องใช้เวลาานาน
58	ไข่ขาวเริ่มเป็นสีขาวขุ่น (opalescent)
สูงกว่า	60 ไข่ขาวเป็นลิมเห็นชัด
60.3	จุดตกลิมของไข่ขาวใสชั้นใน
61.0	จุดตกลิมของไข่ขาวชั้นชั้นกลาง
61.5	จุดตกลิมของไข่ขาวใสชั้นนอก
62	ไข่ขาวเป็นลิมข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 65 ไช้ขาวเป็นลิ่มขึ้นอยู่ตัวไม้ไหล
- 70 ไช้ขาวเป็นก้อนค่อนข้างแน่น แต่ยังไม่แน่นแบบเกลลี
- 70 กว่าขึ้นไป ไช้ขาวเป็นก้อนแข็งตัว

จุดตกลิ้มของไต้แดงสูงกว่าของไต้ขาว ๆ จะเริ่มขึ้นตัวที่ 65 ช และจะเป็นก้อนขึ้นไม้ไหล (stop flowing) ที่ปริมาณ 70 ช ไช้ต้มที่ปรากฏกลีเขียวคล้ำที่ผิวไต้แดงเป็นเพราะเหล็กกับกำมะถันของไต้แดงมารวมกันเป็นเฟอร์รัสซัลไฟด์



ภาพที่ 13 ภาพแสดงอุณหภูมิที่ทำให้ไต้เริ่มเป็นลิ่มสุก (ไต้ขาวกับไต้แดง ทั้งสองจะ เริ่มเป็นลิ่มสุกที่อุณหภูมิใกล้เคียงกันกับของไต้แดง)

การระเหยเอาน้ำออกจากไต้ขาว ในอุณหภูมิต่ำกว่าที่ควรช่วยให้ไต้ขาวเป็นลิ่มเร็ว ขึ้นตรงกันข้าม ถ้าเติมน้ำลงไปจะทำให้ไต้ขาวและ ไต้แดงเป็นลิ่ม ได้ในอุณหภูมิสูงกว่าธรรมดา การเติมเกลือบางอย่างลงในไต้ขาวจะช่วยให้ตกลิ้มเร็วขึ้น แต่เกลือบางอย่างก็ทำให้ตกลิ้มช้าลง เช่นเดียวกับการที่เติมกรดหรือด่างลงไป น้ำตาลเป็นตัวกั้นไม่ให้ไต้เป็นลิ่ม ไต้ขาวที่สกัด (extract) ด้วยอีเทอร์ก่อนแล้วนำมาต้มในความร้อน 100 ช จะไม่ตกลิ้ม

2.1.5 ไต้ขาวสุก

การทำให้สุกช่วยให้ไต้ขาวถูกย่อย ได้ดีขึ้น ไต้ขาวที่ลวกให้สุกเป็นลิ่มเหลว ช่วยให้ไต้ขาวย่อยออกมามากขึ้น ไต้ขาวที่เหลือนี้จะอยู่ในกระเพาะนานขึ้นแม้จะไม่นานเท่ากับโปรตีนอื่นก็ตาม ไต้ขาวสุกย่อยได้เร็วเท่าย่อยเนื้อและดีกว่าไต้ขาวดิบ

การทดลองย่อย ไต้ขาวสุกให้เป็นลิ่ม ด้วยวิธีย่อยด้วยน้ำย่อยเปปซินในหลอดแล้วจะพบว่า การย่อยติดกันกับวิธีทำให้เป็นลิ่มสุก การทำให้สุกที่ 70 ช ดีที่สุด ถ้าสูงกว่านี้ก็ย่อยได้แต่ย่อยได้น้อยลง ถ้าใช้เวลาก่อนทำให้สุกอยู่นาน ไม่ว่าจะเริ่มจาก 40 ช แล้วทำให้ร้อนถึง 100 ช หรือทำให้สุกที่ 140 ช ก็สามารถทำให้ไต้ขาวย่อยเปปซินทำ

การย่อยได้มากขึ้น

ในการย่อยไข่ขาวด้วยทริพซินจะสุกเร็วในอุณหภูมิ 100 หรือ 140 °C และจะย่อยได้ดีขึ้น

ตามปกติเอนไซม์ที่ทำลายฤทธิ์ของน้ำย่อยทริพซิน (antitryptic enzyme) จะถูกทำลายด้วยความร้อน และช่วยให้ไข่ขาวถูกย่อยในลำไส้เล็กได้เร็วขึ้น

คนเราย่อยไข่ขาวสุกได้ราว 86 % แม้จะเป็นไข่ขาวสุกที่มีปริมาณมากก็ตาม สุนัขย่อยไข่ขาวสุกได้ถึง 90 % หรือย่อยได้มากกว่าไข่ขาวดิบกว่า 1/3 เท่า

ไข่ขาวสุกเป็นอาหารที่ช่วยทำให้แอลบิวมิน กับ โปรตีนในน้ำเหลืองของสุนัขคืนสู่ระดับปกติได้ดี แสดงว่าไข่ขาวสุกนั้นย่อยง่าย และร่างกายดูดซึมได้ง่ายกว่า

2.1.6 ไข่แดง

ไข่แดงมีโภชนาการต่าง ๆ อย่างบริบูรณ์ ละลายไปเป็นประโยชน์แก่เชื้อลูกไก่ได้รวดเร็วและยังมีประโยชน์แก่สัตว์อ่อนและสัตว์โตแล้ว ไข่แดงต้มสุกมีสภาพคล้ายกึ่งของแข็งประมาณสองในสามส่วนของไข่แดงเป็นลิวซิโดซึ่งให้พลังงานสูง อีกหนึ่งในสามเป็น โปรตีนประเภทที่มีฟอสฟอรัสรวมอยู่ด้วยซึ่งเป็นชนิดเดียวกับที่พบอยู่ทั่วไป และมีมากในนมด้วย

สภาพของไข่แดงตามปกตินั้นละเอียดและกระจายตัว (highly emulsified) อยู่ในลักษณะที่ระเหาะจะย่อยได้ทันทีไม่ว่าจะเป็นไข่ดิบหรือสุกแบบยางมะตูม (soft boiled) หรือที่ต้มจนสุกก็ย่อยได้ภายในระยะเวลาไล่เลี่ยกัน ไข่แดงช่วยให้การกลืนน้ำย่อยแกสตริก (gastric) ดีขึ้น เหตุที่ไข่แดงย่อยง่ายมากจึงเป็นอาหารพิเศษอย่างดีสำหรับเด็กอายุ 2 เดือน ได้มีผู้แนะนำให้ใช้ไข่แดงแทนนมแก่เด็กก่อนอายุ 2 วันแรก ร่างกายของเด็กอ่อนจะใช้อาหารธาตุในไข่สร้างร่างกายให้เติบโตได้ดี นอกจากนี้ไข่แดงยังเป็นอาหารดีเยี่ยมสำหรับช่วยเพิ่มน้ำหนักของคนไข้ที่เป็นโรคขาดอาหาร ไข่แดงยังช่วยป้องกันผลเสียบางอย่างจากไข่ขาว

สัตว์ที่ให้นมแต่ไข่แดงจะมีสุขภาพอยู่ได้อย่างสมบูรณ์ตลอดเวลา หนูที่เลี้ยงด้วยไข่แดงเป็นเวลา 126 วัน จะเติบโตดีและสามารถสืบพันธุ์ได้ดี แม้จะใช้ไข่แดงเพียงอย่างเดียวเลี้ยงหนูตลอดเวลาถึง 9 เดือนหรือ 1 ปีก็ตามก็ยังไม่มีปรากฏอาการโรคขาดอาหารขึ้นเลย

สุนัขที่เลี้ยงด้วยไข่แดงในสภาพเดิมหรือที่สกัดไขมันออกไปแล้วก็สามารถอยู่ได้ดี

การหุงต้มอาหารที่ใช้ไข่แดง ไม่ได้ทำให้คุณค่าทางอาหารของไข่แดงลดลง ถ้าใช้ความร้อนปกติ แต่ถ้าใช้ความร้อนสูงหุงต้มนานขึ้นก็จะเป็นเหตุให้ไข่แดงเสื่อมคุณค่าทางอาหารลง

2.1.7 สรพองค์ประกอบต่าง ๆ ของไข่

1. เปลือกไข่ ประมาณ 11 % ของน้ำหนักไข่ทั้งฟองเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตประมาณ 94 % แคลเซียมฟอสเฟต 1 % แมกนีเซียมคาร์บอเนต 1 % และอินทรีย์สาร 4 % ของน้ำหนักเปลือกแห้ง วัตถุคล้ายผงแป้งที่ผิวไข่บางคนเรียกว่าบลูม (bloom) ผิวไข่มีองค์ประกอบทางเคมีเช่นเดียวกับของเยื่อหุ้มไข่ ถัดผิวไข่เข้าไปเป็นเปลือกแข็งชั้นนอก (spongy layer) เป็นชั้นละเอียดแน่น เริ่มด้วยผลึกทรงตั้งเรียงรายรอบด้านนอก ถัดเข้าไปเป็นผลึกละเอียดเรียงกันอย่างไม่เป็นระเบียบ การที่เปลือกไข่มีสีเนื่องจากได้รับเม็ดสีที่เปลี่ยนแปลงจากโลหิต อย่างไรก็ตามสีของไข่เปลือกสีขาวกับสีน้ำตาลหรือสีอื่น ๆ นั้นไม่ต่างกัน

ถัดเปลือกชั้นนอกนี้เป็นเปลือกชั้นใน (mammillary layer) ผลึกหินปูนของชั้นนี้ครอบคลุมรอบนอกของเยื่อหุ้มไข่มีลักษณะเป็นปุ่ม ๆ ขรุขระตามลักษณะของพื้นเยื่อหุ้มไข่ชั้นนอก

รูผิวไข่เป็นรูทะลุถึงกันระหว่างผิวภายนอกของเปลือกกับช่องว่างต่าง ๆ ของเปลือกชั้นใน ไข่ที่ออกไม่ที่รูผิวไข่จะมีวัตถุพวกเดียวกับเปลือกไข่เคลือบผิวไข่ไว้ช่วยให้ไข่ระเหยออกจากไข่ได้ยาก

ช่องอากาศจะปรากฏขึ้นได้ภายหลังจากไข่ออกมาจากกันแม่ไก่ อดุณหภูมิของไข่ที่ออกมาใหม่ ๆ ประมาณ 104 °F ช่องอากาศนี้จะเกิดจากการหดตัวไม่เท่ากันระหว่างเปลือกกับเนื้อไข่ ช่องอากาศนี้จะปรากฏขึ้นที่ด้านป้านของฟองไข่จากการแยกกันระหว่างเยื่อหุ้มไข่ 2 ชั้น

2. เยื่อหุ้มไข่ เป็นสารประกอบไนโตรเจนเช่นเดียวกับของเส้นเท้าและขน มีลักษณะเป็นเส้น ๆ ประสานกันคล้ายผ้าที่ถักเป็นพื้น (knitlacelike) มี 2 ชั้น ทหาราว .0024 นิ้ว

3. ไข่ขาว มีอยู่ 58 % ของน้ำหนักไข่อาจแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วน ดังนี้

1. ไข่ขาวใสชั้นนอกอยู่ระหว่างเยื่อหุ้มไข่กับไข่ขาวส่วนชั้นในแต่ตอนหัวท้ายของฟองไข่ ซึ่งเป็นที่ ๆ ไข่ขาวชั้นยึดติดกับเยื่อหุ้มไข่ชั้นใน ไข่ขาวชั้นนอกนี้มีประมาณ 21 % ของไข่ขาวทั้งหมด

2. ไข่ขาวชั้นนี้เป็นชั้นถัดเข้าไปประมาณ 55 % ของไข่ขาวทั้งหมด ไข่ขาวชั้นนี้เป็นส่วนที่ห่อหุ้มไข่ขาวใสชั้นในกับไข่แดง โอโวมิวคอยด์เป็นตัวทำให้ไข่ขาวมีลักษณะข้น ๆ

3. ไข่ขาวใสตอนในมีราว 21 % ของไข่ขาวทั้งหมด ห่อหุ้มเยื่อหุ้มไข่แดง (chalaziferous) ไว้โดยรอบ

4. ชั้นในสุดหรือชั้นเยื่อหุ้มไข่แดง (chalaziferous) มีอยู่ราว 3 % ของไข่ขาวทั้งหมด มีลักษณะข้นแต่บางและเหนียวกว่าไข่ขาวอื่น ๆ

องค์ประกอบของไข่ขาวส่วนใหญ่เป็นโปรตีนต่าง ๆ หลายรูปแบบ มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายของคนเราทุกอย่าง โปรตีนต่าง ๆ ในไข่ขาวได้แก่ โอโวมิวทิน โอโวแอลบิวมิน โอโวโคแนลบิวมิน โอโวมิวคอยด์ โอโวไกลบูลิน เฉพาะในไข่ขาวใสไม่มีโอโวมิวทิน ไข่ขาวจะเป็นประโยชน์แก่ร่างกายได้ดี จะต้องทำให้สุกก่อนบริโภค

4. ไข่แดง มีอยู่ประมาณ 31 % ของน้ำหนักไข่ทั้งฟอง จำแนกออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้คือ เยื่อหุ้มไข่แดง (vitelline membrane) ฐานเซลล์ไข่ (germinal disc) ขั้วไข่แดง (latebra) กับตัวไข่แดงที่แบ่งออกเป็นชั้น ๆ สีเข้มสลับชั้น สีจาง

โปรตีนสำคัญของไข่แดงได้แก่ โอโวไลเทลลิน ซึ่งมีอยู่ 3/4 ของโปรตีนในไข่แดง ถัดไปคือ โอโวลิเวทิน

สีของไข่แดงส่วนใหญ่คือ แซนโทฟิล (xanthophyll) ซึ่งได้จากพืชสีเขียวกับข้าวโพดเหลืองที่กินเข้าไป

ไข่แดงมีวิตามินสำคัญต่าง ๆ ทุกอย่างนอกจากวิตามินซี เยื่อหุ้มไข่แดง เป็นโปรตีนคล้ายกับโปรตีนไข่ขาว น้ำผ่านเข้าออกได้มีพอใช้

ความชื้นของไข่แดงทำให้น้ำจากภายนอกซึมเข้าไปเจือจางได้ ทำให้ไข่แดงขยายตัวขึ้น ไข่ที่เก็บไว้นานวันเวลาต่ออยู่กลางแจ้งนาน ๆ ไข่ยิ่งกว่า ไข่แดงยิ่งแบนราบลง

แร่ธาตุต่าง ๆ ในไข่ล้วนแต่เป็นธาตุที่จำเป็นต่อมนุษย์ทั้งสิ้น ได้แก่ เหล็ก ฟอสฟอรัส กำมะถัน ทองแดง ปोटัสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม แคลเซียม คลอรีน และแมงกานีส

ไข่ฟองหนึ่ง ๆ เกลี่ยโดยทั่วไปหนัก 57 กรัม หรือ 2 ออนซ์ เมื่อเทียบสัดส่วนของไข่ทั้งฟองและส่วนต่าง ๆ จะปรากฏว่าไข่แดงมีสิ่งสำคัญ ๆ มากกว่าในส่วนอื่น ๆ ทั้งสิ้นดังนี้

ตารางที่ 1 ตารางแสดงส่วนประกอบของไข่ 1 ฟอง

ส่วนต่าง ๆ	สัดส่วน %	น้ำ %	โปรตีน %	ไขมัน %	เถ้า %
เนื้อไข่ทั้งฟอง	100	65.5	11.8	11.0	11.7
ไข่ขาว	58	88.0	11.0	0.2	0.8
ไข่แดง	31	48.0	17.5	32.5	2.0
		แคลเซียมคาร์บอเนต	แมกนีเซียมคาร์บอเนต	แคลเซียมฟอสเฟต	อินทรีย์สาร
	%	%	%	%	%
เปลือก	11	94.0	1.0	1.0	4.00

จากเอกสาร Egg Grading Manual USDA, Agr. Handbook. No.75

ไข่นกกระทาขนาดกลางหนึ่งฟองให้พลังงานราว 7.7 แคลอรี มีโปรตีนราว 6 กรัม มีกรดไขมันชนิดอิ่มตัวราว 2 กรัม มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (oleic acid) ราว 2.1 กรัม และยังมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวหลายสภาวะ (polyunsaturated fatty acid) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดลิโนลิอิกราว 1.5 กรัม

วิตามินที่มีในไข่ได้แก่วิตามิน เอ, ดี, อี, เค และบีคอมเพล็กซ์ต่าง ๆ มากนอกจากนี้ ไข่ยังมีธาตุเหล็กมาก ไข่ยังง่ายเป็นอาหารจำเป็นของมนุษย์ทุกเพศทุกวัย และคนป่วยไข่ ไข่ให้โภชนะที่ง่าย และมีประโยชน์กว่าอาหารอื่น ๆ สำหรับผู้สูงอายุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไข่ให้ประโยชน์มากในการเป็นอาหารสำหรับเด็กอ่อน คนเพิ่งร้อนไข่ เด็กอ่อนจะเติบโตสมบูรณ์ขึ้น คนไข้จะฟื้นตัวเร็วขึ้น

2.1.8 วิธีการเก็บรักษาไข่เพื่อรับประทาน

วิธีการรักษาไข่รับประทานให้อยู่ในสภาพสะอาด และสด จนกว่าจะถึงเวลาปรุงเป็นอาหารมีหัวข้อปฏิบัติดังนี้

1. หมั่นเก็บไข่จากเล้าไก่อย่างน้อยวันละ 3 เวลา จะช่วยลดจำนวนไข่เน่า ไข่สกปรกลง ไข่ที่เก็บมาแล้วควรไว้ในที่เย็นอากาศถ่ายเทได้ ฟาร์มใหญ่ ๆ ในต่างประเทศเก็บไข่ไว้ในห้องเย็น เพื่อรักษาคุณภาพไข่เพื่อให้ได้ราคาดีขึ้นในเวลาส่งเข้าสู่ศูนย์รวบรวมไข่

2. ไซ้สดจากเล้าหรือฟาร์ม ควรนำมาตัดแยกตามขนาด และตัดฟองที่มีมลทินภายในออกแล้วเก็บในที่เย็น ถ้าจะเก็บระยะนานควรเก็บในที่เย็น 30-35 ฟ หากเก็บรักษาเพียงระยะสั้น ๆ 1-2 อาทิตย์ จะเก็บที่ความเย็น 55 ฟ ก็ได้

ไซ้ที่มีมลทินและที่ควรคัดออกมีลักษณะดังนี้

- ก. ไซ้บุง ร้าว แตก ที่เห็นได้ด้วยตาธรรมดา
- ข. เวลาส่องไซ้ มีจุดเลือด หรือเนื้อ ฟองอากาศ ราว เชื้อ ลุก ไก่ เส้น หรือวงเลือด
- ค. ไซ้แดงติดเปลือก การเก็บไซ้ไว้ในท่าเดี่ยวนาน ๆ จะทำให้ไซ้แดงติดเปลือกและอาจเป็นไซ้เสียในระยะต่อมา

3. ก่อนนำไปเก็บในท้องเย็น ถ้าทำได้ควรพ่นเคลือบด้วยน้ำมันแร่ อย่างใสที่ไม่มีกลิ่น

4. เก็บไซ้ไว้ในที่เย็น ไม่มีกลิ่น เพราะไซ้ดูดกลิ่นง่าย

5. อย่าเก็บไซ้ไว้ในที่ร้อน ไซ้จะเสียง่าย

6. อย่าเก็บไซ้ไว้ที่ฟาร์มนานกว่า 3-7 วัน ไซ้ที่ส่งมาขายยังตลาดนั้นยิ่งใหม่ยิ่งดี หรือที่นิยมเรียกว่า ไซ้สด

7. ควรเช็ด ชัดหรือทำให้ไซ้สะอาด ไม่เประเปื้อน

8. ควรเป็น ไซ้ลม คือ ไซ้ที่ไม่มีเชื้อตัวผู้ หรือจากฝูงตัวเมียล้วน

ขณะที่ไซ้ออกมาใหม่ ๆ จากแม่ไก่ คุณค่าทางอาหารจะสูงที่สุด เมื่อไซ้นั้นถูกเก็บไว้นานวันขึ้นคุณภาพของไซ้ก็ลดลงทุกที จึงจำเป็นต้องหาวิธีที่เหมาะสมมาเก็บรักษา หรือชลอการเสื่อมสภาพ ตัวอย่างของวิธีการต่าง ๆ เหล่านี้ อาทิเช่น เก็บแช่เย็น แช่เยือกแข็ง ไซ้เค็ม ไซ้เยียวมา ไซ้ผง ฯลฯ

หลักใหญ่ของวิธีต่าง ๆ ที่ใช้เก็บรักษาคุณภาพไซ้ก็คือ การเก็บรักษาไซ้ไว้ด้วยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมหรือโดยวิธีทำให้ไซ้นั้นทนทานต่อสิ่งต่าง ๆ ที่จะมาจากสภาพภายนอก ทำนองเดียวกับการเก็บรักษาอาหารทั่วไป ไซ้จะเสียเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับสภาพสิ่งแวดล้อม

2.1.9 การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของไซ้ที่เก็บไว้นานวัน

ไซ้ที่เก็บไว้นานวันยิ่งมีโอกาสจะเสื่อมสภาพลงได้ เช่นมีการเปลี่ยนแปลงสภาพในไซ้ทั้งเปลือก หรือภายในเนื้อไซ้ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเนื้อไซ้ หรือถูกจุลินทรีย์ต่าง ๆ เข้าทำลายนี้เกิดได้ทุกขณะแม้ว่าจะเก็บรักษาไว้ด้วยกรรมวิธีที่ดีที่สุดแล้วก็ตาม

2.1.9.1 การเปลี่ยนแปลงของไซ้ทั้งเปลือก

ไซ้ที่เก็บไว้นานวัน น้ำหนักไซ้ยังลดลง ความถ่วงจำเพาะก็ลดลง ช่องอากาศกว้างขึ้น บางทีถ้าเก็บไว้นานมากก็ยิ่งอาจเกิดกลิ่นไม่ตีอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาเหตุที่น้ำหนักไขลดลงไปจากเดิม ส่วนใหญ่จะเนื่องมาจากน้ำในไขระเหยออกไป อัตราการระเหยนี้จะมีมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความร้อน ความชื้นและสภาพของเปลือก สิ่งที่ระเหยสูญไปจากไข นอกจากน้ำแล้วยังมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย และยังมีไนโตรเจน หรือพวกไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์สารต่าง ๆ ในไข ความหนาบางของเปลือก ขนาดใหญ่เล็กของไข และการเคลื่อนตัวของอากาศรอบ ๆ ไข จะมีส่วนช่วยให้ที่น้ำระเหยออกจากไขได้เร็วหรือช้าต่างกัน การขยายตัวของช่องอากาศ เริ่มเกิดขึ้นตั้งแต่ไขออกจากตัวไก่ ขณะที่ออกมาใหม่ ๆ อุณหภูมิของไขจะเท่ากับความร้อนของร่างกายแม่ไก่ คือประมาณ 41° ซ. แล้วก็จะค่อย ๆ เย็นลงจนเท่ากับความร้อนของบรรยากาศที่อยู่รอบ ๆ ไข ในขณะที่ไขเย็นตัวสิ่งต่าง ๆ ภายในไขก็ค่อย ๆ หดตัวลงด้วย แต่เปลือกไขหดตัวน้อยกว่าเนื้อไข จึงทำให้เกิดช่องอากาศระหว่างเยื่อ 2 ชั้นของเปลือก ต่อมาเมื่อน้ำระเหยออกไปจากไขมากเท่าใด ช่องอากาศก็ยิ่งขยายตัวมากขึ้นเท่านั้น น้ำในไขระเหยออกไปมาก สิ่งต่าง ๆ ในไขก็จะขึ้นตัวเข้า และเมื่อองค์ประกอบภายในไขขึ้นยากขึ้น อัตราการระเหยของน้ำออกจากไขก็จะค่อย ๆ ช้าลงกว่าตอนต้น

เมื่อช่องอากาศในไขกว้างขึ้นเพราะน้ำระเหยออกไปจากไข แต่เปลือกยังคงรักษาปริมาตรไว้ขนาดคงเดิม จึงทำให้ความถ่วงจำเพาะของไขค่อย ๆ ลดลง

ไขที่เก็บไว้นาน ๆ เวลาถูกแสงอุลตราไวโอเลทจะเห็นเป็นสีม่วงแดง ยิ่งเก็บนานขึ้นก็จะเห็นเป็นสีน้ำเงิน แต่ถ้าไขนั้นเก็บในอุณหภูมิต่ำที่ไม่ถูกแสงของหลอดเดย์ไลท์ (daylight) หรือแสงอุลตราไวโอเลท การสะท้อนแสงอุลตราไวโอเลทก็จะน้อยลง

ไขใหม่จะไม่มีกลิ่นนอกจากกลิ่นเบญจกัญชุนิดหน่อย แต่พอเก็บไว้นานวันก็จะค่อย ๆ ดูดกลิ่นจากบริเวณข้างเคียงเข้าไว้ หรืออาจเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของไข เพราะจุลินทรีย์บางพวกหรือเพราะความร้อนของบรรยากาศช่วยเร่งปฏิกิริยาทางเคมีให้เกิดความเร็วขึ้น

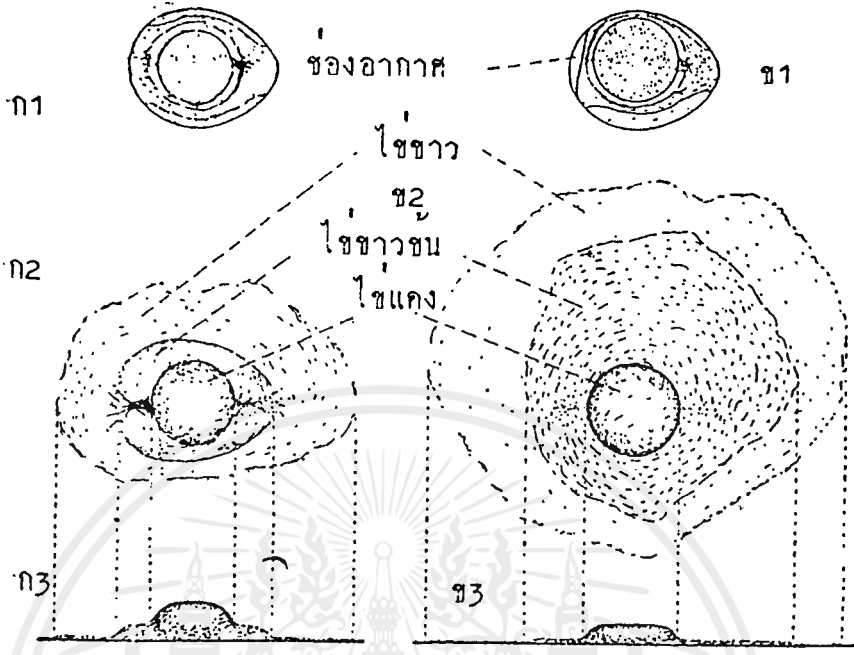
ถ้าเก็บไขไว้ใกล้เคียงกับยามาเชื้อโรค หรือที่มึรา หรือของบูดเน่า ไขก็จะมีกลิ่นเหล่านี้ ราพวก Actinomyces ทำให้ไขมีกลิ่นคับ (musty) ในประเทศหนาวไขในฤดูหนาวมักมีกลิ่นแอมโมเนียสูง เนื่องจากต้องปิดประตูหน้าต่างแล้วไว้ อากาศภายในแล้วอบอวนด้วยชีไก่

คุณสมบัติของไขเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางระบบความถี่สูง (high frequency Conductivity) นั้นจะยิ่งสูงขึ้นตามส่วนของอายุไข กับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

2.1.9.2 สภาพเปลี่ยนแปลงภายในไข

ไขเก่าที่ต้มสุกจนแข็ง (hard boiled) แล้วผ่าออกตามยาวจะปรากฏว่า ไขแดงมีได้อยู่ตรงกลางของไขขาว เพราะว่าขณะที่ถูกเก็บไว้นานวันนั้น น้ำบางส่วนจากไขขาวระเหยออกไปจากไข และบางส่วนก็ซึมเข้าไปในไข

แดง เป็นเหตุให้ไซขาวมีความแน่น (density) สูงขึ้น แต่ไซแดงจะมีความแน่นลดลง ไม่ลอยอยู่กลางไซต่อไป เวลาต้มสุกแล้วขนาดไซแดงโตกว่าเดิมเล็กน้อย และที่ผิวอาจไม่เรียบ



ภาพที่ 14 ภาพเปรียบเทียบลักษณะ

- ก. ไซใหม่กับ
- ข. ไซเก่า
- ก₁ ข₁ ไซสุกผ่าตามยาว
- ก₂ ข₂ ไซดิบ ต่อยลงจนที่เรียบ
- ก₃ ข₃ ภาพด้านข้างของ ก₂ ข₂

2.1.10 คุณภาพและมาตรฐานของไซ

ไซเป็นของแตกง่าย เสื่อมเสียเร็ว การเก็บรักษาความใหม่สดหรือคุณภาพทางโภชนาการของไซต้องอาศัยอุปกรณ์และความรู้ทางเทคนิค ด้วยเหตุนี้ตลอดเวลาในการเก็บรักษาไซเพื่อใช้เป็นอาหารของมนุษย์ จึงต้องฉีดยาฆ่าเชื้อและตรวจตราทุกระยะ ตั้งแต่เวลาที่เก็บไซมาจากลำ รวบรวมทำความสะอาด และการเตรียมไซเพื่อการเก็บรักษาไว้ต่อไป เช่น การตัดเกรด ส่อง เก็บไว้ในห้องเย็นหรือทำการขนส่ง ไปจนถึงตลาดหรือผู้บริโภคอย่างมีสุขภาพ

ไซมีคุณสมบัติคล้ายกับนมสด ในปัญหาการเก็บรักษาคุณภาพ เปลือกไซที่ห่อหุ้มเนื้อไซไว้ให้มีรูอยู่ทั่วผิวมัน ซึ่งอากาศจะถ่ายเทเข้าออกได้ตลอดเวลา เป็นทางเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกของอ็อกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ ขณะที่ไต่ออกมาใหม่ ๆ รุกที่ผิวเปลือกไต่ยังเป็นช่องทางระบายความชื้น และคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้เนื้อไต่หดตัวและเกิดช่องอากาศทางด้านป้านของไต่ ในขณะที่เดียวกันรูเหล่านี้ยังเป็นช่องทางที่จุลินทรีย์ต่าง ๆ จะเข้าไปสู่ภายในไต่ ทำให้เนื้อไต่ที่อยู่ภายในเสื่อมคุณภาพหรือเสียสภาพที่จะใช้เป็นอาหารของคนเราได้

ขนาดและคุณภาพของไต่

ไต่เป็นอาหารที่อุดมด้วยโภชนะสำคัญ ๆ ต่าง ๆ อาทิเช่น โปรตีน เกลือแร่ และวิตามินต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของมนุษย์ทุกวัย แต่ไต่เป็นสิ่งแตกบอบเสี้ง่าย ถ้าขนส่งไม่ดี เก็บรักษาไม่ดี หรือไม่ระวังเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพภายในไต่ การพิจารณาคุณภาพไต่จากสภาพภายนอกเปลือก ไม่อาจจะบอกคุณภาพภายในของไต่ได้ถูกต้องเสมอไป

การซื้อขายไต่ในเมืองเราในเวลานี้ส่วนมากยังคงขายกันตามขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก และไม่ได้ใช้ความเข้ันรักษาคุณภาพไต่สด ไต่จากฟาร์มผ่านคนกลางขึ้นต่าง ๆ มีน้อยแห่งที่กวดขันในเรื่องคุณภาพภายในและการตัดไต่เสียหรือจวนเสียออกทิ้ง เป็นสาเหตุหนึ่งให้ผู้ซื้ออาจผิดหวัง ซึ่งบางที่ต่อไต่ออกมาจะปรุงอาหารก็พบว่า มีจุดเลือดเชื้อลูกไก่ บางที่ไต่แดงและไต่ขาวกลายเป็นมีน้ำเหลวเสียแล้ว

ความนิยมใช้ไต่จึงขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของงาน เช่น ร้านโรจิกมักใช้ไต่ฟองเล็ก ร้านอาหาร ร้านกาแฟ โรงเรียน มักใช้ไต่ฟองขนาดกลาง หรือขนาดเล็ก ไต่ที่ส่งตามบ้านผู้มีฐานะมักนิยมซื้อไต่ฟองใหญ่ ไต่ที่ขายเข้าโรงนมต่าง ๆ โดยมากเป็นไต่คละ มีการตั้งซื้อขายตามน้ำหมัก ไต่ชำระ้วยปีใหม่ ไต่ของขวัญ นิยมใช้ฟองใหญ่ที่สม่ำเสมอทั้งสีและขนาด

ปัจจุบันไต่ และไก่ของประเทศไทยเป็นสินค้าส่งออกมากขึ้น ฮองกง สิงคโปร์ เป็นตลาดแห่งหนึ่งที่ซื้อไต่จากประเทศไทย การซื้อขายไต่ตามคุณภาพภายในและความสะอาดนั้น ในเมื่อเรายังทำกันน้อยมาก ถ้าเทียบกับตลาดยุโรป อเมริกา ออสเตรเลีย และอีกหลายประเทศ ซึ่งซื้อขายไต่โดยมีมาตรฐานคล้าย ๆ กัน คือมีกำหนดลักษณะเกณฑ์คุณภาพภายในและภายนอกของไต่ เพื่อความเป็นธรรมทั้งผู้ซื้อและผู้ขายด้วยกัน สมัยนี้ การเลี้ยงไก่ของเมืองเรานั้นเป็นอาชีพสำคัญอย่างหนึ่ง เราผลิตไต่ได้มากขึ้นกว่าแต่ก่อน และต้องการตลาดต่างประเทศให้กว้างขึ้น จึงควรจะต้องเริ่มสนใจและสนับสนุนให้หันต่อหลักเกณฑ์ของสากล เพื่อที่จะได้หาตลาดต่างประเทศได้มากและสะดวกขึ้น โดยมีมาตรฐานหรือหลักเกณฑ์ที่ถือปฏิบัติต่อกันได้

การซื้อขายไต่ในตลาดสากล ราคาไต่จะตกลงกันตามคุณภาพภายในของไต่ ตลอดจน น้ำหนักและความสะอาดของเปลือกไต่ การบรรจุหีบห่อขนส่งแบบต่างประเทศจะบรรจุไต่ขนาดเดียวกันลงในหีบห่อรองด้วยฟเลทหรือกระดาษรังผึ้งหีบละ 30 โหล หีบไต่นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในแบ่งเป็น 2 ช่อง ขนาด $11\frac{3}{4}'' \times 11\frac{3}{4}''$ สูง 13 นิ้ว เพื่อวางไข่ ช่องละ 15 โหล เป็นขนาดมาตรฐานทั้งจำนวนและขนาดของตัวที่ห่อหรือรังขนส่งไข่ หรืออาจใส่กล่องสำหรับขายปลีกกล่องละ โหลหรือครึ่ง โหล มาตรฐานห่อบรรจุไข่โดยย่อของสหรัฐ ฯ อยู่ที่ด้านบนนี้

ในการใช้ไข่เป็นอาหาร ไข่เกรด เอ เอ และเกรด เอ เหมาะสำหรับการต้มทั้งฟอง ไข่ดาวที่ทอดสุกด้วย (poaching) และ ไข่ทอดน้ำมัน (frying) ส่วนไข่เกรด บี และเกรด ซี นั้นสำหรับไข่ที่ตีกับนมหรือเนยแล้วทอดให้สุกด้วยน้ำ (scrambling) การทำขนมเค้ก (baking) และการปรุงเป็นอาหารต่าง ๆ

ถ้าถือตามขนาดไข่เป็นเกณฑ์ ไข่ใหญ่ มักใช้ปรุงเป็นอาหารของมือหลัก เช่น อาหารเช้าและอาหารมือใหญ่ (maindishes) อาหารมือกลางวันกับอาหารมือเย็นมักใช้ไข่ขนาดกลางลงมา สำหรับใส่กล่องไปกินกลางวันหรือไปปิกนิก ตามโรงครัวต่าง ๆ มักนิยมใช้ไข่ขนาดกลางมา ปกติราคาไข่ขึ้นอยู่กับคุณภาพภายในขนาดของไข่

ตามแบบของสหรัฐ ฯ คุณภาพภายในของไข่ที่ซื้อขายกันจะแบ่งเป็นเกรด เอ เอ เอ บี และ ซี ขนาดของไข่แบ่งเรียกเป็นใหญ่พิเศษ (Jumbo) ใหญ่มาก (Extra large) ใหญ่ (Large) กลาง (Medium) เล็ก (Small) และจิว (Pewee) โดยมีกำหนดน้ำหนักขั้นต่ำของแต่ละขนาดไว้

คุณภาพของไข่จะดีเลวแตกต่างกัน มีต้นเหตุหลายประการ

1. พันธุกรรม ความชันเหลวของไข่ขาว ปริมาณของไข่ขาวชั้นต่อไข่ทั้งฟอง การมีจุดเลือด จุดเนื้อในไข่ ขนาดไข่ ลักษณะของเปลือก สีของไข่แดง และยังมีอีกหลายลักษณะที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของไข่ เหล่านี้เป็นลักษณะพันธุกรรม สำหรับสีของไข่แดงบางทีก็อาจเนื่องมาแต่ตัวยาพิเศษ หรือชนิดของอาหาร

2. อาหาร อาหารที่ไก่กินมีผลต่อคุณภาพไข่ อาทิเช่น แคลเซียม กับไวดามินดี มีผลต่อลักษณะเปลือก อาหารที่มีไวดามิน เอ หรือเม็ดสีเหลืองมาก ไข่แดงเหลืองขึ้น อาหารจากขยะหรือมูลสัตว์ทำให้ไข่มีกลิ่น อาหารกากเมล็ดฝ้ายสูง ไข่ที่เก็บนาน ไข่ขาวจะมีสีมะกอก ไวดามินและโพแทสเซียมต่าง ๆ ที่มีอยู่บริบูรณ์ในอาหาร ช่วยให้ไข่มีคุณภาพทางโภชนาการบริบูรณ์ด้วย

3. เวียนโรงไก่ ฟันเล้า หรือพื้นกรงที่สกปรก ย่อมทำให้มีไข่สกปรกมากขึ้น

4. โรค โรคนิวคาสเซิล หรือโรคหลอดลมอักเสบ (infectious bronchitis) ไม่เพียงแต่จะทำให้ไข่ไหล ยังเป็นผลให้ไข่ในระยะที่เกิดโรคมีรูปร่างผิดปกติ บุคเบี้ยว ไข่ขาวเป็นน้ำเหลว

5. การเก็บรักษาไข่ ไข่ที่ออกมาใหม่ ๆ โดยมากภายในจะยังไม่มีจุลินทรีย์ ไข่ขาวชั้นยังมีความสดดี ถ้าการเก็บรักษาไม่ดี ไข่สกปรก หรือถูกทอดทิ้งอยู่ในเล้า ไม่หมั่นเก็บ ภาชนะเก็บรักษาไม่ดี เก็บไว้ในที่อากาศร้อน หรือเก็บรักษาไว้นานกว่าเวลาอันควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพไข่เนื่งก็ย่อมจะเสื่อมลง

หลักทั่วไปของมาตรฐานคุณภาพไข่สด .

คุณภาพไข่สดแบ่งออกได้ 2 อย่างคือ คุณภาพภายในและคุณภาพภายนอก

คุณภาพภายนอกหมายถึง ลักษณะภายนอกของไข่ที่เห็นได้ด้วยตาเปล่า คุณภาพภายในหมายถึงลักษณะของเนื้อไข่ที่อยู่ภายในเปลือกไข่ ที่จะเหมาะต่อการเป็นอาหาร มาตรฐานตามคุณภาพนี้หมายถึงหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ในการจัดตัดไข่ออกเป็นพวก ๆ ตามลักษณะที่กำหนดไว้เพื่อความสะดวก และความยุติธรรมในการติดต่อซื้อขาย

การตัดไข่ตามคุณภาพ มีความมุ่งหมายเพื่อการเก็บรักษาความสด และเพื่อราคาซื้อขายที่เหมาะสม และยุติธรรมระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย อาจแยกออกเป็นหัวข้อดังนี้

1. โดยดูจากสภาพภายนอกของเปลือก (exterior)
2. ตรวจสอบคุณภาพภายในของไข่ด้วยการส่อง (candling)
3. ต่อยไข่ออกตรวจสอบคุณภาพภายใน (broken out)
 - ก. ดูด้วยสายตามธรรมดา (appearance)
 - ข. ดมกลิ่น (odor)
 - ค. ดูลักษณะของไข่ขาว (albumen characteristics)
 - ง. วัดด้วยเครื่องมือมาตรฐาน หรือมาตรฐานต่าง (standard

guage or measurements)

1. วัดด้วยฮ็อกเกจย (Haugh guage)
2. เทียบกับภาพมาตรฐาน (visual albumen score)
3. แอลบิวเมนอินเดกซ์ (albumen index)
4. มาตรฐาน แวนเวกเกนเนน (Van Wagennen

score)

5. ดัชนีพื้นที่ไข่ขาว (albumen area index)
6. เปอร์เซนต์ไข่ขาวข้น (percentage of thick

albumen)

จ. วัดจากคุณภาพไข่แดง (yolk quality)

1. สีของไข่แดง (yolk color)
2. ดัชนีไข่แดง (yolk index)

4. ลักษณะเปลือกไข่ (shell quality)
5. การวิเคราะห์ทางเคมี (chemical analysis)
6. การวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ (bacterial count)
7. การทดลองคุณสมบัติในการปรุงแต่งเป็นอาหาร หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

(functional tests)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ก. การพู่ตัว (whipping tests)
- ข. การทำขนมเค้กต่าง ๆ (cake baking tests)
- ค. การรวมตัวกับไขมัน (emulsifying tests)

คุณสมบัติตามลักษณะภายนอกเปลือก

ภายนอกของไข่ สิ่งที่เห็นด้วยตาก็คือ ขนาด (size) รูปทรงสี่เหลี่ยม (shape) สี (color) และลักษณะเปลือก (texture)

ลักษณะขนาด ได้แก่ ใหญ่พิเศษ ใหญ่มาก ใหญ่ กลาง เล็ก เล็กมากหรือจืด

ลักษณะรูปทรง ได้แก่ สองข้างแหลม สองข้างป้าน รูปไข่ แหลมข้างเดียวกลม

ลักษณะสี ได้แก่ ขาว หม่น กลาง สีเข้ม เข้มจัด

ลักษณะเปลือก ได้แก่ หยาบ เกลี้ยง เป็นสันร่อง หรือริ้วรอย แต่ละลักษณะดังกล่าวยังมีลักษณะย่อย ๆ หรือลักษณะที่เรียกรวม ๆ กันอีก เช่น รูปไข่ เกลี้ยงเกลารูปร่างเล็ก สีขาว ฯลฯ

การดูภาพจากภายนอกเปลือก

สิ่งแรกที่สะดุดตาผู้ซื้อไข่ คือความสะอาดของเปลือกไข่ ถัดมา ได้แก่ ขนาด รูปทรง และสีเปลือก ขนาดของไข่นั้นเพียงบอกปริมาณเนื้อไข่ที่จะเอามาเป็นอาหารได้ ไข่ฟองใหญ่ก็มีเนื้อไข่มาก มีส่วนที่จะเป็นอาหารได้มากเป็นธรรมดา รูปทรงนั้นเพียงแต่แสดงความน่าดู ถ้ารูปทรงคล้ายคลึงกันก็น่าดูขึ้น สีไข่นั้นบางที่อาจมีปัญหาในบางตลาด เปลือกสีน้ำตาลหรืออ่อนกว่า เขาให้ราคาไข่ ราคาดีกว่าไข่เปลือกขาว ในตลาดต่างประเทศส่วนใหญ่ เขานิยมไข่สีขาว แต่ไข่สีอื่นก็ราคาเท่ากับไข่เปลือกสีขาว เหตุที่ผู้บริโภคในต่างประเทศชอบไข่เปลือกขาว เพราะสีขาวแสดงถึงความสะอาด

การประกวดไข่ในบางโอกาสเป็นงานที่ควรส่งเสริม เพราะเป็นการชักชวนให้ประชาชนสนใจต่อการเลี้ยงไก่และใช้ประโยชน์จากไข่มากขึ้น ถ้าไม่มีการประกวดกัน ก็ไม่มีมาตรฐานการอะไรที่จะชี้ขาดได้ว่าของใครดีกว่ากัน เช่นงานประจำปีของจังหวัด อำเภอ หรืองานชุมนุมยุวกสิกร

การตัดสินการประกวดไข่ต้องอาศัยคะแนนแสดงระดับความดีต่อกัน เป็นสิ่งเปรียบเทียบดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 แสดงเกณฑ์พิจารณาไซ้ในการประกวด

ลักษณะที่พิจารณา	คะแนน		หมายเหตุ
	ไซ้เปลือกขาว	ไซ้เปลือกสีน้ำตาล	
1. ขนาด	24	24	ดูและซึ่งน้ำหนัก รูปไซ้ด้านป้าน แหลมได้สัดส่วนกัน ไซ้กลม ไซ้ขาว คะแนนลดลงตามลำดับ สีขาวต้องขาวจริง ๆ สีน้ำตาลก็ต้องสีน้ำตาลจริง ผิดจากนี้คะแนนลดลง ถ้าไม่สม่ำเสมอคะแนนลด หลั่นลง ถ้าไม่สม่ำเสมอ คะแนนลดลง ถ้าไม่สม่ำเสมอคะแนนลดลง ผิวละเอียดดีกว่าหยาบ ผิวขรุขระก็ได้คะแนนน้อยลง เปลือกไซ้สะอาด มีนวล จัดเป็นดีที่สุด ถ้ามีความสกปรกหรือรอยจุดต่าง ๆ คะแนนก็ลดลง
2. รูปทรง	6	6	
3. สีเปลือกไซ้	-	5	
4. ความสม่ำเสมอของขนาด	12	12	
5. ความสม่ำเสมอของรูปทรง	12	12	
6. ความสม่ำเสมอของสี	10	5	
7. ลักษณะเปลือกไซ้	24	24	
8. สภาพเปลือกตามที่เห็น	12	12	
	100	100	

เราไม่อาจคัดไซ้ที่มีขนาดเล็ก เล็กลงนอกเป็นขนาดต่าง ๆ ด้วยตาเปล่า ต้องใช้เครื่องชั่งหรือเครื่องเกรดอัตโนมัติช่วย และจะต้องเกรดตามมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือปฏิบัติตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย

ขอยกตัวอย่างน้ำหนักมาตรฐานของไซ้ในสหรัฐอเมริกา ซึ่งจะมีอยู่ 6 ขนาด 4 ขนาดกลาง เป็นตลาดที่มีมากที่สุด 2 ขนาด หัวท้ายมักถูกตัดออกที่ฟาร์ม หรือที่โรงงานไซ้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงเปรียบเทียบน้ำหนักมาตรฐานของไข่

ขนาด	น้ำหนักอย่างน้อย (เอานซ์) สำหรับไข่ 1 โหล	เทียบเป็นกรัม ฟองละ
ไข่ใหญ่พิเศษ	30	77.7
ไข่ใหญ่มาก	27	69.9
ไข่ใหญ่	24	62.2
ไข่ขนาดกลาง	21	54.4
ไข่เล็ก	14	46.6
ไข่จิ๋ว	15	38.9

รูปทรงไข่ที่ปกติ (Ideal egg shape) ก็คือทรงรูปไข่ หมายถึงข้างหนึ่งป้าน ข้างหนึ่งแหลมมน และด้านข้างจะค้อม ๆ ลาดหรือเรียวมาทางด้านแหลม ไข่รูปนี้มักคัดไข่จะถือเป็นไข่ที่มีรูปทรงปกติ นอกจากนี้ยังต้องมีเปลือกเกลี้ยง หนาดีสม่ำเสมอ อาจมีสีร่องแต่ไม่เสียรูปทรง (shape) ลักษณะเปลือก (texture) และต้องมีเปลือกแข็งแรง และควรเป็นไข่ในเกรด เอ เอ หรือ เกรด เอ

ไข่ที่มีรูปผิดปกติในสายตาของผู้ตัดไข่ได้แก่ เลือกเป็นสีร่อง หยาบ หรือบางเป็นแห่ง ๆ ไม่เท่ากัน ไข่รูปทรงผิดปกติเป็นไข่ตกเกรด หรือเกรดต่ำลงไปอีก

ลักษณะมาตรฐานของภายนอกไข่ ตามมาตรฐานของสหรัฐแบ่งออกเป็น 3 พวก

- (1) ได้แก่ไข่ที่มีรูปทรงปกติ ลักษณะเปลือกเกลี้ยง หนาสม่ำเสมอทั้งฟอง (practically normal) จึงจะเป็นไข่ของเกรด เอ เอ หรือ เกรด เอ ได้
- (2) ไข่ที่มีลักษณะผิวปกติเพียงเล็กน้อย (slightly abnormal) ทั้งทางลักษณะและความหนาบางของเปลือก อันมีสีร่องได้บ้างแต่ต้องมีความหนา บางของเปลือกสม่ำเสมอ

(3) ไข่ที่มีรูปผิดปกติ (abnormal) ได้แก่ไข่ที่มีรูปทรง หรือมีลักษณะเปลือกผิดปกติ หรือที่มีเปลือกเป็นเส้นเป็นริ้วร่อง เปลือกหนาบางไม่สม่ำเสมอ

ยังมีคำอธิบายเพิ่มอีกดังนี้ คำว่าไข่เปลือกดี (sound-shelled egg) หมายถึงไข่ที่เปลือกไม่แตกหรือร้าว ไข่บุบเล็กน้อย (checked of crack) เป็นไข่บุบแตกเปลือก แตกร้าวแต่เชื่อมไข่ยังไม่ชำรุด บางที่เป็นรอยร้าวขนาดเล็กมากเรียก blind chek จะตรวจรู้ด้วยการส่องไข่ หรือการตีเคาะที่เปลือก (belling of tapping) ไข่เหล่านี้ปรากฏบ่อย และเล็ดลอดสายตาจากการส่องที่เร่งรีบ ไข่ชนิดนี้จะไม่ทนทานต่อการขนส่งที่มีการกระทบกระเทือนมา แต่อาจเอาไปใช้ประโยชน์ได้ทันที

ไม่ควรเกินขนาด

ไข่แตกช้าในระหว่างที่ไข่กำลังจะออกจากตัวแม่ไก่ (body check) ถ้าแตกเร็วหน่อยจะเห็นมีคล้ายรอยหินปูนหลุด เสริมตามแนวรอยที่แตก

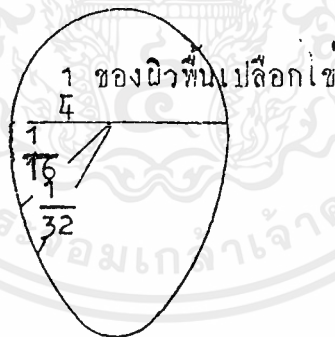
ไข่แตกน้ำไหล (leaker) เปลือกไข่บวมแตกและเยื่อหุ้มแตกจึงออกจากเนื้อไข่ไหลออกมาได้

ความสะอาดของเปลือกไข่ (Cleanliness of shell)

ไข่ที่จะจัดอยู่ในชั้นดีได้ต้องไม่เป็นรอยดำหรือรอยเปรอะเปื้อนที่เปลือก มีสิ่งที่เกี่ยวข้องกับความสะอาดระดับต่าง ๆ ของเปลือก ดังนี้

1. ไข่สะอาด (clean) เปลือกไข่ต้องไม่มีรอยเปรอะเปื้อนที่เห็นได้ทันที หรือจะมีบ้างก็น้อยมากจนตรวจแบบธรรมดาไม่พบ หรือไข่ที่มีรอยน้ำมันและค้างอยู่บนเปลือกแต่ไม่มีรอยสกปรกอาจจัดให้อยู่ในเกรด เอ เอ หรือ เกรด เอ ได้

2. ไข่เปรอะเปื้อนบ้างเล็กน้อย ที่เปลือกต้องไม่มีสิ่งสกปรกติดอยู่ เพียงแต่มีรอยเปรอะเปื้อนที่ผิวเปลือก ไม่มากกว่า $\frac{1}{32}$ ของผิวเปลือกทั้งฟอง หรือถ้าเป็นรอยเปื้อนกระจายอยู่หลายแห่ง ก็จะต้องรวมกันแล้วไม่เกิน $\frac{1}{16}$ ของผิวเปลือก จึงจะอยู่ในพวกเกรด บี ได้



ภาพที่ 15 ภาพแบ่งสัดส่วนของพื้นที่บนผิวเปลือกไข่

3. เปรอะเปื้อนเล็กน้อยถึงปานกลาง ไม่มีสิ่งสกปรกติดเปลือก รอยเปรอะเปื้อนเพียงเล็กน้อยถึงปานกลางนั้น ไม่เกิน $\frac{1}{4}$ ของผิวพื้นเปลือกทั้งฟอง จัดอยู่ในพวกเกรด ซี

4. เปรอะเปื้อนสกปรก มีสิ่งสกปรกติดเปลือก หรือเป็นรอยเปรอะเปื้อนกว้าง $\frac{1}{4}$ ของผิวเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปผิวพื้นของไข่ขนาด 58 กรัม ทั้งฟองมีประมาณ $10 \frac{1}{2}$ ตารางนิ้ว $\frac{1}{32}$ ของพื้นที่เปลือกจะมีขนาดประมาณ $\frac{3}{5}$ นิ้ว x $\frac{3}{5}$ นิ้ว $\frac{1}{16}$ ของพื้นที่จะมีขนาดประมาณ $\frac{4}{5}$ นิ้ว x $\frac{4}{5}$ นิ้ว และ $\frac{1}{4}$ ของพื้นที่ก็จะมีขนาดประมาณ $1 \frac{1}{2}$ นิ้ว x $1 \frac{1}{2}$ นิ้ว

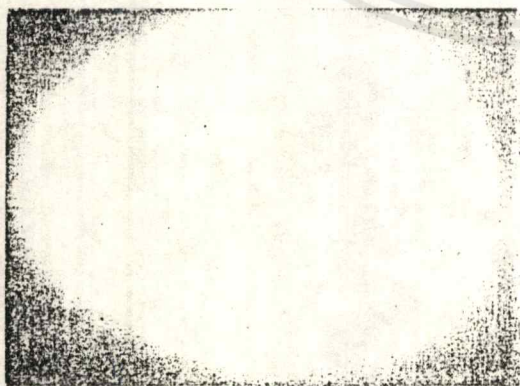
สีเปลือกไข่ (Shell color) สีเปลือกไข่เกิดขึ้นเนื่องมาจากพันธุกรรมของไก่เอง ไม่มีส่วนสัมพันธ์กับคุณภาพภายในของไข่ เพียงความนิยมในบางท้องถิ่นเท่านั้นซึ่งบางแห่งนิยมเปลือกไข่ขาว บางแห่งก็นิยมไข่เปลือกสีน้ำตาล



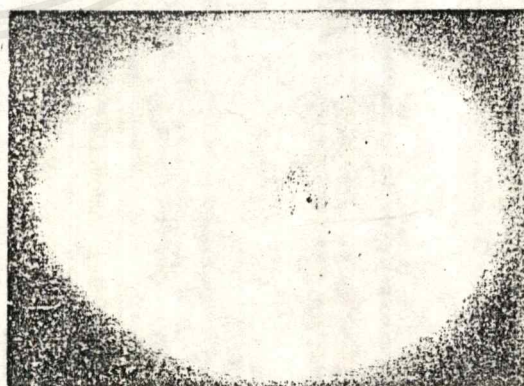
ส่องไข่-ไม่มีเชื้อ



ไข่ เชื้อตาย



ไข่ เชื้อตาย



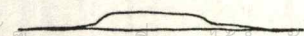
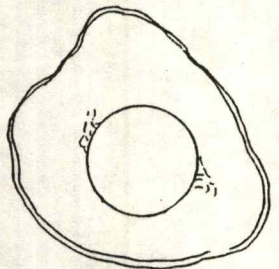
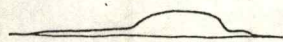
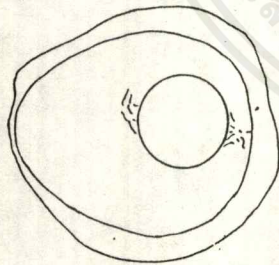
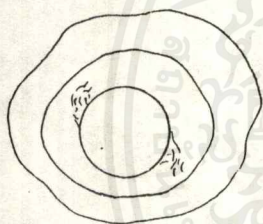
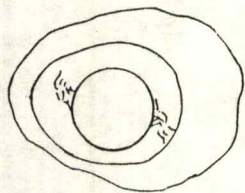
ไข่ เชื้อเป็น

ภาพที่ 16 ภาพจากการส่องไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นดีมาก การสังเกตคุณภาพไข่สด
โดยต้อยออกดู

- ดูด้านบน 1. ต้อยไข่ลงจนที่แบนเรียบ
 2. ดูความเข้มข้นของไข่แดง
 3. วัดความหนาของไข่ขาวชั้น
 ด้ายวิธีช็อกเกจซ์
 4. ไข่คุณภาพดีจะมีค่าอยู่ระหว่าง
 72 ถึง 100 ยูนิต
 5. อย่างไรก็ตาม การส่องไข่ร่วมกับวิธีต้อยออกดูจะช่วยให้ผล
 การตรวจคุณภาพภายในไข่
 ได้ดีที่สุด



ดูด้านข้าง

ขั้นดี

ดูด้านบน

ดูด้านข้าง

ขั้นปานกลาง

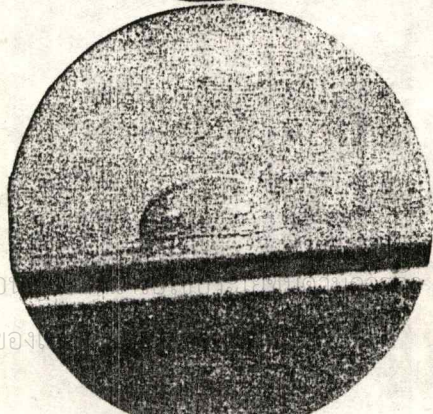
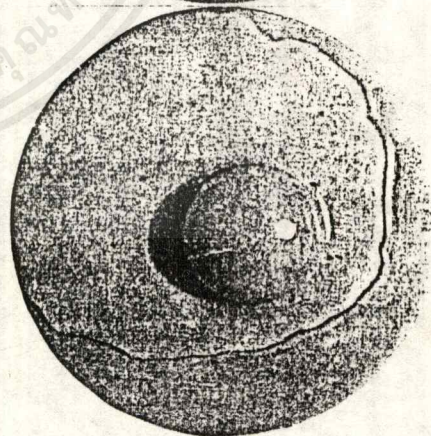
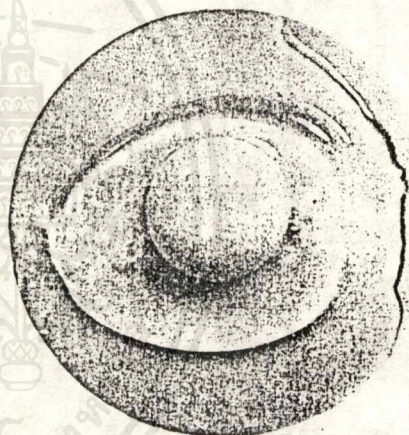
ดูด้านบน

ดูด้านข้าง

พอใช้

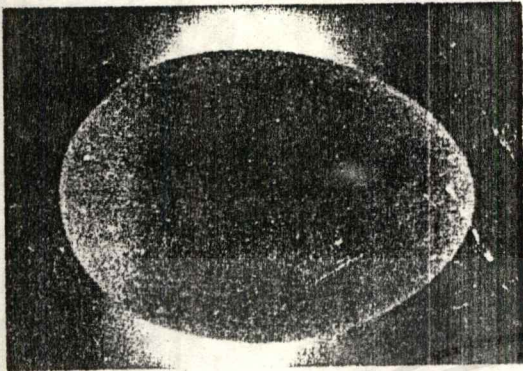
ดูด้านบน

ดูด้านข้าง

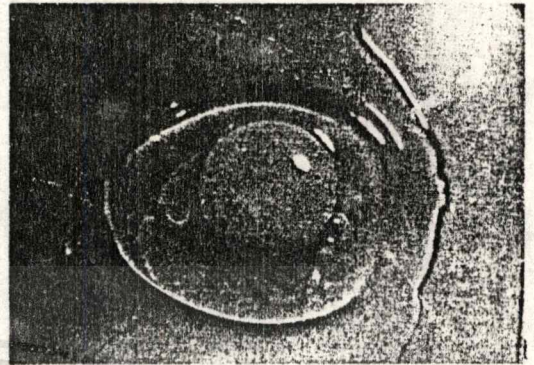


ภาพที่ 17 แสดงลักษณะของไข่

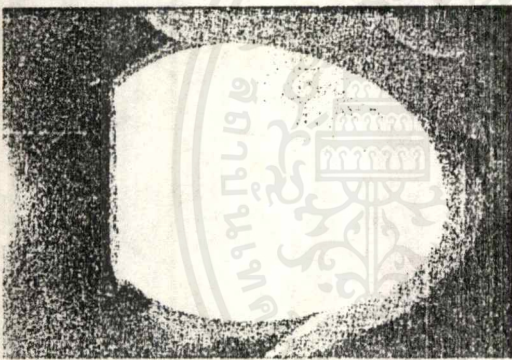
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของ



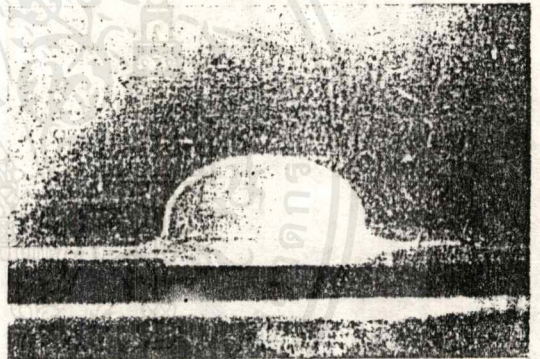
ส่องไข-ไขใหม่



ต้อยออกดู-ไขขาวและไขแดงขึ้นมาก



ไขใหม่ แต่ไขขาวเหลวมากทำให้
ดูเหมือนไขเก่า



ต้อยออกดู-ไขขาวเหลวมาก
แต่ไขแดงยังข้นอยู่

ไขมีจุดเนื้อ-ข้างไขแดงตอนบน

ไขมีจุดเลือด

ภาพที่ 18 แสดงผลการส่องไขและต้อยไขออกดู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานสำหรับคุณภาพเกรดต่าง ๆ ของไข่ที่ฟอง ตามผลของการส่องไข่ แบ่งตามเกรดได้ดังนี้

คุณภาพเกรด เอ เอ

1. เปลือกไข่ต้องสะอาด ไม่บุบแตก รูปทรงปกติ
2. ช่องอากาศในไข่สูงไม่เกิน $1/8$ นิ้ว รูปทรงปกติ
3. ไข่ขาวต้องใสสะอาดตา (clear) และชั้นจนเห็นเงาไข่แดงอยู่ตรงกลาง
4. เงาภาพที่มองเห็นเกิดได้ในเวลาหมุนพลิกไข่ไปมาที่หน้าเครื่องส่อง
5. ไข่แดงต้องปราศจากตำหนิใด ๆ

คุณภาพเกรด เอ

1. เปลือกไข่ต้องสะอาด ไม่บุบแตก รูปทรงดี
2. ช่องอากาศในไข่สูงไม่เกิน $2/8$ นิ้ว รูปทรงปกติ
3. ไข่ขาวต้องใสสะอาด (clear) และต้องค่อนข้างชั้นจนไข่แดงลอยตัว อยู่ในอาณาบริเวณตอนกลางของฟองไข่ (fairly well centered) และของเงาไข่แดงมองเห็นเกิดได้จากการหมุนพลิกไข่ที่หน้าเครื่องส่อง ไข่แดงต้องปราศจากขอบกพร่องใด ๆ

คุณภาพเกรด บี

1. เปลือกไข่ต้องไม่บุบแตก รูปทรงค่อนข้างปกติ อาจมีจุดเปรอะบ้าง แต่ไม่มีสิ่งเปรอะเปื้อนติดค้างอยู่เกินกว่าประมาณ $1/32$ ของพื้นผิวเปลือก อาจเปรอะเปื้อนบ้างหรือรอยเปรอะเปื้อนที่อยู่กระจัดกัน แต่รวมแล้วต้องไม่เกิน $1/16$ ของพื้นผิวเปลือก
2. ช่องอากาศต้องไม่สูงกว่า $3/8$ นิ้ว อาจเคลื่อนไหวได้ และอาจอยู่ได้ลอยตัว แต่ทั้งนี้ต้องไม่ใช่ฟองอากาศ
3. ไข่ขาวต้องใสสะอาด อาจอ่อนตัวบ้าง ซึ่งทำให้เห็นไข่แดงห่างออกไปจากกึ่งกลางไข่ เวลาหมุนไข่ออกจะเห็นเงาไข่แดงชัดเจน
4. ไข่แดงอาจขยายใหญ่ขึ้น หรือแบนลง และอาจเห็นส่วนอื่น ๆ ชัดเจนแต่ไม่มีส่วนบกพร่องใด ๆ

คุณภาพเกรด ซี

1. เปลือกไข่ต้องไม่บุบแตก รูปทรงอาจผิดปกติบ้าง อาจมีรอยเปรอะเปื้อนเล็กน้อยจนถึงปานกลางไม่เกิน $1/4$ ของพื้นผิวเปลือก แต่ต้องไม่มีสิ่งสกปรกติดค้างบนเปลือกไข่
2. ช่องอากาศอาจสูงกว่า $3/8$ นิ้ว อาจลอยตัว (free) หรือมีฟองอากาศ ไข่ขาวอาจอ่อนตัว หรือเหลวจนทำให้เห็นไข่แดงอยู่ห่างกลางไข่ (off-center) และเห็นขอบเงาไข่แดงชัด ในขณะที่หน้าเครื่องส่อง
3. อาจเห็นไข่แดงทึบหรือไข่แดงเรื่อสดใส ขยายใหญ่ขึ้น และแบน อาจเห็นจุดที่อยู่ของเชื้อลูกไก่มีการเจริญขยายขนาดชัด แต่ไม่มีเลือดอาจมีขอบกพร่องสำคัญ ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อื่น ๆ อีก เช่นอาจมีลิมเลือดหรือจุดเลือดเล็ก ๆ แต่ยังใช้เป็นอาหารได้

ไข่สกปรก (dirty) เปลือกไข่ต้องไม่แตก ไม่มีของสกปรกติดค้างหรือรอยเปราะเปื้อนชัดมาก หรืออาจเปราะเปื้อนเล็กน้อยถึงปานกลางไม่เกิน 1/4 ของผิวไข่

ไข่บุร้าว (check) เปลือกบุร้าว แต่เยื่อหุ้มไข่ยังปรกติไม่แตกแยกเป็นรอย เนื้อไข่ยังไม่รั่วไหล

ไข่แตกน้ำไหล (leaker) เปลือกและเยื่อเปลือกแตกร้าว จนเนื้อไข่ไหลออกมาได้และไข่ที่เปลือกหลุดหายไป 1/4 ตารางนิ้ว แต่เนื้อไข่ยังไม่ไหลออกมา

ตารางที่ 4 แสดงมาตรฐานคุณภาพและน้ำหนักไข่ทั้งฟองสำหรับผู้บริโภค (United States Consumer Grades and Weight Classes for Shell Eggs)

ไข่สำหรับจำหน่ายแก่ผู้บริโภคตามมาตรฐานสหรัฐฯ	ส่วนที่ต้องมีคุณภาพตามเกรด ไม่น้อยกว่า 80 %	ส่วนที่ผ่อนผันให้มีไข่เกรดอื่นปนอยู่ได้
ไข่เกรด เอ เอ	เกรด เอ เอ	เกรด เอ 15-20 % มีไข่เกรด บี ซี หรือบุบไม่ เกิน 5 %
ไข่เกรด เอ	เกรด เอ	เกรด บี 15-20 % มีไข่เกรด ซี หรือไข่บุบ ไม่เกิน 5 %
ไข่เกรด บี	เกรด บี	เกรด ซี 10-20 % มีไข่สกปรกหรือไข่บุบไม่ เกิน 10 %
ไข่เกรด ซี	เกรด ซี	สกปรกหรือไข่บุบไม่เกิน 20 %

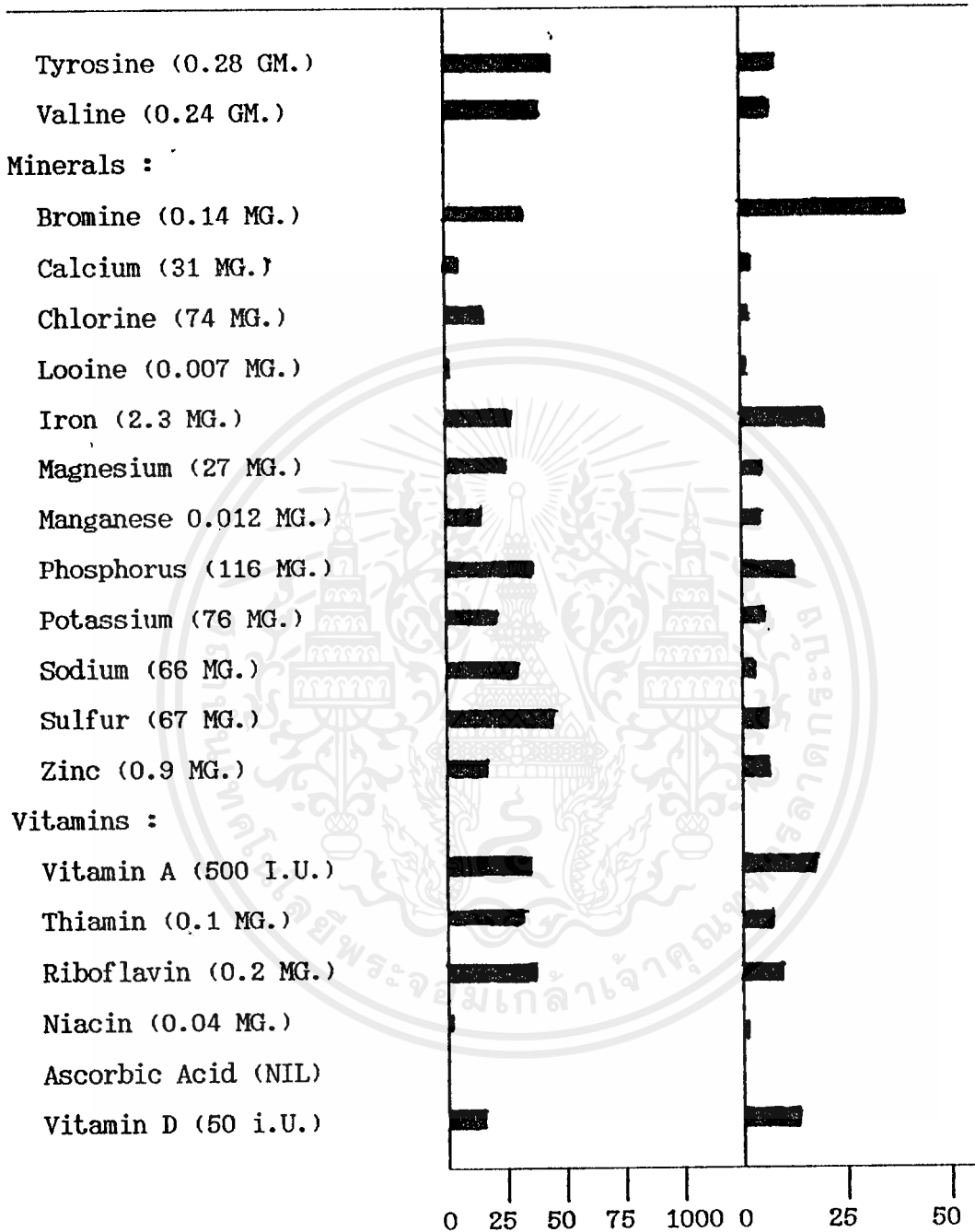
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 1 (ต่อ)

โภชนาในไข่ไก่ 1 ฟอง

เด็ก (ต่ำกว่า 1 ขวบ)

ชาย (70 กก.)



โภชนาจากไข่ไก่ 1 ฟอง ต่อความต้องการของร่างกาย

ไข่มีคุณค่าดีเด่นทางอาหารหลายประการ มีโปรตีนที่อุดมสมบูรณ์ มีไขมันที่เป็นประโยชน์และมีคาร์โบไฮเดรตบ้างเล็กน้อย อีกทั้งยังประกอบด้วยวิตามินและแร่ธาตุสำคัญ ๆ ต่าง ๆ นอกจากนี้ไข่ยังเป็นอาหารที่ย่อยง่าย ถูกดูดซึมเอาไปใช้ประโยชน์ในร่างกาย (assimilation) ได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดง ผลการวิเคราะห์โภชนะในไข่ไก่

	เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมด	น้ำ	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า
		%	%	%	%
ไข่ทั้งฟอง	100	65.5	11.8	11.0	11.0
ไข่แดง	31	48.0	17.5	32.5	2.0
ไข่ขาว	58	82.0	11.0	0.2	0.8
เปลือก	11				

จะเห็นได้ว่า ไข่ทั้งฟองมีปริมาณโปรตีน ไขมัน เกลือแร่ หรือเถ้า ประมาณ เกือบเท่า ๆ กัน ไขมันเกือบทั้งหมดนั้นอยู่ในไข่แดง ปริมาณไข่ขาวมีมากเป็นสองเท่า ของไข่แดง เนื่องด้วยมีน้ำหนักมากกว่าของไข่แดงราว 2 เท่า แต่มีวัตถุแห้ง (dry matters) เพียงครึ่งหนึ่งของในไข่แดง ในไข่ยังมีวิตามิน เอ ดี อี เค บีคอมเพลค และเอนไซม์ต่าง

โปรตีนต่าง ๆ ของไข่

ไข่คือแหล่งของโปรตีนหรือเรียกว่าเป็นอาหารประเภทโปรตีน โปรตีนมีอยู่ใน ไข่ขาวราว 50 % ในไข่แดงราว 44 % โปรตีนในไข่แดงรวมตัวอยู่ปะปนกับไขมัน และยังมีอีกบางส่วนที่เชื่อมกับไข่แดง (vitellin membrane) ดังตัวเลขต่อไปนี้

	กรัม	เปอร์เซ็นต์
ไข่แดง	3.1	44.3
ไข่ขาว	3.5	50.0
เปลือกไข่	0.15	2.1
เยื่อหุ้มไข่	0.25	3.6
รวม	7.0	100.0

โปรตีนในไข่แดง

โปรตีนในไข่แดงมีสองอย่างคือโอโวไวเทลลิน (ovovitellin) กับโอโวไลเวทิน (ovolivetin) ในโอโวไวเทลลินมีฟอสเฟตต่ำ แต่มีกำมะถันมากถึง 1/3 ของฟอสฟอรัสในไข่แดง ตามปกติอัตราส่วนของโอโวไวเทลลินกับ โอโวไลเวทิน นั้นมี อยู่ในอัตราราว 0.7 กรัม นอกจากนี้มี ฟอสโฟโปรตีนต่าง ๆ เช่น lipoprotein

ส่วนโปรตีนในเยื่อหุ้มไข่แดงนั้น ชั้นกลางเป็นคีราติน (keratin) ส่วนอีกสองชั้นนอกและในนั้นเป็นพวกมิวซิน (mucin)

โปรตีนของไข่ขาว

โปรตีนในไข่ขาวมีอย่างน้อย 5 อย่าง ที่เป็นโปรตีนสามมิติ 3 ชนิด กับพวกไกลโคโปรตีน (glycoprotein) อีก 2 ชนิด ไกลโคโปรตีนเป็นโปรตีนที่มีส่วนเชื่อมโยงกับคาร์โบไฮเดรต

โปรตีนในเยื่อหุ้มไข่

เยื่อหุ้มไข่มีอยู่ 3 ชั้น ชั้นนอกที่ติดกับเปลือกไข่ โปรตีนพวกคีราตินหรือที่เรียกว่าโอโวคีราติน (ovokeratin) ชั้นกลางเป็นมิวซิน (Mucin) แต่ชั้นในสุดมีทั้งคีราตินกับมิวซินอยู่ด้วยกัน คีราตินมีกำมะถันสูงกว่าในโปรตีนอื่น ๆ ของไข่ตั้งแต่ 1/2 - 3 เท่าตัว

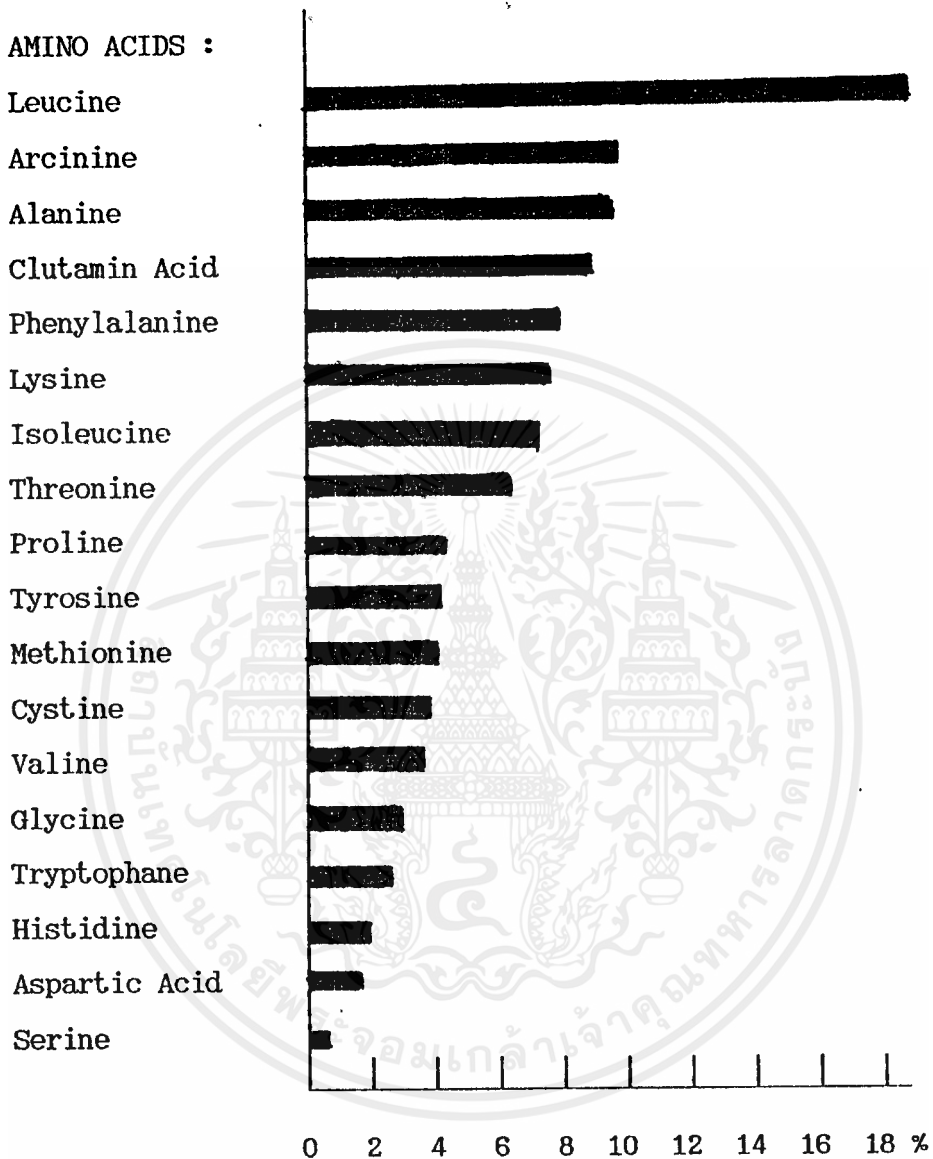
โปรตีนในเปลือกไข่

ชั้นนอกสุดของไข่ได้แก่แวตูลูเคลือบผิวเปลือก (cuticle) เป็นพวกมิวซิน ถัดเข้าไปเป็นชั้นเยื่อ (matrix proteins) จำพวกคอลลาเจน (collagen) เป็นชนิดเดียวกับที่มีอยู่ในกระดูกและกระดูกอ่อน คุณสมบัติของสิ่งเหล่านี้จัดอยู่ในพวกแอลบูมินอย ชั้นเยื่อนี้เป็นที่ให้อินทรีย์สารต่าง ๆ เกาะกันจนเป็นรูปร่างของเปลือกไข่

องค์ประกอบของโปรตีนจากไข่

เนื่องด้วยโดยธรรมชาติโปรตีนของไข่มีประโยชน์สำคัญต่อการเจริญเติบโตของตัวลูกไก่ มีส่วนน้อยที่สำหรับดำรงชีวิต ฉะนั้นมันจึงสร้างและสะสมกรดอะมิโนแอซิดไว้ให้มากพอที่จะเอาไปบำรุงเลี้ยงลูกไก่ให้เจริญเติบโตขึ้นมาได้ กรดอะมิโนเหล่านี้บางพวกก็ใช้สำหรับสร้างตัวลูกไก่ บางพวกก็ถูกสลายตัว (deaminized) ไม่เป็นยูเรีย (urea) กรดอะมิโนบางอย่างก็อาจจะถูกเปลี่ยนไปเป็นคาร์โบไฮเดรตในรูปของกลูโคสนับได้ว่าโปรตีนของไข่มีค่าต่อการเจริญเติบโตของชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีนในไข่แดงมีคุณภาพกว่า และมากกว่าสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในไข่ กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือไข่แดงทำให้ไข่มีคุณประโยชน์ทางอาหารล้ำค่าสำหรับมนุษย์และสัตว์ทั่วไป

แผนภูมิที่ 2 กราฟแสดงปริมาณกรดอะมิโนต่าง ๆ เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของกรดอะมิโนทั้งหมดในไข่ไก่



ตารางนี้แสดงจำนวนกรดอะมิโนต่าง ๆ ที่พบในโปรตีนรูปต่าง ๆ ของไข่ไก่ ไ่วเวเทลลินเป็นโปรตีนส่วนใหญ่ในไข่แดง มีองค์ประกอบพวกกรดกลูตามิค ลูซีน อาจีนิน กับไลซีนมากที่สุด ไอวัลบิวมินที่เป็นโปรตีนสำคัญในไข่ขาวนั้นจะประกอบด้วยกรดอะมิโนพวกกรดกลูตามิค ลูซีน อะลาเนน กรดกลูตามิค กับลูซีนเป็นส่วนใหญ่

โปรตีนแต่ละอย่างของไข่มีกรดอะมิโนมากน้อยต่างกันทั้งปริมาณและชนิดกรดอะมิโนชนิดลูซีนมีในไข่มากที่สุดถึง 18 % ของจำนวนกรดอะมิโนทั้งหมดในไข่

คาร์โบไฮเดรตในไข่แดง

คาร์โบไฮเดรตที่รวมกับโปรตีนของไข่แดงนั้น เป็นโกลิแซคคาไรด์ของแมน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โนส กลูโคซามีน (mannose glucosamine) คาร์โบไฮเดรตในรูปของกลูโคสที่รวมกับโอโวไวเทลลิน (ovovitellin) มีประมาณ 2 % และที่รวมกับโอโวไลเวทินมีประมาณ 4 % และยังมีพบกาแลคโตสในฟอสโฟลิปิด โอโวเลคตินกับซีรีโบรไซด์ คาร์โบไฮเดรตในรูปของไกลโคเยนมีอยู่ในไข่ขาวของไข่สดราว 9 %

คาร์โบไฮเดรตในไข่ขาว

ความเห็นในเรื่องคาร์โบไฮเดรตในโปรตีนของไข่ขาวมีแตกต่างกัน บางคนเสนอว่าโอวัลบูมินเป็นส่วนผสมของ โพลีแซคคาไรด์พวกกลูโคสกับแมนโนส

บางคนพบว่าส่วนผสมนี้ประกอบด้วยกาแลคโตส 1 อนุ กับแมนโนส 3 อนุ
 บางคนพบว่า พวก โพลีแซคคาไรด์นี้มีอนุของแมนโนส กับอเซทิลกลูโคซามีน (acetylgluc osamine) ในสัดส่วนเท่า ๆ กัน

Sorensen, (1934) พบว่าสำหรับโอโวโคแนลบูมิน (ovoconalbumin) ซึ่งเป็นทั้งคาร์โบไฮเดรตนั้น ประกอบด้วยแมนโนส 3 ส่วน กับกาแลคโตส 1 ส่วน ในโอโวมิวอินนี้ประกอบด้วยแมนโนสกับกาแลคโตส เท่า ๆ กัน ในโอโวโกลบูลิน (ovoglobulin) มีแต่แมนโนสอย่างเดียว เบลอร์เซ็นต์ของคาร์โบไฮเดรตในไข่ขาวโดยประมาณมีดังนี้

มีอยู่ใน	ชนิดคาร์โบไฮเดรต	%
Simple proteins :		
Ovalbumin	mannose	1.7
Ovoconalbumin	Mannose and galactose	2.8
Ovoglobulin	Mannose	4.0
Glycoproteins :		
Ovomucin	Mannose and galactose	14.9
Ovomucoid	Mannose and galactose	8.2

โปรตีนจากไข่

ในบรรดาโปรตีนที่สำคัญ ๆ 5 อย่างแรกของไข่ มีอยู่ 2 อย่าง ที่เป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของไข่คือ

โอวัลบูมิน (ovalbumin) มีมากส่วนที่สุด ราว 3/4 ของโปรตีนทั้งหมดในไข่ขาว

โอโวไวเทลลิน (ovovitelline) มี 4/5 ของโปรตีนทั้งหมดในไข่แดง

โอวัลบูมิน จะทำให้เป็นผลึกได้หลายวิธี เช่น โดยการเติมน้ำยาแอมโมเนียมซัลเฟตอิ่มตัว (saturated ammonium sulfate solution) ลงในไข่ขาวต่อมากก็ทำให้เป็นสภาพกรด (acidify) แก่ส่วนของเหลวที่กรองได้ (filtrate) ด้วยกรดกำมะถัน โอวัลบูมินของไข่เป็ดตกผลึกยากกว่าของไข่ไก่และต้องใช้กรดมากกว่า ในขณะทำให้เริ่มตกผลึก ผลิตโอวัลบูมินเป็นรูปเข็ม (rhombic needles) เวลาตาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แห้งด้วยอากาศธรรมดา จะหมดความเป็นผลึกไป ถ้าใช้พีเอช 4.58 จะได้ผลึกรูปเข็ม แต่ถ้าพีเอช 5.3 จะเป็นผลึกรูปสามเหลี่ยมยาว (prisms)

ผลึกโอวัลบิวมินละลายน้ำได้และยังละลายได้ในน้ำเกลือ 10 % ในกรดอ่อน ๆ และในด่างอย่างอ่อน โอวัลบิวมินมีลักษณะเด่นที่มีคุณสมบัติ zmpoteric คือเป็นได้ทั้งกรดและด่าง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเป็นกรดหรือด่าง (hydrogen iron concentration) น้ำยาที่ละลายอยู่ความหนืด (viscosity) ของโอวัลบิวมินขึ้นอยู่กับความเข้มข้น (concentration) ความเป็นกรดหรือด่าง (PH) และอุณหภูมิ (temperature)

โอโวไวเทลลินละลายได้ในกรดหรือด่างอย่างอ่อน หรือในน้ำเกลือ 10 %

คุณสมบัติของ โปรตีนที่ถูกแปรสภาพ

วิธีทำให้โปรตีนแปรสภาพไปจากเดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับโอวัลบิวมิน ทำได้หลายวิธี เช่น วิธีใช้ความร้อน กรดและด่างอย่างแรง ยูเรีย guanidine hydrochloride, detergents, salicylates สารละลายประเภทอินทรีย์สารพวก แออบกอสซอลและอะซีโตน (acetone) แสงอัลตราไวโอเลต เอกซ์เรย์ รังสีจากสารประกอบของเรเดียม คลื่นเสียง ความกดดันสูงและการกวน

การแปรสภาพ (denature) นี้เกิดขึ้นเพราะการคลายตัว (unfolding) ของอนุโปรตีนซึ่งเป็นรูปโซ่ (polypeptide chains) ทำให้โปรตีนตกกลับไม่ละลาย สภาพการแปรสภาพนี้จะเกิดขึ้นเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับพีเอชของโปรตีนนั้น ระดับอุณหภูมิ ความชื้น อัตราการเขย่าและอื่น ๆ

โปรตีนที่ถูกแปรสภาพ (denature) แล้วจะมีคุณสมบัติแปรเปลี่ยนไปจากเดิม เช่น คุณสมบัติทางกายภาพนั้นจะมีความหนืด (viscosity) สูงขึ้น ส่วนทางปริมาตรและความแน่นนั้นไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง

การทดลองการย่อยได้ของไข่สุกจากวิธีต่าง ๆ เคยมีข้อมูลดังนี้

วิธีปรุงอาหาร	ใช้เวลาย่อย/ชั่วโมง
เนื้อไข่ทำให้สุกด้วยน้ำหรือน้ำส้ม (poached, plain water or vinegar added)	40
ไข่ทอดไฟอ่อน (fried, at 37 ° C)	40
ไข่ลวก (soft boiled)	30
ไข่ตีกับนมหรือเนยทอด (scrambled)	50
เนื้อไข่ทำให้สุกในน้ำเกลือ (poached, salt water)	50
ไข่ทอดไฟแรง (fried, at 235 ° C)	กว่า 50
ไข่ต้มแข็ง (hard-boiled)	กว่า 50

หมายเหตุของผู้เรียบเรียง

1. Fried = ทอด
2. Poach = เนื้อไข่ตุ๋นให้สุกในน้ำเดือดจนเป็นลิ่มสุกหมด ๆ
3. Scramble = เอาไข่แดงไข่ขาวตีกับนมหรือนมแล้วทอด
4. Omelettes = ตีไข่แดงไข่ขาวกับนมหรือน้ำแล้วทอด
5. เนื้อไข่ = ไข่แดงและไข่ขาวที่แยกเปลือ่ออกไปแล้ว

ไข่สุกย่อยยากกว่าไข่ลวก 2-3 เท่า ระหว่างไข่ดิบกับไข่สุกได้มีการทดลองกับหนู พบว่าในระยะ 20 วันแรก อัตราเติบโตของหนู 2 พวกเท่ากัน พอถึง 100 วันพวกที่กินไข่ดิบจะโตช้ากว่าพวกที่กินไข่สุกทั้งนี้ อาจเนื่องจากผลร้าย (toxic effect) ของไข่ขาวดิบ ไข่ต้ม 10 นาที ให้อัตราเติบโตของหนูดีกว่าที่ต้มด้วยเวลาเพียง 3.5 นาที หรือที่ทำให้สุกที่ 70°C 10 นาที

การใช้ไข่ปรุงอาหารด้วยวิธีต่าง ๆ นั้น จำนวนโปรตีนที่เสียหายไปมีดังนี้

แบบของการปรุง	โปรตีนที่สูญเสียไป %
ต้ม	0
ทอดด้วยความร้อนต่ำ	1.5
Omelettes	3.0
Poached	7.5
(Scrambled)	13.5
ทอดด้วยอุณหภูมิสูง	8.9

จากข้อมูลข้างบนจะเห็นได้ว่าไข่ต้มมีส่วนสูญหายน้อยมากหรือไม่สูญหายเลย การต้มไข่ให้สุกแข็งที่ฟอง ต้องเริ่มต้นตั้งแต่น้ำยังเย็นอยู่แล้วให้เดือดอยู่ 15 นาที เพื่อให้ทั้งไข่ขาวและไข่แดงเป็นลิ่มสุก (coagulate) ได้หมดและแยกออกจากกันได้ง่าย พอต้มเสร็จก็เอาไข่ที่แช่ลงในน้ำเย็นทันที จะช่วยให้ไข่ขาวไม่ติดเปลือก การต้มยังเป็นการเร่งให้ไฮโดรเจนซัลไฟด์กระจายผิวไข่แดง เนื่องจากการลดความกดดันทำให้ไข่แดงไม่ค่อยถูกเปลี่ยนสีเพราะเฟอร์รัสซัลไฟด์

Nath กับคณะ (1973) รายงานว่าไข่ต้มสุกที่มีกลิ่นหอมของไข่สุก เนื่องจากไฮโดรเจนซัลไฟด์ระเหยออกจากไข่ และการเอาไข่สุกที่เปลือกเปลือกแล้วล้างน้ำนานกว่า 1 นาที กลิ่นหอมของไข่สุกจะลดลง

Spencer กับ Tryhnew (1973) ศึกษาผลของการเก็บไข่ไว้ในห้องเย็นนาน ๆ แล้วนำมาต้มให้สุกปรากฏว่า ไข่ใหม่ที่เก็บไว้ในห้องเย็นระยะหนึ่ง เมื่อนำไปเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้มสุกจะปลอดภัยกว่าไข่ใหม่เพียงเล็กน้อย แต่จะเสียกลิ่นหอมของไข่สุกไปหลังจากเก็บไว้เกินกว่า 7 วัน และจะมีกลิ่นเสียมากขึ้น ภายหลังที่เก็บไข่ไว้กว่า 21 วัน

กลิ่นของไข่ลวกไม่ค่อยเสียหายจากสาเหตุ อาหาร ไขมัน ฤดูกาล หรือวิธีเก็บรักษา (Carver กับคณะ 1955 : Harn กับคณะ 1963 ' Harn กับคณะ 1954 และ Jordan กับคณะ 1960) อย่างไรก็ตามก็ตีกันเหตุที่ทำให้ไข่มีกลิ่นไม่ดี อาจเนื่องมาจาก รังไข่ไก่หรือกล่องบรรจุไข่มีรา ไข่อยู่ใกล้ชิดกับข่าฆ่าแมลง ผงซักฟอก ของมีกลิ่นต่าง ๆ รวมทั้งกลิ่นซีโก้ (orr, 1967)

การทดลองแก่เด็กอายุ 2-6 ขวบเป็นเวลา 2 เดือน โดยให้เด็กกินไข่อีก 1 ฟอง เพิ่มเติมจากปกติที่กินอยู่แล้ว ผลคือเด็กมีความสมบูรณ์ดีกว่าปกติมีปริมาณฮีโมโกลบินกับเม็ดโลหิตแดงสูงด้วย

เปรียบเทียบทางปริมาณความร้อน (Calories) และอื่น ๆ กับนม ไข่หนึ่งฟองเทียบกับน้ำนมประมาณ 1 แก้ว ราว 220 ซีซีจะมีค่าความร้อน (Calorific value) ปริมาณโปรตีน ไขมัน วิตามินเอ โทอามินและไรโบเฟลวินเท่ากัน แต่มีเหล็กกับวิตามินดีสูงกว่า อย่างไรก็ตามมีสิ่งเหล่านี้สูงกว่าคือ แคลเซียมฟอสเฟต คาร์โบไฮเดรตและวิตามินซี

สารบริสุทธิ์ต่าง ๆ ของไข่ (Pure substances of the egg)

โปรตีนต่าง ๆ

การใช้โปรตีนต่าง ๆ ในอาหารก็เพื่อที่จะเติมแต่งให้อาหารนั้นมีกรดอะมิโนที่สำคัญ ๆ ครบตามความต้องการขั้นต่ำของร่างกาย ถ้าในอาหารหรือในอาหารเสริมขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นจะทำให้ไนโตรเจนของร่างกายลดทันที จนกว่าจะได้แก้ไขใหม่

อีกประการหนึ่งถ้าโปรตีนที่ใช้เป็นอาหารมีกรดอะมิโนที่จำเป็นอยู่ครบทุกอย่าง แต่ไม่ได้สัดส่วนกัน สัตว์หรือคนนั้นก็จำเป็นต้องกินอาหารโปรตีนให้มากขึ้นจนพอที่จะชดเชยกับจำนวนกรดอะมิโนชนิดที่ยังขาดอยู่ เพราะว่ากรดอะมิโนบางพวกที่กินเข้าไปมากเกินความต้องการของร่างกายก็จะถูกขับถ่ายออกมา

กรดอะมิโนจากโปรตีนของไข่มีดีเลิศ เพราะมีกรดอะมิโนที่สำคัญ ๆ ครบทุกอย่าง

ตารางที่ 6 แสดงชนิดและปริมาณโภชนะที่สำคัญจากไข่ 2 ฟอง 108 กรัม

PROTEIN	12.2 กรัม
กรดอะมิโนที่สำคัญ	
Arginine	.82 "
Histidine	.33 "
Isoleucin	.86 "
Leucine	1.03 "
Lysine	.84 "
Methionine	.41 "
Phenylalanine	.66 "
Threonine	.68 "
Tryptophan	.24 "
Valine	1.00 "
ไขมันกับลิปิด	11.00 "
Unsaturated	
Fatty Acid	7.2 "
Lineleic Acid	2.4 "
Linolenic Acid	0.32 "
Arachidonic Acid	0.26 "
CALORIES	154 แคลอรี
Total carbohydrate	0.6 กรัม
เกลือแร่ต่าง ๆ :	
Clacium	52 มก.
Phosphorus	202 "
Sodium	132 "
Chlorine	149 "
Potassium	152 "
Sulfur	134 "
Magnesium	54 "
Iron	2.6 "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 (ต่อ)

Iodine	5-9 ไมโครกรัม
Manganese	4-18 "
Zinc	1 มก.
Molybdenum	น้อยกว่า
Cobalt	"
Copper	0.3 มก.
วิตามินต่าง ๆ	
Vitamin A	1100 I.U
Vitamin D	100 I.U
Vitamin E	2 มก.
Vitamin K	น้อยกว่า
วิตามินบีต่าง	
Thiamine Vitamin B ₁)	0.1 มก.
Riboflavin (Vitamin B ₂)	0.28 "
Pantothenic acid	1.6 "
Choline	582 "
Niacin	0.1 "
Vitamin B ₆ (Pyridoxine)	120 ไมโครกรัม
Folic Acid	6 "
Biotin	10 "
Vitamin B ₁₂	1 "
Inositol	22 มก.
Unidentified growth factors	น้อยกว่า
น้ำ	74 กรัม

ตารางข้างบนนี้แสดงปริมาณกรดอะมิโนที่สำคัญประจำวันของคนขนาดธรรมดา ในหนึ่งวัน ปริมาณเมทไธโอนีนกับซิสทีนและทรีโตนินเพียงไนโซ่ 1 ฟอง ก็มากกว่าที่ คนต้องการในวันหนึ่ง ๆ ส่วนอะซิโนซึ่งเป็นกรดอะมิโนจำเป็นนั้นอาจมีไม่พออยู่บ้าง ปริมาณแคลอรี/100 กรัม ไช้ไก่มี 158-162 ในเนื้อไก่ และไข่แดงมี 315-381 ไข่ขาวมี 46-52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณค่าความร้อนจากไขไก่หนึ่งฟองเป็นเปอร์เซ็นต์ของความต่อนวัน
สำหรับคนประเภทต่าง ๆ ตามอายุ·เพศ และสภาพการทำงาน
(Recommended Allowances J.Am.Diet.Asso. 17:565, 1941)

ความร้อนที่ร่างกายต้องการ	เปอร์เซ็นต์ที่ได้จากไข 1 ฟอง 58 กรัม		
	ไขขาว กิโลแคลอรีต่อวัน	ไขแดง กิโลแคลอรี	ทั้งไขขาวและไขแดง กิโลแคลอรี
เด็ก			
เด็กต่ำกว่า 1 ขวบ	100	15.0	69.0
5 ขวบ	1,500	1.0	4.6
10 ขวบ	2,000	0.8	3.4
เด็กหญิง 15 ปี	2,800	0.5	2.5
เด็กชาย 15 ปี	3,200	0.5	2.1
สตรี (50 กก.)			
ออกกำลังน้อย	2,100	0.7	3.3
ออกกำลังมาก	3,000	0.5	2.3
บุรุษ (70 กก.)			
ออกกำลังน้อย	2,500	0.6	2.8
ออกกำลังมาก	4,500	0.3	1.5

จากข้อมูลข้างบนนี้ จะเห็นได้ว่า ไขไก่ฟองหนึ่งฟอง และเป็นประโยชน์แก่เด็ก
มากกว่าผู้ใหญ่

โทษจากเกลือแร่ต่าง ๆ ของไข

ส่วนสำคัญของไขในด้านที่มีคุณค่าทางอาหาร ได้แก่ โปรตีน และไขมัน นอก
จากนี้ก็ได้แก่เกลือแร่ต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อร่างกาย พวกเกลือแร่ที่ไม่ค่อยมีอยู่ในอา
หารชนิดอื่น ได้แก่ ฟอสฟอรัสกับเหล็กนั้น ปรากฏว่ามีอยู่ในไขเป็นปริมาณที่พอต่อความ
ต้องการของร่างกายของคนเรา ยังมีพวกเกลือแร่ที่ร่างกายต้องการอีก ได้แก่ กำมะถัน
แมกนีเซียม โบรอน เซเลเนียม โซเดียม และคลอรีน แต่สิ่งเหล่านี้ก็มีอยู่มากแล้วในอา
หารชนิดอื่น แคลเซียมอย่างเดียวเท่านั้นที่มีอยู่ในไขน้อยเกินไปเพราะอยู่ที่เปลือก
99 % พวกเกลือแร่ที่มีน้อยมากและคนที่เราต้องการเพียงเล็กน้อยนั้น เรียงลำดับตาม
ปริมาณมากกว่าไปหาน้อยดังนี้ สังกะสี ทองแดง โปรตีน แมงกานีส และ ไอโอดีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจแบ่งเกลือแร่ออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ พวกที่มีอยู่มาก (major minerals) กับพวกที่มีน้อยแต่จำเป็นสำหรับร่างกาย (trace minerals)

เกลือแร่พวกที่มีอยู่มากได้แก่ ฟอสฟอรัส, แคลเซียม, โปแตสเซียม, แมกนีเซียม, คลอรีน, โซเดียม, กำมะถัน และเหล็ก ในไข่แดงมีเกลือแร่ 3 อย่างแรกมาก

ฟอสฟอรัส ประมาณ 99 % ของฟอสฟอรัสของไข่ตั้งอยู่ในไข่แดง อาหารที่มีฟอสฟอรัสสูงได้แก่นมและไข่ เป็นฟอสฟอรัสในรูปของอินทรีย์สารที่ละลายง่าย ฟอสฟอรัสเหล่านี้ 2/3 อยู่ในรูปฟอสโฟลิปิด และกว่า 1/4 อยู่กับฟอสโฟโปรตีน กับมีอีกจำนวนเล็กน้อยในรูปอินทรีย์สาร ฟอสฟอรัสจะถูกย่อยไปใช้ประโยชน์ได้ดีต่อเมื่อมีวิตามินดี อยู่ด้วย

การเก็บฟอสฟอรัสไว้ในร่างกายคนขึ้นอยู่กับปริมาณขั้นต่ำสุดที่ร่างกายต้องการ ฟอสฟอรัสแคลเซียมโซเดียม และปริมาณวิตามิน ดี ในอาหารที่กิน

เด็กก่อนที่กินนมขวดต้องการฟอสฟอรัสวันละ 45-50 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักร่างกาย 1 กก. หรือจะให้ปลอดภัยไว้ก่อนก็ตั้งให้กิน 2 เท่าของปริมาณนี้ เด็กที่อายุ 8-11 ขวบ ได้รับฟอสฟอรัสจากอาหาร 34 มิลลิกรัมต่อวันต่อน้ำหนัก 1 กก. ก็พอเพียง สำหรับผู้ใหญ่ที่กินต้องการฟอสฟอรัส 12 ถึง 13 กรัมต่อน้ำหนักร่างกาย 1 กก. ต่อวัน

เด็กก่อนได้รับไข่วันละครึ่งฟอง จะได้จำนวนฟอสฟอรัสพอเพียงสำหรับความต้องการประจำวันของร่างกาย ถ้าให้ถึง 1 ฟองก็ยิ่งดี เพราะเป็นการเพื่อให้ปลอดภัยไว้ก่อน ตามปกติเด็กก่อนได้รับฟอสฟอรัสจากนมอยู่แล้ว ฉะนั้นจึงไม่จำเป็นต้องถือฟอสฟอรัสจากไข่เป็นสำคัญนัก เพียงแต่ถือว่ามันเป็นส่วนที่เสริมให้ได้ฟอสฟอรัสครบถ้วนกันจะเหมาะกว่า

ถ้าจะให้ฟอสฟอรัสครบตามต้องการประจำวันของร่างกายโดยไม่มีอาหารอย่างอื่นอยู่ด้วย เด็ก 8 ขวบจะต้องกินไข่วันละถึง 8 ฟอง เด็กหนัก 20 กก. ก็ต้องให้กินถึงวันละ 6 ฟอง แต่โดยปกติอาหารในวันหนึ่ง ๆ ที่เราหรือเด็กกินนั้นมีหลายอย่าง อาหารบางอย่างได้จากพืชซึ่งมีไฟติน (phytin) สารนี้มีฟอสฟอรัสสูงอยู่ในรูปของอินทรีย์สารแต่ย่อยได้ยากกว่าของไข่ ถ้าปริมาณที่กินเข้าไปนั้นมากพออยู่แล้ว ไข่ก็ควรจะเป็นเพียงอาหารเสริมเพราะราคาแพงกว่า

แคลเซียม แม้ว่าไข่ทั้งฟองจะมีแคลเซียมอยู่มากกว่า 2.0 กรัม แต่ 99 % ของจำนวนนี้อยู่ที่เปลือกซึ่งต้องทิ้งไป จึงทำให้ไข่เป็นแหล่งที่มีแคลเซียมน้อยมาก

ร่างกายเด็กก่อนต้องการแคลเซียมประมาณ 120 มิลลิกรัมต่อวัน ผู้ชาย 0.45-0.55 กรัมต่อวัน ผู้หญิง 0.55 กรัมต่อวัน หรือให้เหมาะสมควรจะเป็น 0.7 กรัมต่อวันสำหรับผู้ใหญ่ อย่างไรก็ตามแคลเซียมในไข่แดงก็ทำนองเดียวกับน้ำมันตับปลา คืออาจเป็นอาหารช่วยเสริมแก่อาหารที่ยังมีแคลเซียมไม่พอเพียง

แมกนีเซียม มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย ไข่มีแมกนีเซียมเฉลี่ยประมาณฟองละ 28 มิลลิกรัม 90 % ของจำนวนนี้อยู่ในไข่แดง ร่างกายผู้ใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการแมกนีเซียมวันละประมาณ 0.7 กรัม แต่ได้จากอาหารธรรมดาเพียง 0.34 กรัม ต่อวัน เด็กก่อนต้องการแมกนีเซียมวันละประมาณ 14.0 กรัมต่อน้ำหนักร่างกาย 1 กก. สำหรับเด็ก ๆ ทั่วไปต้องการพวกแมกนีเซียมวันละประมาณ 130 มิลลิกรัมต่อน้ำหนัก 1 กก. ไช้หนึ่งฟองสามารถให้แมกนีเซียมแก่ร่างกายเด็กก่อนราว 15.30 % ของความต้องการประจำวัน แต่ไม่มีปัญหาอะไรนัก เพราะในอาหารทั่วไปก็มีธาตุนี้อยู่มากพอเพียงแล้ว

โบเตสเทียม คลอรีน และ โซเดียม มีอยู่ในไช้ประมาณฟองละ 82 76 และ มิลลิกรัมตามลำดับ เป็นธาตุที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อร่างกาย โซเดียมที่สิ่งเหล่านี้ก็มีอยู่มากพอในอาหารทั่วไป

กำมะถัน มีอยู่ในไช้เฉลี่ยประมาณฟองละ 67 มิลลิกรัม กำมะถันเป็นองค์ประกอบของเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกาย สำคัญต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิต ร่างกายของผู้ใหญ่ต้องการวันละประมาณ 1.5 กรัม ซึ่งไช้อาจให้ได้เพียง 4-5 % ของที่ต้องการ แต่ในอาหารอื่น ๆ กำมะถันอยู่มากพอและละลายไปเป็นประโยชน์ได้ดี ความต้องการกำมะถันจากไช้จึงไม่จำเป็นในกรณีนี้

กำมะถันของไช้รวมอยู่กับอินทรีย์สารต่าง ๆ ในรูปของกรดอะมิโน พวกซีสตีลกับเมทโฮอินิน เป็นส่วนใหญ่ มีประโยชน์ทางการหายใจของเซลล์ต่าง ๆ เพราะหมู่ซัลไฟด์รีลในกรดอะมิโนทั้ง 2 อย่างนี้ถูกเปลี่ยนแปลงง่าย ถูกออกซิไดซ์และรีดิวซ์ได้ง่าย

เหล็ก มีอยู่ในไช้แดงเฉลี่ยฟองละ 2 มิลลิกรัม ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในไช้แดง ในไช้ขาวมีเหล็กอยู่น้อย รวมอยู่ในรูปของโปรตีนที่อยู่ในไช้แดง อาจอยู่อย่างอิสระ (free ionic form) ที่เป็นสารละลายตัวของเหล็กไฮดรอกไซด์ บางคนสันนิษฐานว่า ส่วนใหญ่จะเป็นอินทรีย์สารที่รวมอยู่กับไอโวไวเทลลิน เหล็กของไช้แดงในรูปต่าง ๆ เหล่านี้ย่อยง่ายถึง 97 % เป็นอย่างน้อยตามปกติธาตุเหล็กในไช้แดงละลายยากกว่าธาตุเหล็กที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์หรือรำข้าว

ถ้าอาหารมีธาตุทองแดงอยู่มากพอจะช่วยให้เหล็กถูกใช้ประโยชน์ในการสร้างฮีโมโกลบินไปสะสมไว้ในตับอ่อนและม้าม

กำมะถันของไช้อาจรวมกับทองแดงในรูปคอปเปอซัลไฟด์ ทำให้ทองแดงไปรวมตัวกับธาตุอื่นยากขึ้น และคอปเปอซัลไฟด์ก็ไม่ละลายในกรดเกลืออย่างอ่อน ด้วยเหตุนี้ในอาหารจึงต้องมีธาตุทองแดงเสริมเพื่อไว้ให้มากอย่างเหลือเฟือ ในการทดลองแก่หนูได้ผลว่าอาการเสื่อมตัวของฮีโมโกลบิน (degenerating hemoglobin) จะหายไปถ้าในอาหารหนูมีพวกทองแดงเพิ่มลงไปอีกจากปริมาณปกติ

ร่างกายคนเราต้องการธาตุทองแดงต่อวันมากน้อยต่างกันตามอายุ เด็กก่อนต้องการประมาณ 1.0 มิลลิกรัมต่อน้ำหนัก 1 กก. เด็กเล็กประมาณ 0.6 มิลลิกรัมต่อ กก. บุรุษประมาณ 8.0 มิลลิกรัมต่อ กก. สตรีต้องการมากกว่าบุรุษโดยเฉพาะอย่างยิ่งใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาดังครรรร์

ไข่หนึ่งฟอง ให้เหล็ก เป็นเปอร์เซ็นต์ของที่ร่างกายคนเราต้องการต่อวันคือ 50 %, 15 % และ 26-40 % สำหรับเด็กอ่อนน้ำหนัก 5 กก. เด็กขนาด 20 กก. และผู้ใหญ่ตามลำดับ

การให้เด็กกินไข่เพิ่มขึ้นอีกวันละ 1 ฟอง แม้จะเพียงเพิ่มธาตุเหล็กขึ้นมาอีก 10 % ก็สามารรถช่วยบำรุงสภาพของฮีโมโกลบินได้อย่างมากมาย ไข่จึงใช้ได้ดีแก่ผู้ป่วยด้วยโรคโลหิตจางที่เนื่องจากการขาดอาหารประเภทต่าง ๆ เว้นไว้แต่โรคโลหิตจางที่มีเม็ดโลหิตแดงน้อย (Pernicious anemia) กับในโรคขาดน้ำย่อย (achylia) ซึ่งเป็นเพราะน้ำย่อยของกระเพาะอาหารอาจไม่มีเอนไซม์หรือกรดพอที่จะไปแยกเอาเหล็กออกมาจากไข่แดง (Achylia = ขาดกรดไฮโดรคลอริก กับ เรมินในน้ำย่อย)

พวกแร่ธาตุที่มีน้อยหมาพบยาก บางอย่างเป็นของจำเป็นต่อร่างกาย เช่น สังกะสี ทองแดง โปรตีน แมงกานีส และไอโอดีน

สังกะสี ไข่หนึ่งฟองมีสังกะสีราว 1.0 มิลลิกรัม สังกะสีส่วนใหญ่อยู่ในไข่แดง ธาตุนี้ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโตเป็นปกติ เป็นส่วนประกอบของอินซูลิน น้ำย่อยพวกคาร์บอนิกแอนไฮเดรท (carbonic anhydrase) และ ยูริเคส (Uricase) จำนวนที่ต้องการต่อวัน สำหรับเด็กประมาณ 0.3 มิลลิกรัมต่อน้ำหนัก กก. ไข่ฟองหนึ่งให้สังกะสี 15 % ของที่ร่างกายเด็กต้องการต่อวัน

ทองแดง ธาตุนี้ในอาหารมนุษย์และสัตว์จะขาดเสียมิได้ เพราะมันมีหน้าที่สำคัญร่วมกันกับเหล็ก สร้างฮีโมโกลบินแก่เม็ดโลหิต ปริมาณทองแดงที่มีอยู่ในไข่หนึ่งฟองราว 0.3 มิลลิกรัม ใกล้เคียงกับความต้องการของเด็กอ่อน ซึ่งต้องการวันละประมาณ 0.1 มิลลิกรัมต่อน้ำหนัก 1 กก. กำมะถันในไข่มีกทำให้ทองแดงของไข่ไม่ละลาย หรือละลายได้น้อยมากอย่างไรก็ดีในอาหารทั่วไปมีทองแดงอยู่มากมายพอแล้ว

โปรตีน มีอยู่ในไข่ไม่เกินฟองละ 0.2 มิลลิกรัม ส่วนใหญ่อยู่ในไข่แดง มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตและการเลี้ยงรอดของสัตว์อ่อน ร่างกายต้องการเพียง 0.5 มิลลิกรัมต่อ กก. ของร่างกายต่อวัน การเลี้ยงรอดในที่นี้หมายถึงความแข็งแรง (viability) และมีชีวิตอยู่ได้ตั้งแต่เล็กลงไป

แมงกานีส มีอยู่ในพืชสีเขียวและธัญพืช ในไข่มีเพียงฟองละไม่เกิน 0.12 มิลลิกรัม ในการทดลองกับหนูพบว่าธาตุนี้มีประโยชน์ต่อการผสมติด (fertility) ของหนูตัวผู้ และต่อการมีน้ำนมเลี้ยงลูก กับความเป็นแม่ (maternal) ของหนูตัวเมีย คนเราต้องการธาตุนี้วันละ 0.2-0.3 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักร่างกาย 1 กก.

ไอโอดีน มีอยู่น้อยมากในไข่ เพียงราว 0.004-0.01 มิลลิกรัม ส่วนใหญ่อยู่ในไข่แดง ไข่ไก่จะมีไอโอดีนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุนี้ในอาหารที่ให้ไก่กิน ถ้าเพิ่มไอโอดีนลงในอาหารให้มากพอก็สามารถจะทำให้ในไข่มีไอโอดีนเพิ่มขึ้น 70 ถึง

100 เท่า คนเราต้องการธาตุนี้อย่างน้อยวันละ 1 มิลลิกรัม ปริมาณนี้อาจได้จากไข่ไก่ 1 ฟอง ของไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีไอโอดีนสูง .

วิตามินต่าง ๆ ในไข่

เป็นที่รู้กันแล้วว่า ปริมาณวิตามินต่าง ๆ ในไข่ขณะที่เริ่มต้นฟักนั้นเพียงพอแก่ความต้องการของเชื้อลูกไก่ แต่ไม่อาจจะสรุปว่าในไข่มีวิตามินต่าง ๆ พอเหมาะสำหรับมนุษย์เพียงใด เพราะคนเราต่างสปีชีกับสัตว์ปีก และวิตามินบางอย่างก็เกิดขึ้นในไข่ระยะฟัก ไข่ที่ยังไม่ฟักนั้นมีวิตามินประเภทนี้้อยมาก

ตามที่แบ่งวิตามินเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือพวกที่ละลายในไขมัน กับพวกที่ละลายในน้ำมัน ในไข่มีวิตามินต่าง ๆ เหล่านี้ตามประเภทของมันคือพวกที่ละลายในไขมันมีอยู่แต่ในไข่แดง ส่วนพวกที่ละลายในน้ำได้นั้นมีอยู่ทั้งในไข่แดงและในไข่ขาว

วิตามินในไข่แดง ได้แก่วิตามิน เอ ดี อี และ เค หรือมีชื่อตามสภาพของอาการโรคที่ขาดวิตามินนั้น ๆ คือ antixerthalmic, antirachitic, antisterility กับ hemorrhagic ตามลำดับ วิตามินเหล่านี้อยู่ในสภาพที่ไม่รวมตัว (unsaponifiable) กับไขมันของไข่แดง

วิตามินเอ เป็นผลผลิตจากเมตาโบลิซึมของร่างกายสัตว์ สร้างและเก็บไว้ที่ตับจนกว่าจะถึงเวลาใช้ วิตามินเอ สร้างจากแคโรทีนของพืช ในพืชมีเม็ดสีต่าง ๆ 30 อย่าง หรือกว่า แต่มีอยู่เพียง 4 อย่างเท่านั้นที่เป็นแหล่งช่วยให้เกิด (precursors) ของวิตามิน เอ คือ alpha-, beta-, และ gamma-carotene กับ cryptoxanthin, Beta-carotene มี 2 beta-ionring อยู่ในอนุจิงมีความแรง (activity) เป็น 2 เท่าของอีก 3 อย่างซึ่งมีเพียง ring เดียว

อาการของการขาดวิตามิน เอ คือ เยื่อตาแห้ง (xerthalmia) กับผิวหนังด้าน (keratinization of epithelium) อาการเริ่มเป็นในคนนั้นจะเริ่มต้นด้วย โรคสายตาดอกกลางคืน (night blindness)

ในการทดลองกับหนูที่เติบโตช้า ความต้านทานโรคต่ำ โดยเติมไขลงในอาหารที่ขาดวิตามิน เอ ปรากฏว่าสามารถแก้โรคเยื่อตาแห้งของหนูและหนูแข็งแรงเติบโตเร็วขึ้น

ปริมาณวิตามินเอในไข่มีประมาณ 200 ถึง 1000 หน่วยสากล แล้วแต่อาหารที่เลี้ยงไก่ฤดูกาล อายุเก็บและตัวแม่ไก่เอง ฯลฯ ในธรรมชาตินั้นนอกจากนมและเนยแล้ว ไข่เป็นอาหารที่มีวิตามินเอสูง ไข่ขาวมีปริมาณวิตามินเอเพียง 1/3 ของที่มีอยู่ในไข่แดง

คุณภาพของวิตามินเอในไข่ต่อการหุงต้ม การเก็บระยะนาน (Storage) และการทำให้แห้ง (Desiccation)

ปกติวิตามินเอไม่ค่อยทนต่อความร้อนขนาดน้ำเดือด ถูกทำลายลงได้ง่ายด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การย่อยซิเดชั่น และด้วยแสงแดด ในการทดลองให้หนูกินไข่แดงสุกจะโตช้ากว่าที่กินไข่แดงดิบ อาจเป็นเพราะวิตามินเอถูกทำลายลงบ้างในขณะที่ต้มไข่ การต้มไข่ 7-10 นาที อาจทำลายวิตามินเอลงถึง 73.5 % ถ้าใช้ความร้อนปานกลาง 3-5 นาทีตั้งที่ปฏิบัติทั่วไป วิตามินเอก็ย่อมจะสูญเสียย่อยลง

การเก็บไข่ในห้องเย็นธรรมดาเป็นเวลา 1 ปี วิตามินเออาจลดลง 75 % ถ้าเก็บในวอเตอร์กลาส (water glass) 18 เดือน วิตามินเอจะสูญเสียไป 50 % แต่ถ้าเก็บให้เย็นแข็งตัวตลอดเวลาในห้องเย็นเป็นเวลา 9 ปี จะคงมีวิตามินเอเท่ากับของไข่สด และยังสามารถแก้โรคขาดวิตามินเอในหนูที่ทดลองได้

ไข่ผงจากวิธีแห้งแบบธรรมดา (spray drying) วิตามินเอ สูญเสียน้อยหรือไม่เสียเลย แต่ไข่แห้งที่ทำด้วยวิธีระเหยน้ำออกไปจะสูญเสีย (oxidation loss) วิตามินเอ

การใช้ประโยชน์จากการแปรสภาพของไข่ (Denaturation)

โปรตีนของไข่ก็ เช่นเดียวกับโปรตีนของอาหารตามที่มีโปรตีนสูง ประกอบด้วยกรดอะมิโน เชื่อมโยงติดต่อกันแบบลูกโซ่ยาว ๆ ของเปปไทด์ ต่าง ๆ (peptide linkage) สายลูกโซ่เหล่านี้ประกอบกันเป็นเส้นยาว ๆ ขดกันเป็นกลุ่ม ๆ และยึดกันอย่างหลวม ๆ ตัว เวลาถูกเปลี่ยนแปลงแปรสภาพ กลุ่มลูกโซ่นี้หลุดออกจากกัน ทำให้การเกาะยึดกันระหว่างเส้นเปปไทด์ (peptide chain) คลายเกลียวยืดออกไป แล้วกลับมายึดกันขึ้นใหม่อีกทีหนึ่ง เป็นเหตุให้ไข่ขาวแปรสภาพไปเป็นอีกรูปหนึ่ง

วิธีแปรสภาพไข่ขาวให้ผิดไปจากลักษณะเดิมทำได้หลายวิธี อาทิ เช่น ใช้ความร้อนหรือเติมด้วยกรด ไข่ขาวจะตกตะกอน ทำนองเดียวกับน้ำนม ซึ่งจะตกตะกอนเมื่อถูกเติมด้วยกรด นอกจากนี้วิธีเปลี่ยนแปลงสภาพไข่ยังทำได้โดยการตีไข่ หรือด้วยการเติมเกลือกรด ต่าง หรือสารอื่น ๆ เพื่อให้ได้ลักษณะพฤติกรรมต่างกันตามต้องการ การละลายตัวของไข่ที่ถูกแปรสภาพแล้วจะต่ำลง เพราะภายในอนุของโปรตีนถูกเปลี่ยนโครงสร้างไป

ไข่ขาวเริ่มขึ้น (gel) ที่ 62°C . (144°F) ขึ้นจนเทไม่ไหลที่ 65°C . (149°F) และที่ 70°C . (158°F) ไข่ขาวจะค่อนข้างแข็งตัว ไข่แดงเป็นลิ่มเมื่อได้รับความร้อนสูงกว่าของไข่ขาวคือที่ 65°C . (149°F) และลักษณะขึ้นจนเทไม่ไหลที่ 70°C . (158°F) ฉะนั้นการแปรสภาพของไข่ยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและเวลา ถ้าต้องการจะต้มไข่ให้สุกก็ต้องเอาไข่ใส่ภาชนะ เติมน้ำเย็น เร่งไฟให้น้ำเดือด หรือเริ่มด้วยการเติมน้ำเดือดลงไปต้มจนเดือด แล้วยกออกจากไฟ แต่ถ้าต้มที่ 85°C . (185°F) 30 นาที ไข่แดงจะไม่ทันสุกจนแข็งตัว หรือที่ 72°C . (162°F) ภายในเวลาชั่วโมงไข่ขาวก็ยังแข็งตัวไม่พอ วิธีต้มไข่ให้สุกแข็งพอดี ควรใช้ไข่ใหม่ใส่น้ำเย็นเติมเกลือเล็กน้อยต้มจนน้ำเดือด แล้วเอาไปแช่น้ำที่ไหลถ่ายเทได้จนไข่เย็น

สีเขียวบนผิวไข่แดงที่ต้มให้สุกแข็งมีเหล็กซัลไฟด์ เกิดขึ้นเพราะมีธาตุเหล็กจากไข่แดงมารวมตัวกับซัลไฟด์ของไข่ขาว . บางทีเมื่อก่อนไข่ขาวกับไข่แดงออกต้มต่างหากคนละแห่ง ไข่แดงก็ยังมีสีเขียวนี้เกิดขึ้น เป็นเพราะในไข่แดงก็มีเหล็กกับซัลไฟด์ พีเอชของไข่ขาวเองก็เป็นสิ่งชวนให้เกิดสีเขียวที่ผิวไข่แดง ไข่เมื่อถูกเก็บนาน พีเอชไข่จะสูงขึ้นมากกว่าของไข่แดง สรุปข้อสันนิษฐานนี้ได้ว่า สีเขียวนี้เกิดจากเหล็กกับซัลไฟด์ในไข่แดง ส่วนพีเอชของไข่ขาวและความร้อน ระดับที่ทำให้ไข่แดงขึ้นเป็นลิ่มนั้นช่วยเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยานี้ขึ้น

ไข่ที่จะนำมาแปรสภาพ เพื่อใช้ทำเป็นอาหารคาวหวานต่าง ๆ จะต้องเป็นไข่ที่มีคุณภาพดี ถ้าคุณภาพต่ำก็มัก ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นและรสที่ด้อย อาหารบางอย่างที่ทำจากไข่ ถ้าเพิ่มความร้อนสูงขึ้นหรือใช้เวลานานกว่าปกติก็อาจช่วยปรุงแต่งรสกลิ่น ได้ดีขึ้นบ้าง การใช้ไข่ที่มีคุณภาพสูงก็ย่อม ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีขึ้นกว่าที่ใช้ไข่คุณภาพต่ำ

2.2 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับตัวผลิตภัณฑ์

2.2.1 การศึกษาระบบที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์

การถ่ายเทความร้อน ความร้อนเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่ง สามารถถ่ายเทจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง ไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ โดยมีรูปแบบของการถ่ายเทความร้อนอยู่ 3 แบบ ได้แก่ การนำความร้อน การพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน กลไกการถ่ายเทความร้อนในแต่ละแบบจะแตกต่างกันกล่าวคือ

2.2.1.1 การนำความร้อน

ตามปกติน้ำย่อมไหลจากที่สูง ไปสู่ที่ต่ำกว่า เช่นเดียวกันกับความร้อนจะถ่ายเทจากที่ที่มีอุณหภูมิสูง ไปยังที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ เมื่อใดก็ตามกลไกการถ่ายเทความร้อนของตัวกลางใด ๆ มีลักษณะ เป็นการส่งถ่ายพลังงานจาก โมเลกุลหนึ่ง ไปยังอีก โมเลกุลหนึ่งอย่างต่อเนื่อง โดยไม่มีการเคลื่อนที่ของมวลของตัวกลางนั้น จะเรียกการถ่ายเทความร้อนในลักษณะนี้ว่า การนำความร้อนอัตราการถ่ายเทความร้อนขึ้นอยู่กับค่าการนำความร้อนของตัวกลางนั้น

2.2.1.2 การพาความร้อน

กลไกการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการพาความร้อนจะต่างกับการนำความร้อนตรงที่ว่า ในขณะที่ถ่ายเทความร้อนจะมีการเคลื่อนที่ของมวลของตัวกลาง และเป็นการถ่ายเทความร้อนระหว่างตัวกลางที่เป็นของไหลกับผิวที่เป็นของแข็ง อัตราการถ่ายเทความร้อนขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผิวของแข็ง

จากหนังสือ "การแลกเปลี่ยนความร้อน" โดย ดร.วิวัฒน์ คณิตพานิชกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.3 การแผ่รังสีความร้อน

การแผ่รังสีความร้อนเป็นการถ่ายเทความร้อนจากผิวตัวกลางหนึ่งสู่ผิวตัวกลางหนึ่งที่มีอุณหภูมิผิวแตกต่างกัน กลไกการถ่ายเทความร้อนอยู่ภายใต้กฎของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic waves)

วัสดุที่ทำให้กำเนิดความร้อน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. วัสดุที่ทำให้ความร้อนเป็นแปลงไฟโดยตรง โดยทั่วไป ๆ มี 2 ชนิดคือ

ก. ถ่านหุงต้ม ข้อดี -ให้ความร้อนสูง

ข้อเสีย -สกปรก มีฝนละออง

-การใช้งานยุ่งยาก

-ควบคุมอุณหภูมิได้บ้าง

ข. แก๊สหุงต้ม ข้อดี -ให้ความร้อนสูง

-ควบคุมอุณหภูมิได้บ้าง

ข้อเสีย -การใช้งานยุ่งยาก

-ควบคุมอุณหภูมิได้ไม่แน่นอน

-มีขนาดใหญ่

ข้อมูลเกี่ยวกับขดลวดความร้อน โดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 ชนิดคือ

1. ขดลวดให้ความร้อน แบ่งตามลักษณะการออกแบบเพื่อใช้งานได้ 3 แบบ คือ

ก. ลวดความร้อนแบบเปลือย ลวดความร้อนแบบนี้จะมีลักษณะเป็น

ขดคล้ายสปริงดัง ภาพที่แสดงที่เป็นลักษณะแบบนี้เนื่องจากความต้านทานของลวดเปลี่ยนแปลงไปตามความยาวของเส้นลวด

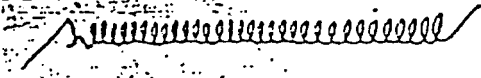
วิธีแก้ปัญหากการที่ต้องใช้ลวดยาวมากเพื่อให้เกิด

ความร้อนสูงโดยการทำเป็นลวดลวดเหมือนสปริง ซึ่งจะทำได้ลวดที่มีความยาวหรือ

ความต้านทานเพียงพอ ส่วนขนาดของกำลังไฟฟ้าจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่า

ศูนย์กลางหรือความโตของเส้นลวด ลวดความร้อนดังกล่าวมักจะใช้ในเตาไฟฟ้า เครื่อง

อบแห้ง เครื่องเป่าผม เครื่องอบผม เครื่องบั้งขนมปัง เป็นต้น

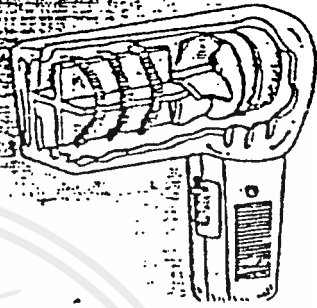
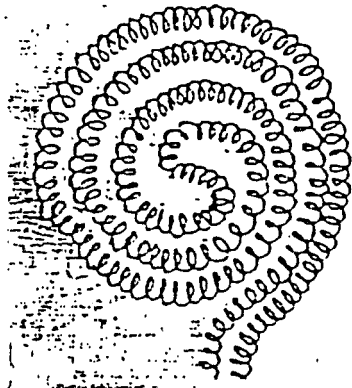


ลวดความร้อนเตาไฟฟ้า

ข้อดี - ราคากถูก

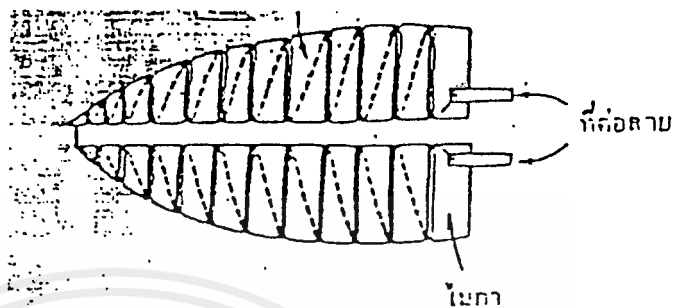
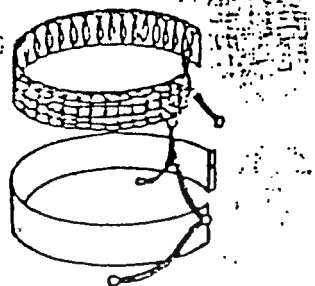
ข้อเสีย - ให้ความร้อนได้น้อย ช่างรุดง่าย ๆ ติดตั้งยุ่งยาก

ภาพที่ 19 แสดงชนิดลวดแบบเปลือย



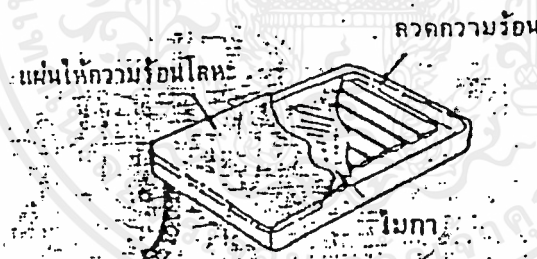
ลวดความร้อนในเครื่องเป่าผม

ข. ลวดความร้อนแบบกึ่งปิด ลวดความร้อนแบบนี้จะมีลักษณะแบบพับอยู่รอบแผ่นไมกา ซึ่งมีคุณสมบัติทนความร้อนได้สูงและเป็นฉนวนไฟฟ้าและเมื่อพันลวดความร้อนรอบแผ่นไมกาแล้วก็จะใช้แผ่นฉนวนปิดหน้าหลังของลวดความร้อนอีกทีหนึ่ง ดังภาพ ลวดความร้อนแบบนี้มักจะใช้ในเตารีดไฟฟ้า กาต้มน้ำไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ เครื่องอุ่นข้าวในหม้อหุงข้าวรุ่นใหม่ เป็นต้น



ลดความร้อนในเครื่องอุ่นข้าว
ในหม้อหุงข้าวไฟฟ้า

ลดความร้อนในเตารีดไฟฟ้า



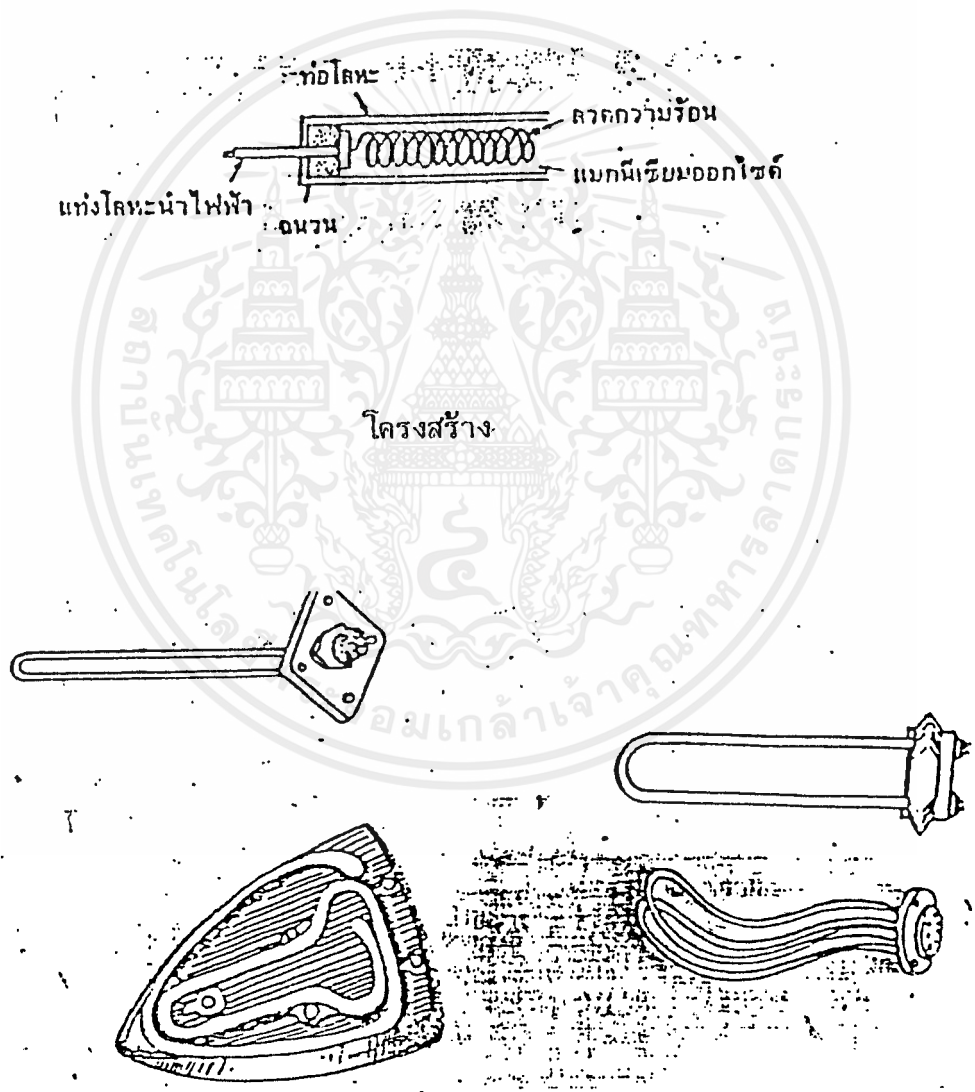
ความร้อนในการต้มน้ำ ไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ

ข้อดี -ติดตั้งง่าย

ข้อเสีย -ให้ความร้อนได้น้อย ราคาแพง

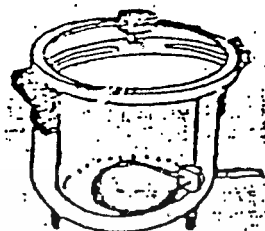
ภาพที่ 20 แสดงจากความร้อนแบบกึ่งเปิด

ค. ลวดความร้อนแบบปิด ลวดความร้อนแบบนี้จะเป็นการนำลวดความร้อนแบบเปลือยซึ่งมีลักษณะคล้ายสปริงสอดเข้าไปในท่อโลหะซึ่งอาจจะทำด้วยเหล็กทองแดงหรือโลหะไร้สนิม (Stainless) ในระหว่างท่อทั้งสองจะเป็นแมกนีเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์นี้จะมีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า ไม่แตกหรือร้าวง่าย เมื่อได้รับความร้อนลงทั้งยังมีคุณสมบัติส่งถ่ายความร้อนได้ดีอีกด้วย โครงสร้างและรูปร่างลักษณะต่าง ๆ ของลวดความร้อนแบบปิด ดังภาพ



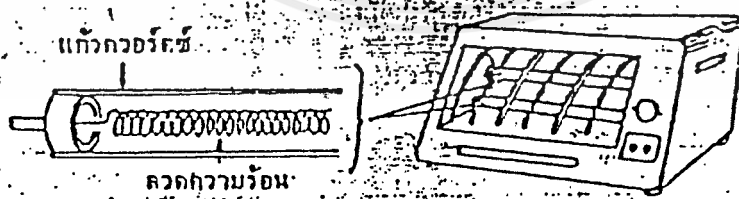
ภาพที่ 21 โครงสร้างและลักษณะรูปร่างของลวดความร้อนแบบปิด
 ลวดความร้อนแบบปิดจะมีใช้ไหม้หรือหุงข้าวไฟฟ้า กระจกไฟฟ้า เตารอบไฟฟ้า เครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 22 หม้อหุงข้าวไฟฟ้าที่ใช้ลวดความร้อนแบบบิด

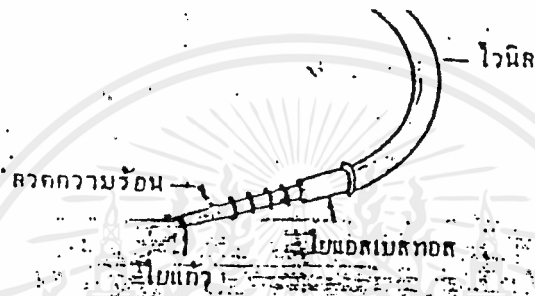
นอกจากจะเก็บลวดความร้อนไว้ในท่อโลหะแล้วยังมีวิธีอื่น ๆ อีก เช่น การใช้ลวดความร้อนที่พันเป็นขดคล้ายสปริงไว้ในหลอดแก้วควอartzหรือ เซรามิกแล้วให้ความร้อนแผ่รังสีออกมาทางหลอดแก้วซึ่งมักจะใช้ในเตาผิงไฟฟ้า เตารอบไฟฟ้า เป็นต้น



ภาพที่ 23 ลวดความร้อนในหลอดแก้วควอartzที่ใช้ในเตาผิงไฟฟ้า

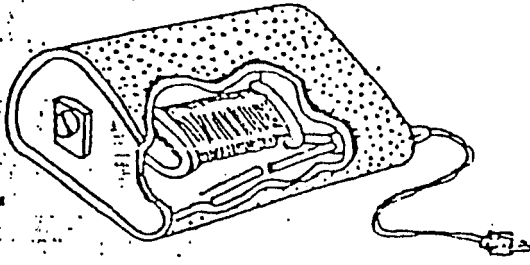
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรืออาจจะเพิ่มลวดความร้อนบนใยแก้วหุ้มด้วยแผ่นฉนวนไฟฟ้า เพื่อให้ทำความร้อนได้ แต่ไม่มากนัก เช่น ใช้ในผ้าห่มไฟฟ้า กระเป๋าน้ำร้อนไฟฟ้า และพรมไฟฟ้า เป็นต้น ลักษณะของลวดความร้อนดังภาพ

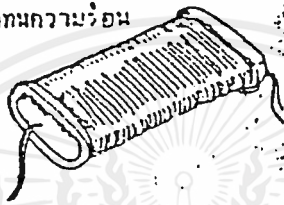


ภาพที่ 24 ลวดความร้อนที่ใช้ในผ้าห่มไฟฟ้าและกระเป๋าน้ำร้อนไฟฟ้า

หรืออาจจะใช้พันรอบแกนเซรามิกทนความร้อนซึ่งใช้ในเบาะวางเท้าไฟฟ้า ดังภาพ



เซรามิกทนความร้อน



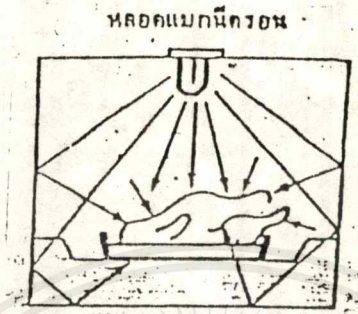
ข้อดี - ให้ความร้อนสูง ปลอดภัย สะดวกต่อการติดตั้ง
สามารถตัดโค้งให้เป็นรูปแบบที่ต้องการ

ข้อเสีย - ราคาแพงกว่าชนิดอื่น

ภาพที่ 25 ลวดความร้อนที่ใช้ในเบาะวางเท้าไฟฟ้า

2. อุปกรณ์สร้างความร้อนโดยใช้คลื่นความถี่สูง

หลักการคือปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงมาก ไปกระทบวัตถุที่เป็นฉนวนไฟฟ้าจะทำให้โมเลกุลภายในของวัตถุนั้นเสียดสีกันเองและเกิดความร้อนขึ้น หลักการนี้นำไปใช้ในเตาอบไมโครเวฟที่ใช้อุ่นอาหารในครัวเรือน ภายในเตาจะมีหลอดแมกนีตรอนเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ 2,450 เมกะเฮิรตซ์ ปล่อยไปกระทบอาหารที่ต้องการอุ่น โดยตรงคลื่นนี้จะทำให้โมเลกุลของอาหารสั่นด้วยความร้อนขึ้น ประสิทธิภาพในการให้ความร้อนแบบนี้สูงมากและสามารถอบอุ่นอาหารได้รวดเร็ว เนื่องจากคลื่นความถี่สูงนี้จะแทรกซึมเข้าไปในเนื้ออาหาร ทำให้อาหารได้รับความร้อนทั้งภายในและภายนอกพร้อมกัน คลื่นความถี่สูงนี้จะมีผลต่อวัตถุต่าง ๆ ไม่เหมือนกัน ถ้าเป็นเนื้อหรืออาหารประเภทต่าง ๆ คลื่นจะแทรกซึมเข้าไปในเนื้ออาหาร และทำให้เกิดความร้อน และถ้าเป็นโลหะคลื่นจะไม่สามารถทะลุผ่านไปได้ แต่จะสะท้อนกลับไปในทิศทางอื่น

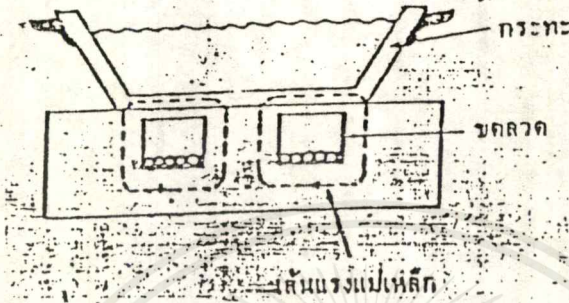


ภาพที่ 26 การกระจายคลื่นความถี่สูงในเตาอบไมโครเวฟ

3. อุปกรณ์สร้างความร้อนโดยใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า

เมื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดจะเกิดเส้นแรงแม่เหล็ก ถ้านำโลหะที่เป็นตัวนำแม่เหล็กที่ดีมาวางขวางเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะทำให้เกิดกระแสไหล ภายในโลหะนั้น ในเนื้อโลหะมีความต้านทาน ผลของการไหลของกระแสส่วนนี้จะทำให้เกิดความร้อนขึ้นซึ่งหลักการนี้นำไปใช้ในเตาแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นเตาชนิดที่ไม่มีเปลวไฟ และเป็นเตาแบบใหม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในครัวเรือน

การผลิตเส้นแรงแม่เหล็กภายในเตาแม่เหล็กไฟฟ้านี้ โดยการใช้ไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่มากกว่า 20 กิโลเฮิร์ตซ์ ภาชนะหุ้มต้มพวกหม้อเหล็กหรือกระทะก็จะเหนียวทำให้เกิดความร้อนขึ้นได้



ข้อดี - สะดวกในการใช้งาน

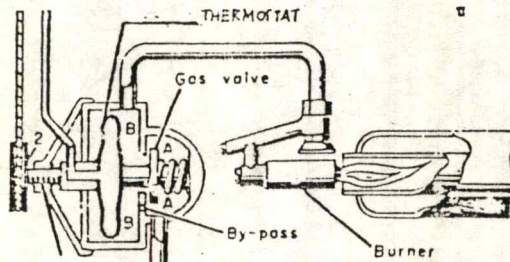
ข้อเสีย - มีขนาดใหญ่ ราคาแพงมาก

ภาพที่ 27 เต้าแม่เหล็กไฟฟ้า

เทอร์โมสแตต ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ ณ จุดใดจุดหนึ่ง โดยทั่วไป เทอร์โมสแตต แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ซึ่งมีคุณสมบัติเหมือนกันแต่หลักการทำงานแตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

ข้อมูลเทอร์โมสแตต

1. เทอร์โมสแตตแบบเป็นหลอดบรรจุของเหลว ที่ขยาย หดตัวได้ง่าย (Thermostat bulb) โดยมีหลักการทำงานคือ เมื่อหลอดของเหลวได้รับความร้อนของเหลวภายในจะขยายตัวบิดการทำงานท่อแก๊ส และเมื่อหลอดอุณหภูมิลงหลอดของเหลวจะหดตัวทำให้ท่อแก๊สเปิดทำงานได้ตามปรกติ ตามรูป



ภาพที่ 28 รูปแสดงเทอร์โมสแตตแบบหลอดบรรจุของเหลวที่ขยาย-หดตัวได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

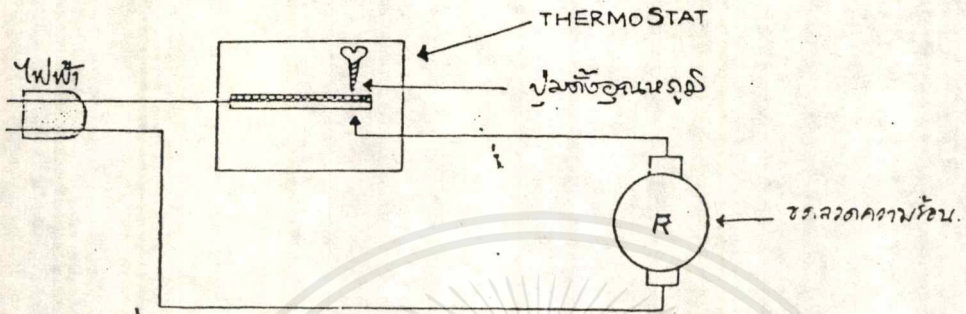
เทอร์โมสแตตแบบนี้ ไม่เป็นที่นิยม เพราะติดตั้งยาก ระบบการทำงานซับซ้อน และมักจะใช้ควบคุมอุณหภูมิในระบบที่ใช้แก๊ส

2. เทอร์โมสแตตแบบแผ่นโลหะ มี 2 ชนิด (Bimetal Thermostat) มีหลักการทำงานคือ ณ อุณหภูมิปกติโลหะ Bimetal (ใช้แผ่นเหล็กประกบติดกับแผ่นทองแดง) จะเป็นเส้นตรงแต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แผ่นโลหะที่มีการขยายตัวมากกว่าจะดันให้แผ่นโลหะโค้งไปทางด้าน โลหะที่มีการขยายตัวน้อยกว่า ในตัวอย่างทองแดงกับเหล็ก โลหะจะงอไปทางเหล็ก (สัมประสิทธิ์การขยายตัวตามเส้นของเหล็ก = 0.000011 ของทองแดง = 0.000017) ในทางกลับกัน ถ้าอุณหภูมิลดลง แผ่น Bimetal จะงอไปทางทองแดง



ภาพที่ 29 รูปแสดงลักษณะของ bimetal เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

จากคุณสมบัติของ Bimetal ดังกล่าว จึงนำ Bimetal มาสร้างเป็นสวิตช์ไฟฟ้า ซึ่งจะเปิด-ปิดวงจรได้เอง เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงดังรูป



ภาพที่ 30 รูปแสดงวงจรไฟฟ้าผ่าน Thermostat.

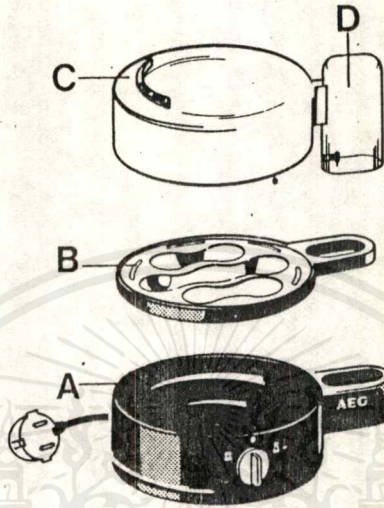
เทอร์โมสแตตชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้กันในวงจรไฟฟ้า เพราะมีอุปกรณ์ไม่มากและระบบการทำงานไม่ซับซ้อน

จากหนังสือพิมพ์ "นิสิทส์ในชีวิตประจำวัน" โดยคุณ กระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิม

ผลิตภัณฑ์เครื่องลวกไข่เดิมมีระบบการทำงานโดยใช้ชดลวดความร้อนให้ความร้อนแก่ถาดใส่น้ำ โดยด้านบนเป็นฐานวางไข่ บรรจุได้ 7 ฟอง ใช้ไฟฟ้า AC 220 โวลต์ มีปุ่มเลือกการทำงาน 2 ทิศทาง

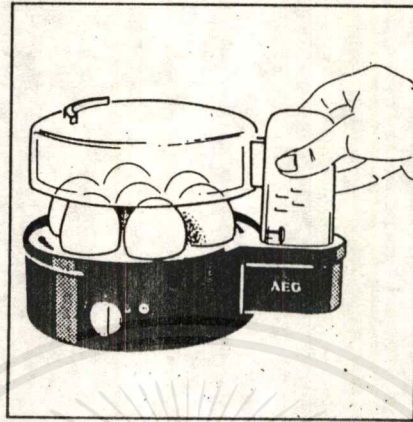


ภาพที่ 31 แสดงส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เดิม

- A คือ ตัวเครื่องลวกไข่
- B คือ ฐานวางไข่
- C คือ ช่องระบายไอน้ำ
- D คือ ที่วัดระดับน้ำ

ตัวเครื่องลวกไข่เป็นลักษณะทรงกลม มีที่จับอยู่ด้านข้าง ซึ่งจะซ้อนเอาฝาครอบไว้ด้วย ด้านหน้าจะมีปุ่ม Control การทำงานของเครื่องปรับได้ 2 ระดับความร้อน ด้านหลังเป็นทางออกของสายไฟ ซึ่งไม่มีที่เก็บสายไฟ มีฐานบรรจุไข่ซึ่งบรรจุได้ 7 ฟอง ฝาด้านบนมีลักษณะใสมองเห็นภายในได้ แต่เมื่อเครื่องทำงานจะมีไอน้ำมาจับบริเวณฝาด้านบนไม่สามารถมองเห็นภายในเครื่องได้

ขั้นตอนการทำงาน

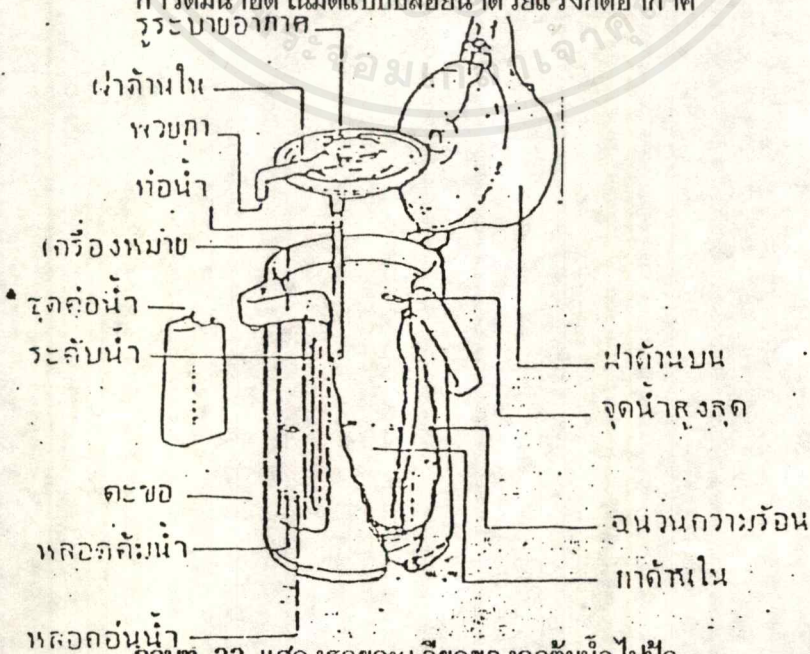


ภาพที่ 32 แสดงขั้นตอนการใช้งานผลิตภัณฑ์เดิม

1. เมื่อเติมน้ำลงในภาชนะ นำไข่ใส่ในถาดครอบ เปิดสวิตช์เครื่องจะเริ่มทำงาน น้ำในภาชนะจะเดือดและไข่จะเริ่มตกลิม (เริ่มสุก)
2. เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 5 นาที ไฟที่แสดงว่าไข่สุกจะสว่างขึ้น
3. ปิดเครื่องโดยการปรับปุ่มควบคุมมาที่ตำแหน่ง OFF
4. จบสิ้นกระบวนการทำงานของเครื่องลวกไข่

2.2.3 การศึกษารูปแบบผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

การต้มน้ำอัตโนมัติแบบปล่อยน้ำด้วยแรงกดอากาศ
ในระบบอากาศ



ภาพที่ 33 แสดงรายละเอียดของกาต้มน้ำไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการทำงาน

เติมน้ำแล้วเสียบปลั๊กเมนสวิตเตอร์จะเริ่มทำงาน จนน้ำร้อนถึงอุณหภูมิประมาณ $80-90^{\circ}$ ซ. เทอร์โมสแตทก็จะตัดกระแสไฟฟ้าส่งผ่านความต้านทานไปยังวอร์มฮีทเตอร์ เพื่อรักษาอุณหภูมิของน้ำให้คงที่

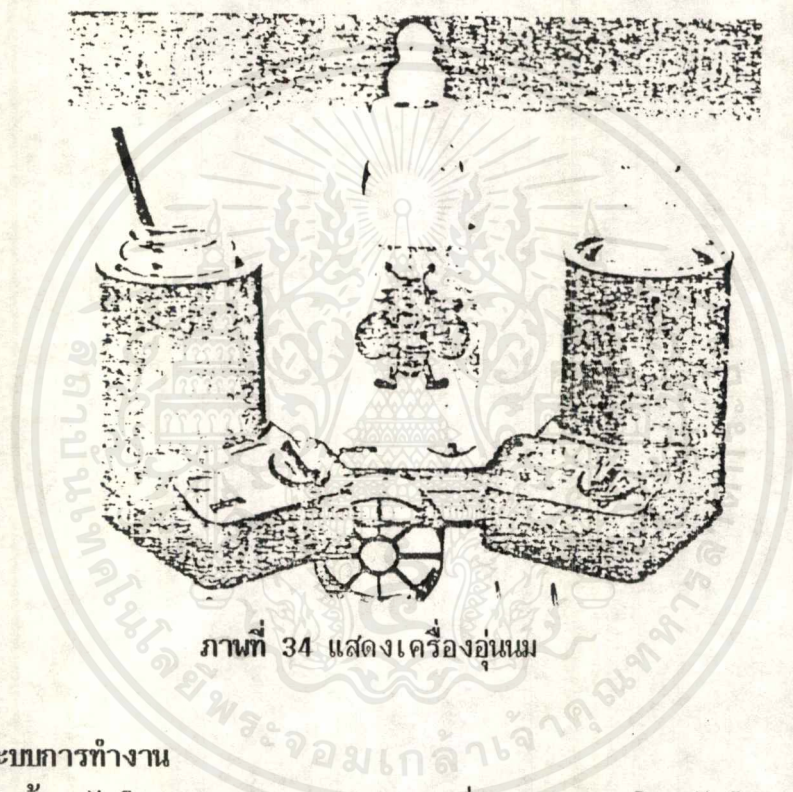
ลักษณะทั่วไป

สูง 35-40 ซม.

ปริมาตรน้ำ 2-2.9 ลิตร

ลดความร้อน แบบปิด

จนวนความร้อน โยแก้วขาว



ภาพที่ 34 แสดงเครื่องอุ่นนม

ระบบการทำงาน

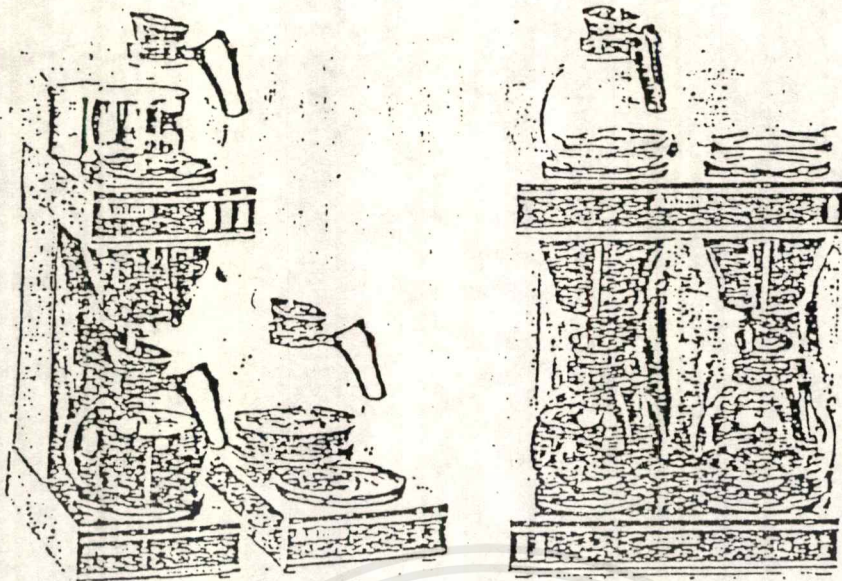
เติมน้ำลงไปในกระบอกอุ่นนม นำขวดนมที่ต้องการจะอุ่นใส่ลงไปในกระบอกอุ่นนม เปิดสวิตซ์ทำงานกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านขดลวดทำให้น้ำอุ่นแล้วถ่ายทอดความร้อนไปยังขวดนม เมื่อถึงอุณหภูมิประมาณ 40° ซ. เทอร์โมสแตทจะทำการตัดไฟ

ลักษณะทั่วไป

สูง 8 ซม.

ใช้ลดความร้อนแบบปิด

ตัวผลิตर्मณ์ทำด้วยนลาสติค



ภาพที่ 35 แสดงเครื่องต้มนกาแฟสำหรับร้านกาแฟ

ระบบการทำงาน

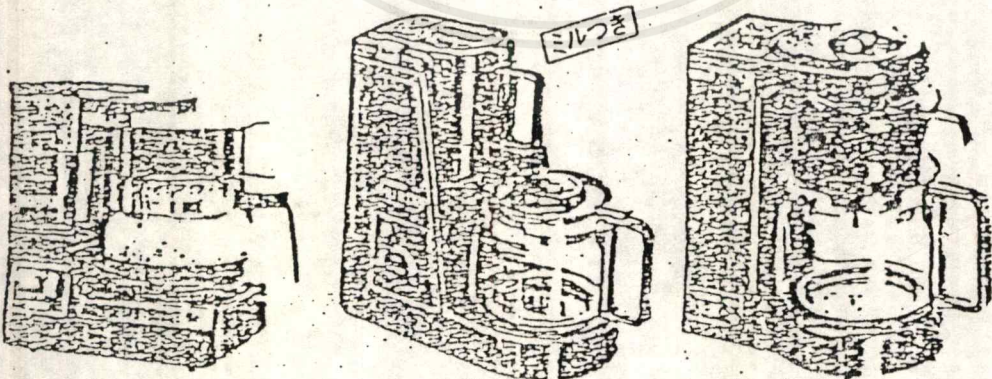
น้ำจะ ไหลลงบ่อตัม เมื่อ น้ำ ไบบ่อตัม เตือด โม เลกุลของน้ำจะขยายตัว เกิดแรงดัน แรงดันของน้ำจะผลุดันล้น ไบบ่อตัมที่ เปิดอยู่ ให้บิดลง จากนี้ น้ำจะ ได้รับ ความร้อนต่อไป จนถึงระดับแรงดันที่มากพอ ที่จะดันน้ำร้อนที่อยู่ ไบบ่อตัม ไหลออกมาตามท่อสู่ภาชนะใส่เมล็ด กาแฟซึ่งมีกระดาดกรองรองรับ ผ่านกระดาดกรองลงสู่เหยือกแก้ว ซึ่งตั้งอยู่บนฮ็อตเพลท สำหรับอุ่นกาแฟ

ลักษณะทั่วไป

ขนาดสัดส่วน 350-195 405 มม.

ต้มนกาแฟได้ 20 ลิตรในเวลา 1 ชม.

ตัวผลิตภัณฑ์ทำด้วย สแตนเลส



ภาพที่ 36 แสดงเครื่องต้มนกาแฟสำหรับใช้ในร้าน

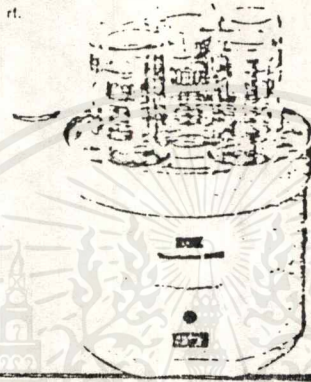
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการทำงาน

เหมือนเครื่องต้มกาแฟสำหรับร้านอาหาร

ลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องต้มกาแฟสำหรับใช้ในบ้าน ต้มกาแฟได้ 500-750 ลบ.ซม. ตัวผลิตมันทำด้วยพลาสติก



ภาพที่ 37 แสดงเครื่องหนึ่งขวดนม

ระบบการทำงาน

เติมน้ำแล้วเสียบปลั๊ก เปิดสวิตซ์ให้เครื่องทำงาน กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านขดลวด น้ำร้อนจนเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ จนถึงอุณหภูมิหนึ่ง เครื่องจะตัดไฟโดยอัตโนมัติ

ลักษณะทั่วไป

มีหลายขนาด (ขนาดบรรจุได้ 3 ขวด, 5 ขวด และ 6 ขวด) ใช้ลวดความร้อนชนิด วัสดุที่ใช้มีทั้งสแตนเลสและพลาสติก มีอุปกรณ์ประกอบการใช้คือ คีมตีขวดและหัวนม

โฟมสำหรับเก็บความร้อนของขวดนม (Feeder warmer foam)

โฟมเก็บความร้อนนี้จะ เป็นฉนวนป้องกันการถ่ายเทความร้อนของขวดนม มีหลายรูปแบบ ได้แก่ เป็นกล่องโฟมธรรมดา กล่องโฟมหุ้มด้วยผ้าฝ้ายหรือพลาสติกและเป็นกล่องโฟมในกระติก นอกจากนี้ยังแบ่งเป็นหลายรูปทรงทั้งทรงกระบอก ทรงเหลี่ยม ซึ่งสามารถบรรจุขวดนมได้ 1-3 ขวด

2.3 สภาพแวดล้อม

การศึกษาสภาพแวดล้อม เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ความต้องการของผู้

บริโภค สำหรับเป็นข้อมูลในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแบ่งเขตภายในบ้านพักอาศัย (Zoning of the house)

โดยปกติตามธรรมชาติแล้ว กิจกรรมของผู้อยู่อาศัยในครอบครัวตามวิชาจิตวิทยาแล้ว จะมีอยู่ 5 ลักษณะคือ

1. การประกอบกิจกรรมด้วยการปฏิบัติทั่วไป (Operative Activity)
2. การประกอบกิจกรรมส่วนตัวโดยเฉพาะ (Private Activity)
3. การประกอบกิจกรรมด้วยการร่วมมือร่วมใจกันคิดหรือกระทำสิ่งใด ๆ

(Co-operative Activity)

4. การประกอบกิจกรรมที่เกิดการขัดแย้ง หรือทะเลาะวิวาท

(Contentious Activity)

5. การติดต่อซึ่งกันและกัน (Communication)

กิจกรรมทั้ง 5 ประเภทนี้ ย่อมมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน และถ้ารวมกันแล้วก็จะเป็นการสังคม (Social) การสมาคมภายในบ้านอาจจะแยกออกเป็นได้ตั้ง 3 ประเภท คือ

1. แบบเปิดเผย (Public)
2. แบบกึ่งเปิดเผย (Semi-Public)
3. แบบกึ่งส่วนตัว (Semi-Private)

การพิจารณาแบ่งเขตภายในบ้านตามกลุ่มของกิจกรรม อาจแบ่งออกได้ 5 เขต คือ

1. เขตต้อนรับ (Public Zone)
2. เขตเพื่อการสังคมหรือเขตกึ่งต้อนรับ (Social Zone or Semi-Public Zone)
3. เขตปฏิบัติงานทั่วไป (Operative Zone)
4. เขตกึ่งส่วนตัว (Semi-Private Zone)
5. เขตส่วนตัว (Private Zone)

ลักษณะความต้องการของแต่ละเขต ตลอดจนความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างเขตต่าง ๆ อาจแยกเป็นรายละเอียดได้ดังนี้

1. เขตต้อนรับ เป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างชีวิตภายนอกบ้านกับชีวิตครอบครัวภายในบ้าน เป็นส่วนหนึ่งที่บุคคลภายนอกจะเข้ามาติดต่อ และเป็นส่วนที่แสดงว่าได้เริ่มเข้าสู่ภายในบ้านแล้ว ฉะนั้นส่วนนี้จะมีกิจกรรมมากที่สุด จึงก่อให้เกิดเสียงดัง

พ.ต. มรว. ทองใหญ่ ทองใหญ่, มาตรฐานบ้านราคาถูกลำหรับประเทศไทย

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2521 (หน้า 35-44)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่เขตต้อนรับได้แก่ มุมหน้าบ้าน ทางเข้าประเภทต่าง ๆ ทางเท้า ทางรถยนต์ เข้าบ้าน ห้องโถง และโรงเก็บรถยนต์ เวลาที่ใช้สอยอยู่บ้านบ่อยครั้ง ตอนเช้าตรู่ ตอนเที่ยง ตอนบ่ายมาก ๆ ตอนหัวค่ำ และตอนดึก .

2. เขตเพื่อการสังคม หรือเขตกึ่งต้อนรับ เป็นส่วนที่เปิดเผย รองมาจากเขตต้อนรับ เป็นส่วนที่ลดความวุ่นวาย สืบสานจากภายนอก กิจกรรมที่สำคัญคือ การรับรองแขกที่มาเยี่ยมและเป็นศูนย์กลางของครอบครัว ในการสังสรรค์ สมาคมติดต่อของสมาชิก จึงเป็นแหล่งก่อให้เกิดเสียงดังในบางช่วงเวลา เวลาที่ใช้บ่อย คือเวลาเที่ยง บ่ายมาก และตอนเย็น พื้นที่ดังกล่าวได้แก่ ห้องรับแขก ห้องสมุด ห้องดนตรี ระเบียงภายนอกหรือภายในร่ม บริเวณสวน

3. เขตปฏิบัติงานทั่วไป เป็นส่วนที่มีลักษณะกึ่งเปิดเผยจากอาคันตุกะ หรือผู้มาเยี่ยมเยียนอื่น ๆ ผู้สนิทสนมคุ้นเคยกับครอบครัวเท่านั้นที่จะได้ร่วมในส่วนนี้ แต่ส่วนนี้จะมีความเป็นส่วนตัวภายในครอบครัวมากกว่าเขตเพื่อการสังคม กิจกรรมในส่วนนี้ได้แก่ การซักล้าง รีดผ้า และการปรุงอาหาร เป็นต้น จึงก่อให้เกิดเสียงดัง และกลิ่นรบกวนต่าง ๆ พื้นที่นี้คือ บริเวณซักล้าง ตากและรีดผ้า ที่เก็บขยะมูลฝอย หีอกคนใช้ ห้องเด็ก ห้องครัว ห้องรับประทานอาหาร เวลาที่ใช้บ่อย ตอนเช้า สาย และบ่ายมาก ตอนเย็น และหัวค่ำจนถึงค่ำมาก

4. เขตกึ่งส่วนตัว เขตนี้เป็นเขตที่ต้องการความเป็นส่วนตัวของบุคคลภายในครอบครัวโดยเฉพาะ จะมีการติดต่อระหว่างบุคคลส่วนน้อยภายในครอบครัวเท่านั้น นอกจากเป็นกรณีพิเศษ เช่น มีคนเจ็บป่วยที่จะต้องเยี่ยมเยียน ส่วนนี้ต้องปกปิดมิดชิดจากการมองเห็นจากภายนอก กิจกรรมที่มีได้แก่ การแต่งกาย เปลี่ยนกาย อาบน้ำ เขียนหนังสือ ทำงานส่วนตัวที่ต้องใช้ความคิด เก็บสัมภาระ การดูแลคนป่วย ซึ่งจะต้องมีการรบกวนของเสียง และกลิ่นน้อยที่สุด เวลาที่ใช้พื้นที่นี้ เวลาเช้าตรู่ ตอนบ่าย และตอนหัวค่ำ พื้นที่นี้ได้แก่ ห้องนอน ห้องน้ำ-ส้วม ห้องแต่งตัว ห้องนั่งเล่น และห้องทำงานส่วนตัว ระเบียงส่วนตัว เป็นต้น

5. เขตส่วนตัว เขตนี้ต้องการความเป็นส่วนตัวมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในทุกกรณีการติดต่อก็น้อยมาก และเป็นกรณีมองเห็นจากภายนอก กิจกรรมในเขตนี้คือ การหลับนอน ทำงาน ให้ความคิดเห็นเฉพาะในการสร้างสรรค์ นักผ่อนอย่างจริงจัง ภาระกิจส่วนตัว เวลาที่ใช้ ตอนเช้า-บ่าย หรือตอนเย็นในบางโอกาส และตอนกลางวันเป็นส่วนใหญ่ พื้นที่นี้ได้แก่ ห้องนอน ห้องทำงาน ทุกประเภท ห้องน้ำส้วม ห้องหรือบริเวณอื่นที่ใช้พักผ่อนส่วนตัว

สำหรับบ้านแบบประหยัด ลักษณะของกิจกรรมและเขตต่าง ๆ จำเป็นต้องลดลงเพื่อความเหมาะสม จึงพอจะแบ่งได้ 3 เขต คือ

1. เขตส่วนตัว (Private Zone) ได้แก่ ห้องนอน ห้องน้ำ ห้องส้วม

2. เขตกึ่งต้อนรับ (Semi-Public Zone) ได้แก่ บริเวณรับแขก ฝึกฝน และทำงานและทางเข้าทางด้านหน้า

3. เขตการปฏิบัติงานทั่วไป (Operative Zone) ได้แก่บริเวณที่รับประทานอาหาร ห้องครัว บริเวณที่เก็บสัมภาระ และบริเวณซักล้าง รีดผ้า นอกจากนี้ อาจมีบริเวณที่พักของคนใช้เพิ่มอีก ถ้าเป็นความต้องการที่เพิ่มขึ้น

จากการเปรียบเทียบการใช้เนื้อที่ใช้สอยที่เคยมีมาแต่เดิม ศึกษาขนาดของพื้นที่ใช้ที่มีอยู่โดยทั่วไป บ้านพักอาศัยจะประกอบด้วยห้องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ห้องอเนกประสงค์
2. ห้องครัว
3. ห้องนอนลูก
4. ห้องนอนพ่อแม่
5. ห้องน้ำ-ส้วม
6. ห้องเก็บของ
7. ห้องคนใช้

สถานทั่ว ๆ ไปและกิจกรรมในห้องครัว¹

กิจกรรมเป็นที่เตรียมวัตถุดิบสำหรับประกอบอาหาร เช่น หั่น สับ ต้ม ล้าง นำไปหุงต้ม ปิ้ง เป็นที่เก็บอาหารสด อาหารแห้ง รวมทั้งกับข้าวที่เก็บไว้เพื่อรับประทานเมื่อต่อไป และเก็บอุปกรณ์เพื่อการหุงต้มทั้งหลาย

ลักษณะอาหารไทย จะใช้เครื่องเทศมากมายหลายอย่าง จึงทำให้ครัวไทยดูจะรกกว่าครัวของชาวตะวันตก แม้บ้านจึงนิยมใช้ครัวที่มีดัดและกว้างขวางพอสมควร ควรมีประตูปิด เพื่อกันกลิ่นที่จะมาจากครัวได้

2.3.1 บ้านพักอาศัย

เมื่อก้าวถึงที่อยู่อาศัยทุกคนต้องนึกถึงสถานที่ ที่มนุษย์ใช้เป็นที่กินอยู่หลับนอนอย่างน้อยที่สุดเพื่อพักพิงให้ปลอดภัยพ้นจากภัยอันตรายต่าง ๆ อันได้แก่ ภัยธรรมชาติและภัยที่อาจเกิดจากผู้อื่นกระทำขึ้น สถานที่อยู่อาศัยมีตั้งแต่เพียงค่อมแดดค่อมฝนได้เท่าที่จำเป็น ไปจนกระทั่งมีความสะดวกสบายเกินความจำเป็น และมีความสวยงามวิจิตรพิสดารเพิ่มขึ้นไม่มีที่ยุติ ดังนั้นคำว่า "ที่อยู่อาศัย" จึงครอบคลุมตั้งแต่ เนิง กระถ่อม กระต๊อบ บ้าน ร้าน โรง เรือน คฤหาสน์ วัง และคำอื่น ๆ อีกมาก

¹ พ.ต. มรว. ทองใหญ่ ทองใหญ่, มาตรฐานบ้านราคาถูกลำหรับประ

เทศไทย (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2512) หน้า 35-44

เอกสารนี้เป็นเอกสารทวงคืนวาระสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อยู่อาศัยที่กล่าวถึงนี้ไม่จำกัด ประเภท รูป แบบ ขนาด วัสดุที่ใช้ประกอบสถานที่ตั้ง สภาพแวดล้อม และความน่าอยู่อาศัย เนื่องจากคำว่า "ที่อยู่อาศัย" มิได้จำกัดอยู่แต่เพียงว่าที่อยู่อาศัยที่ดี ที่มีคุณภาพ มีมาตรฐาน และมีความน่าอยู่อาศัยที่ดีเท่านั้น

การแสวงหาที่อยู่อาศัยของแต่ละคนมีข้อจำกัดทางเศรษฐกิจและสังคม ไม่เหมือนกัน และยังมีการจัดลำดับความสำคัญแตกต่างกันด้วย ข้อจำกัดดังกล่าวมีสาเหตุมาจากฐานะทางการเงินที่ตั้ง ใกล้เคียงสถานที่ที่ต้องเกี่ยวข้อง ความสามารถในการเดินทางไปสถานที่ดังกล่าว ขนาด คุณภาพ และความจำเป็นของที่อยู่อาศัยที่ต้องการ นอกจากนี้แล้วความต้องการที่อยู่อาศัยนั้นแตกต่างกับความต้องการสิ่งของใช้ประเภทอื่น เนื่องจากความต้องการที่อยู่อาศัยเป็นความต้องการระยะยาว การตอบสนองความต้องการดังกล่าวอาจปฏิบัติได้หลายวิธี เช่น ปฏิบัติแบบให้เสร็จทันที หรือแบบค่อยเป็นค่อยไป หรืออาจเรียกว่าสะสม ได้และเมื่อถึงจุดหนึ่งแล้วก็ได้ความต้องการตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ เช่น การผ่อนส่งที่อยู่อาศัยแบบสร้างบางส่วน หรืออาคารที่ออกแบบไว้ให้มีการเช่าทำกิน เป็นต้น

บทความที่อยู่อาศัย

การใช้ที่อยู่อาศัยของแต่ละกลุ่ม แต่ละคนไม่เหมือนกัน ทั้งขึ้นอยู่กับสภาพทางเศรษฐกิจ และสังคมของแต่ละกลุ่ม กลุ่มผู้มีรายได้น้อยจะใช้งานที่อยู่อาศัยอย่างหนัก คือใช้พื้นที่ดังกล่าวทุกอย่างนับตั้งแต่เป็นที่นอนพักผ่อน ที่นบปะสมาคม ที่ทำงานบ้าน ทำงานอุตสาหกรรมในครัวเรือน และที่ประกอบอาชีพ เป็นต้น สำหรับผู้มีรายได้สูงจะใช้ที่อยู่อาศัยเป็นที่หลบนอนพักผ่อนทำงานอดิเรกเท่านั้น ดังนั้นที่อยู่อาศัยจึงถูกมองได้หลายแง่มุม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน ที่อยู่อาศัยนั้น ๆ ด้วย ดังนั้นที่อยู่อาศัยอาจมีบทบาทต่าง ๆ ดังนี้

1. เป็นที่อยู่อาศัย เป็นที่พักผ่อนและพักผ่อน เพื่อให้ได้รับความปลอดภัยและสะดวกสบาย
2. เป็นการลงทุน บางคนมองที่อยู่อาศัยในแง่ของการลงทุนจึงซื้อที่อยู่อาศัยไว้เพื่อเก็งกำไรเมื่อมีการขายต่อเปลี่ยนมือไป ผู้ที่มองที่อยู่อาศัยในแง่ของการลงทุนนั้นมักซื้อที่อยู่อาศัยมาตุ๋นไว้ หรือให้เช่า หรือนำมาตกแต่ง ดัดแปลงแล้วขายราคาสูงวันเมื่อมีคนต้องการ
3. เป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผู้มองที่อยู่อาศัยในแง่นี้มักเห็นที่อยู่อาศัยเป็นองค์ประกอบของวัสดุประเภทต่าง ๆ แล้วแยกแยะวัสดุต่าง ๆ ออกมาเป็นชิ้นส่วนเพื่อหาวิธีผลิตวัสดุต่าง ๆ ดังกล่าวหรือคิดวัสดุใหม่ ๆ ขึ้นมาใช้ เพื่อให้เกิดความแข็งแรงคงทน สวยงาม และประหยัด
4. เป็นสินค้า ผู้มองที่อยู่อาศัยเป็นสินค้าที่ลงทุนค้าขายได้มักเป็นผู้ประกอบการเกี่ยวกับการค้าที่อยู่อาศัย ได้แก่ พวกที่ปลูกบ้าน สร้างอาคารชุดขาย ผู้ที่ต้องการที่อยู่อาศัย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เป็นผลผลิตทางวิชาการ นักคิดและนักวิชาการอาจมองที่อยู่อาศัยว่าเป็นผลผลิตของนักคิดต่าง ๆ ทั้งทางด้านสังคม เศรษฐกิจ และกายภาพ ได้แก่ สถาปนิก วิศวกร นายช่างออกแบบชุมชนเมือง หรือนายช่างผังเมือง เป็นต้น

6. เป็นแหล่งงาน ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยจำนวนมากพร้อมกันย่อมใช้แรงงานมากทั้งผู้ที่มีประสบการณ์ด้านต่าง ๆ และไม่มีประสบการณ์ ดังนั้นจึงมีผู้มองว่าที่อยู่อาศัยในบริเวณดังกล่าวเป็นแหล่งทำงาน เนื่องจากต้องการแรงงานในการก่อสร้างและบำรุงรักษา

รูปแบบของที่อยู่อาศัย

ที่อยู่อาศัยที่ปรากฏอยู่โดยทั่วไปไม่มีรูปแบบต่าง ๆ กัน มีทั้งที่ได้วางแผนจัดให้เป็นที่อยู่อาศัยที่ดี และมีได้มีการวางแผน ดังนั้นที่อยู่อาศัยจึงมีหลายรูปแบบ สำหรับชนิดที่มีการวางแผนอาจจำแนกเป็นรูปแบบต่าง ๆ ได้ รูปแบบของที่อยู่อาศัยได้แก่

1. บ้านเดี่ยว เป็นที่อยู่อาศัยที่สร้างโดยเอกเทศ ไม่ติดกันกับใคร ตัวอาคารสามารถเปิดหน้าต่างได้รอบทุกด้าน มีความสบายในการอยู่อาศัยมากที่สุด
2. บ้านแฝดหรือบ้านคู่ เป็นที่อยู่อาศัยที่มีด้านหนึ่งติดกับหน่วยอยู่อาศัยข้างเคียง หรือกล่าวให้เข้าใจง่ายก็คือ นำบ้านเดี่ยวมาชิดติดกันด้านหนึ่ง หรือจับเป็นคู่ ๆ จึงเรียกบ้านแฝด ที่อยู่อาศัยแบบนี้ไม่สามารถเปิดหน้าต่างด้านที่ติดกับหน่วยอยู่อาศัยที่เป็นคู่อยู่ได้ จึงเปิดหน้าต่างได้ 3 ด้าน มีความสะดวกสบายน้อยลงบ้าง
3. บ้านแถวหรือเรือนแถว เป็นที่อยู่อาศัยที่มีด้านข้าง 2 ด้านติดกับหน่วยอยู่อาศัยอื่น หรือเรียกว่าจับเอาบ้านเดี่ยวมาเรียงต่อกันให้ยาวเป็นเฟดเป็นแถว ที่อยู่อาศัยแบบนี้จะเปิดหน้าต่างได้เพียง 2 ด้าน และเปิดไม่ได้ 2 ด้าน เนื่องจากติดกับหน่วยอาศัยอื่น จึงมีความสะดวกสบายน้อยกว่า 2 แบบแรก
4. อาคารชุด เรือนชุด ห้องชุด หรือคอนโดมิเนียม เป็นที่อยู่อาศัยอีกประเภทหนึ่งซึ่งถือว่าเป็นที่อยู่อาศัยที่อาจจัดให้มีความสะดวกสบายก็ได้ แม้ว่าจะเป็นที่อยู่อาศัยประเภทที่มีการเฉลี่ยที่ดินกันก็ตาม ที่อยู่อาศัยประเภทนี้หากจัดโดยไม่ประหยัดจนเกินไปสามารถทำเป็นที่อยู่อาศัยชั้นก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเนื้อที่ของหน่วยอยู่อาศัยสถานที่ตั้ง และการจัดสาธารณูปโภคต่าง ๆ

2.3.2 ครอบครัว

ครอบครัวหมายถึง กลุ่มบุคคลที่มาอยู่รวมกันโดยสมรส โดยสายโลหิต หรือโดยการรับเลี้ยงดู โดยที่บุคคลเหล่านี้มีความสัมพันธ์และมีปฏิริยาโต้ตอบซึ่งกันและกัน ในฐานะที่เป็นสามีภรรยา เป็นพ่อและแม่ เป็นลูกชายลูกสาว เป็นพี่เป็นน้อง ฯลฯ เราถือกันว่าครอบครัวเป็นทั้งกลุ่มทางชีววิทยาและกลุ่มทางสังคม ทั้งนี้เพราะครอบครัวไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพียงแต่จะมีบทบาทในแง่ชีววิทยาซึ่งหมายถึง การให้กำเนิดบุตร การเลี้ยงดูบุตร เพื่อสร้างสรรคสมาชิกใหม่สำหรับสปีดตระกูลต่อไปเท่านั้น แต่ยังทำหน้าที่ในการอบรม ถ้ายทอด และรักษาวัฒนธรรมตลอดจนกำหนดมาตรฐานความประพฤติให้กับสมาชิกของครอบครัวอีกด้วย

รูปแบบของครอบครัวที่สำคัญมี 2 ลักษณะคือ

1. **ครอบครัวเดี่ยว** หมายถึงครอบครัวที่ประกอบด้วยพ่อ แม่ และลูกเท่านั้น ครอบครัวเดี่ยวเป็นครอบครัวที่เรพบกันโดยทั่วไปในสังคมปัจจุบันซึ่งคู่สมรสต้องการความเป็นอิสระมากขึ้น นอกจากนี้ถ้าอยู่อาศัยกันอย่างครัดครว ไหญ่ยังเป็นภาระสิ้นเปลือง เพราะค่าครองชีพมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นเรื่อย ๆ อย่างไรก็ตามครอบครัวแบบนี้ทำให้เกิดความห่างเหินจากญาติพี่น้อง ซึ่งอาจทำให้เกิดความว้าเหวและขาดความอบอุ่นได้

2. **ครอบครัวขยาย** หมายถึงครอบครัวที่ประกอบด้วยสมาชิกหลายชั่วอายุคน (generation) คือมีทั้งพ่อ แม่ ลูก ซึ่งเป็นสมาชิกของครอบครัวเดี่ยว และมีทั้ง ปู่ ย่า ตา ยาย ลุง ป้า น้า อา หลาน ฯลฯ สมาชิกของครอบครัวขยายอาจจะอยู่ในบ้านเดียวกัน หรืออยู่คนละบ้านแต่ปลูกอยู่ในอาณาเขตเดียวกันได้ ครอบครัวขยายมักจะพบในสังคมชนบท โดยเฉพาะสังคมเกษตรกรรมครอบครัวแบบนี้มีข้อดีตรงที่ครอบครัวมีความอบอุ่น และเป็นครอบครัวที่ญาติพี่น้องมีความผูกพันกันมาก และสมาชิกของครอบครัวแบบนี้บางคนอาจจะมีความรู้สึกขาดอิสระ เพราะจะต้องปฏิบัติตามให้เป็นที่พอใจของสมาชิกที่มีอาวุโสสูงสุดซึ่งมีหน้าที่คอยควบคุมและดูแลทุกข์สุขของสมาชิกอื่น ในครอบครัว

นอกจากครอบครัวเดี่ยวและครอบครัวขยายดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ยังมีครอบครัวในอีกลักษณะหนึ่งคือ ครอบครัวซึ่งประกอบด้วยสามีนึง แต่ภรรยาหลายคน ครอบครัวแบบนี้จึงเป็นครอบครัวเดี่ยว 2 ครอบครัวขึ้นไปที่มีสามี หรือพ่อร่วมกันเช่นในสังคมจีนและสังคมไทยในสมัยก่อน หรือในสังคมอิสลาม เป็นต้น

ขนาดของครอบครัว¹

ครอบครัว เป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อการให้ทรัพยากรเป็นอย่างมาก เพราะครอบครัวเล็ก ๆ ย่อมใช้ทรัพยากรน้อยกว่าครอบครัวใหญ่ ทุกครอบครัวย่อมมีการเปลี่ยนแปลงนับตั้งแต่หญิงชาย เริ่มสมรสกันและมีบุตร ขนาดของครอบครัวย่อมขยายขึ้นระหว่างนี้ แม่บ้านย่อมจะต้องใช้เวลา แรงงานมากขึ้น และจะต้องปรับให้เข้ากับสถานการณ์ในทุกกระยะต่าง ๆ ของครอบครัวว่าบุตรทุกคนจะแยกครอบครัวออกไป จึงรู้สึกว่าเป็นของตนเองอีกครั้งหนึ่ง

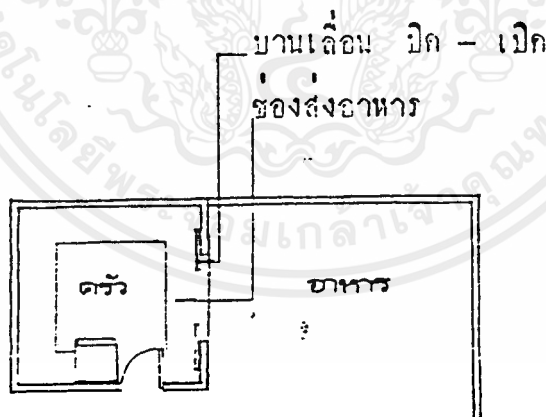
¹ สำนักนายกรัฐมนตรี

"สามะ โนประชากรและเคหะที่วราชอาณาจักร"

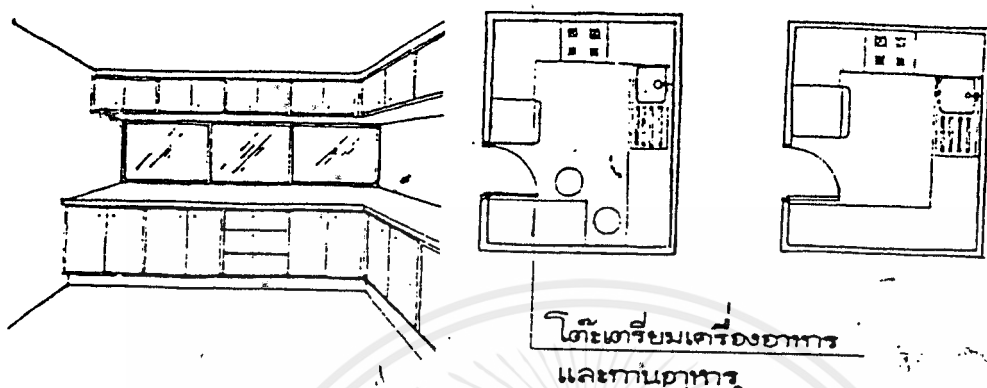
2.3.3 ห้องครัว

ห้องครัว โดยทั่วไป เป็นส่วนที่ไม่เปิดเผย ส่วนใหญ่จึงอยู่หลังบ้าน แต่ปัจจุบันก็นิยมนำห้องครัวมาไว้หน้าบ้าน แบบบ้านฝรั่ง เนื่องจากเป็นส่วนที่อยู่ติดกับห้องคนใช้และโรงรถ และห้องครัวสมัยนี้ถึงดงามน้ำดูไม่มีอะไรน่าปิดบัง การที่นำห้องครัวมาไว้หน้าบ้านมักจะ เป็นเพราะเกี่ยวกับทิศทางลม คือ ทิศที่สำคัญ ๆ เช่น หน้าบ้านติดถนนใหญ่ ผู้อาศัยถูกรบกวนด้วยเสียงรกราวิ่งกันชวักไขว่ จึงนำห้องครัวมาบังเสียงทางหน้าบ้าน แล้วนำห้องรับแขก - อาหาร ไปไว้ทางหลังบ้าน ต่อด้วยสวนสวย ๆ ที่มีความเป็นส่วนตัวมากกว่าหน้าบ้าน

ในการวางตำแหน่งห้องครัว การพิจารณาทิศทางจึงมีความสำคัญรองลงไปกว่าความจำเป็นทางด้านอื่น ๆ เช่น ความสะดวกในการสัญจรภายในบ้าน แม้บ้านจ่ายตลาดมาแล้วสามารถนำของเข้าครัวได้โดยไม่ต้องผ่านห้องรับแขกและอาหารเป็นต้น จึงกล่าวได้ว่าห้องครัวจะไปอยู่ทางทิศใดก็ได้ ขอให้สะดวกสบายอย่างบังวิวนสวยงามของห้องอื่น เช่นเดียวกับห้องน้ำ เพราะแม้บ้านเองก็ไม่ต้องการดูวิวสวย ๆ ภายนอกบ้านในขณะที่ทำกับข้าว



ภาพที่ 38 แสดงแปลนห้องครัว

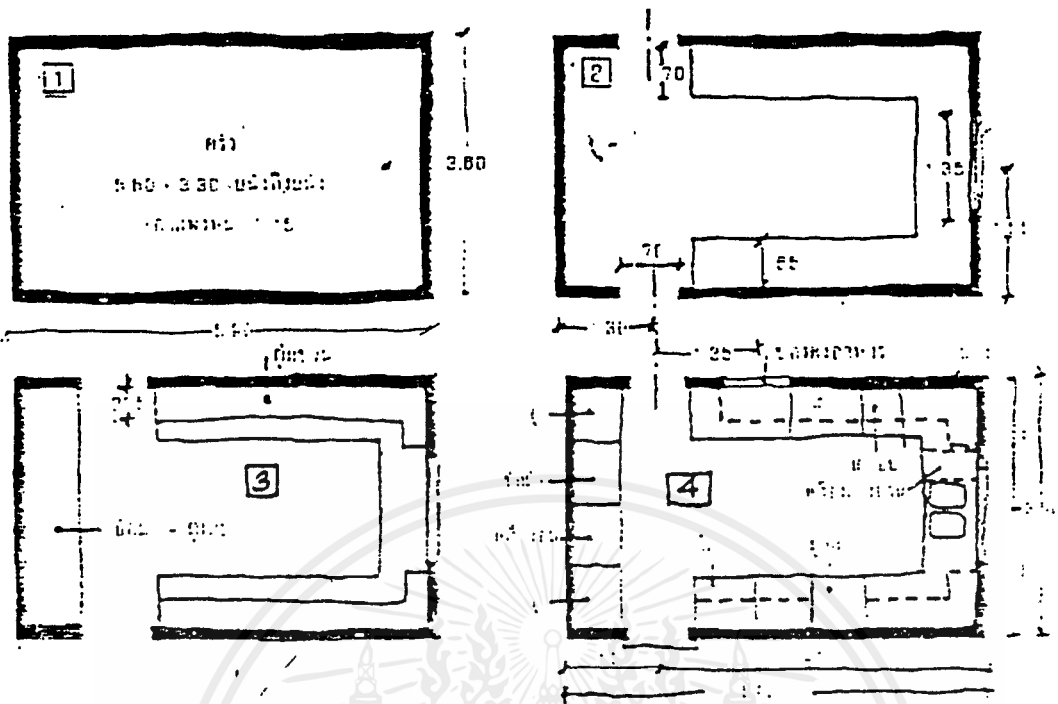


ภาพที่ 39 แสดงสภาพทั่วไปในห้องครัว

สภาพทั่วไปในห้องครัว

ห้องครัวขนาดที่พอจะปรุงอาหารไทยได้สบาย ๆ ควรมีขนาดไม่ต่ำกว่า 2.50-3.00 ม. ปัจจุบันเราไม่ได้นั่งที่ผัดกั้นเนื้อกับพื้นหรือม้าเตี้ย ๆ เช่นในสมัยก่อน ห้องขนาดนี้จึงสามารถตั้งโต๊ะเล็ก ๆ ไว้สำหรับนั่งที่ผัดกั้นเนื้อได้ ไม่ต้องยื่นทำอาหารตลอดเวลาแบบครัวฝรั่ง แต่การประยุกต์นำแบบห้องครัวฝรั่งมาใช้ จะทำให้ลดขนาดพื้นที่ของห้องได้ สมัยนี้เราใช้วิธีหุงหาอาหารด้วยเตาแก๊ส มีปุ่มหมุนปรับอุณหภูมิอยู่ด้านหน้าเตา จึงใช้วิธียื่นปรุงอาหาร เพราะสะดวกกว่านั่งกับพื้น การทำตู้ล่างไว้เก็บภาชนะต่าง ๆ สูงระดับเดียวกับเตา สามารถใช้ส่วนบนหลังตู้ไว้วางทองและทำงานต่าง ๆ ได้ในห้องครัวต้องมีที่เก็บภาชนะต่าง ๆ มากมาย รวมทั้งอาหารแห้งที่เป็นเครื่องปรุงต่าง ๆ และอาหารสดที่เหลือรับประทานต้องการที่เก็บที่วางไว้ เรียบร้อยไม่รกรุงรัง การทำตู้ลอยข้างบน จึงช่วยประหยัดเนื้อที่ห้องได้มาก เมื่อต้องการตู้ลอย ควรเจาะช่องหน้าต่าง ๆ ของห้องครัวจึงแตกต่างกับห้องอื่น ๆ คือส่วนล่างของหน้าต่างสูง 0.90-1.00 ม. (ขนาดตู้ล่างสูง 0.85 ม.) และส่วนบนหน้าต่างรวมทั้งวงกบสูงจากพื้นเพียง 1.60 ม. ชนิดหน้าต่างที่เหมาะสมคือ บานพับกระจกขึ้น ซึ่งขนาดหน้าต่างนี้จะมีผลกระทบกับรูปด้าน เช่นเดียวกับหน้าต่างห้องน้ำ เนื่องจากห้องครัวต้องการความโล่งเพื่อระบายความร้อน และต้องการแสงสว่าง จึงควรเปิดหน้าต่างให้มากบานที่สุดเท่าที่จะทำได้ อ่างล้างชามและหุงต้มควรอยู่ใกล้หน้าต่าง เพื่อระบายความชื้นและความร้อน รวมทั้งกลิ่นไอและควัน เตาหุงต้มที่ใกล้หน้าต่างต้องมี Hood ดูดควัน และไอน้ำมันเพื่อระบายออกนอกห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 40 แสดงห้องครัวแบบตัว "U" (ยู)

ครัวที่ดีจะใช้สอยได้อย่างสะดวก ดูน่าสนใจและรักษาความสะอาดง่าย ต้องคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอย รูปร่างพื้นฐาน การตกแต่ง ขนาด และการวางตำแหน่งของเครื่องใช้ต่าง ๆ

ประโยชน์ใช้สอยภายในห้องครัว

การทำอาหารคือ จุดใหญ่ของห้องครัว แต่บางครั้งก็อาจจะเป็นที่รับประทานอาหารด้วย หรือในต่างประเทศยังใช้เป็นที่พักผ่อน เนื่องจากต้องการประหยัดเนื้อที่

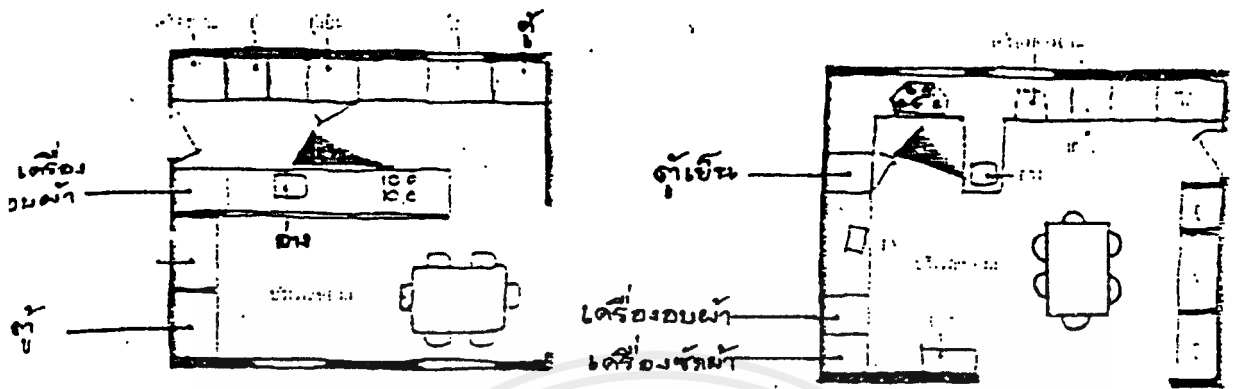
การใช้สอยในครัวแบ่งออกได้เป็น 3 ตอน ดังนี้คือ

1. หน่วยเก็บ เก็บของแห้งและเครื่องใช้
2. หน่วยล้าง ทำความสะอาด
3. หน่วยปรุง หน่วยประกอบอาหาร

1. หน่วยเก็บ มีตู้เย็น ตู้เก็บของ และมีวัสดุ กรุเคาน์เตอร์ไว้วางของ

2. หน่วยล้าง มีอ่างล้าง จะมี 2 อ่างก็ได้ มีท่อระบายน้ำที่ดี ถ้าในต่างประเทศจะมีเครื่องล้างจาน เครื่องทำลายกากอาหาร เพิ่มขึ้นเป็นต้น

ประเทศจะมีเครื่องล้างจาน เครื่องทำลายกากอาหาร เพิ่มขึ้นเป็นต้น



แบบ Coridor

แบบ Peninsula

ภาพที่ 41 แสดงห้องครัวแบบต่าง ๆ

รูปร่างพื้นฐาน

อาจจะมีหลายแบบ แต่ที่ใช้ได้ผลก็คือ ครัวรูปตัว (U) เป็นการจัดที่ได้ผลมากที่สุด
ใช้ได้ดีมากสำหรับห้องแคบ ๆ

ครัวรูปตัวแอล (L-Shape)

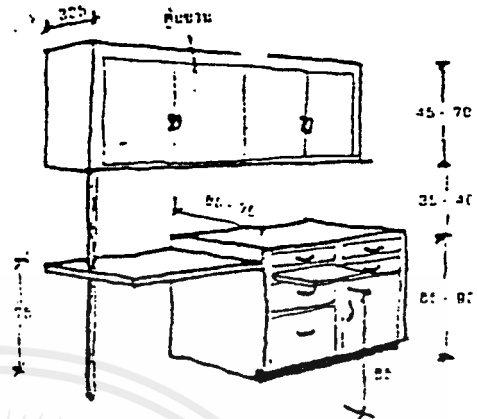
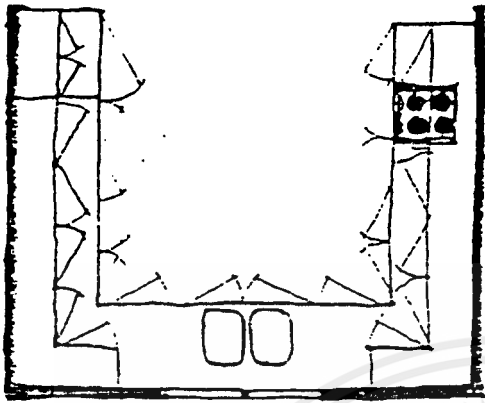
มีเนื้อที่มาก อาจจะจัดเป็นที่ซักผ้าด้วยหรือเป็นห้องอาหารด้วย แต่จะต้องมี
ขนาดเหมาะสม ไม่ยาวจนเกินไป

3. ทน่วยปรุง มีเตาอบ มีวัสดุกรุเคาน์เตอร์ มีปลั๊กไฟสำหรับเสียบ
อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ที่ต้มน้ำ ที่ปิ้งขนมปัง

บริเวณที่ทำงาน ถ้ารวมความยาวของ 3 ด้านไม่เกิน 7.00 เมตร
ถือว่าใช้ได้ แต่ขนาดที่เหมาะสมต้องอยู่ในระหว่าง 4.00-7.00 เมตร

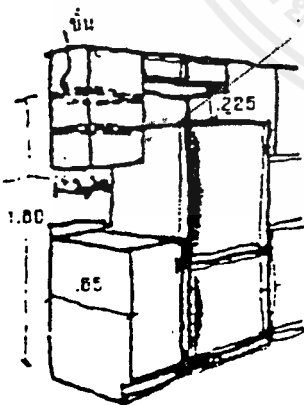
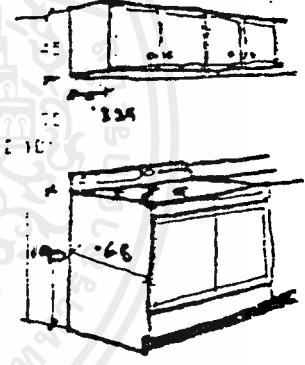
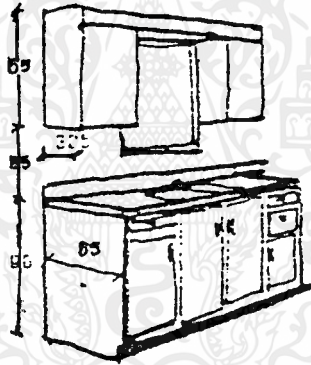
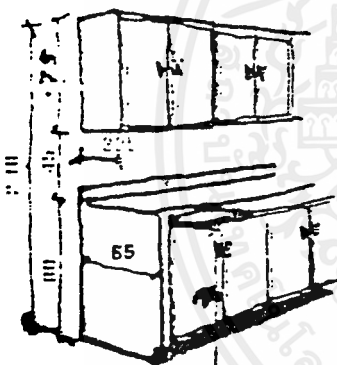
ห้องครัวแบบครอบครัว

เป็นครัวแบบเปิด เป็นที่สำหรับครอบครัวมาชุมนุมกัน แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่ง
เป็นที่เตรียมอาหารและอีกส่วนหนึ่งเป็นที่รับประทานอาหารระหว่างครอบครัว ส่วนมากมี
ขนาดใหญ่เพื่อให้ใช้ได้สะดวก เช่น ขนาด 5.00-7.00 เมตร เป็นต้น



บานตู้ทั้งหมดควรเป็นบานเปิด

ความสูงของเครื่องเรือน



ความสูงของตู้ในครัว

ภาพที่ 42 แสดงขนาดความสูงของเครื่องเรือนในครัว

ตำแหน่งของห้องครัว¹

ครัวเป็นแบบใหม่ของหน่วยบริการ จะต้องอยู่ใกล้ทางเข้าบริเวณและที่ทิ้งของ ที่เล่นเด็ก ควรจะเห็นได้จากครัว จะต้องติดกับห้องอาหาร และที่รับประทานอาหารภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบของห้องครัวจำแนกตามตำแหน่ง

1. แบบ 2 แนวขนาน เป็นแบบที่ผนัง 2 ด้าน เป็นห้องแคบ ๆ ยาว ๆ อาจจะถูกอัดเล็กน้อย แต่เสียเนื้อที่การเดินน้อยที่สุด แต่ใช้สอยสะดวก

2. แบบติดผนัง เป็นแบบที่ดีที่สุดสำหรับอพาทเมนต์ ซึ่งมีขนาดเล็กให้เสียเนื้อที่ทางเดินน้อยที่สุด แต่ต้องระวังอย่าให้ยาวเกินไป

ห้องครัวที่ดีต้องมีลักษณะดังนี้คือ

1. บริเวณที่ทำงานจะต้องมีที่ตั้งอุปกรณ์ครบ
2. อยู่ติดกับห้องอาหาร
3. การจัดต้องไม่สับสน
4. มีวิวสวยงาม
5. อยู่ใกล้ห้องเด็ก
6. จะต้องแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ
 - เก็บของ
 - เตรียมและทำความสะอาด
 - ประงอาหาร
7. เนื้อที่ทางเดินจะต้องน้อยกว่า 7 เมตร
8. จะต้องมปลั๊กไฟสำหรับเครื่องใช้ต่าง ๆ
9. มีตู้เก็บของเพียงพอ
10. มีการให้แสงที่ดี
11. มีเคาน์เตอร์ในการเตรียมอาหาร
12. มีการระบายอากาศดี
13. เตาอบและเตา ควรถแยกจากตู้เย็น อย่างน้อยโดยมีตู้กัน
14. เวลาปิด-เปิด ประตูต้องไม่เกะกะ
15. ตู้แขวนควรสูง 26" หรือประมาณ 65 เซนติเมตร
16. เคาน์เตอร์ควรสูง 36" หรือประมาณ 90 เซนติเมตร
17. โต๊ะควรสูง 30" หรือประมาณ 75 เซนติเมตร
18. ตู้แขวนและตู้ติดพื้น จะต้องจัดให้ดีอย่าให้สับสนในการใช้สอย

2.4 การศึกษาเกี่ยวกับผู้บริโภค

2.4.1 กลุ่มที่อยู่อาศัยของผู้บริโภค

ในช่วงระยะเวลาประมาณ 30 ปีที่ผ่านมา เป็นระยะที่ประเทศไทย

มีความเจริญก้าวหน้ามากขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ประชาชน

มีความต้องการในเรื่องที่อยู่อาศัยมากขึ้น กลุ่มคนเหล่านี้ต่างก็มีฐานะความเป็นอยู่ที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

กัน ที่อยู่อาศัยจึงเกิดขึ้นในหลายรูปแบบลักษณะ ตามแต่ฐานะทางเศรษฐกิจและอิทธิพลทางด้านชีวิตความเป็นอยู่จากกลุ่มประเทศทางตะวันตก

เพื่อที่จะนำไปสู่การพิจารณาข้อมูลเบื้องต้น ของรูปแบบลักษณะของที่อยู่อาศัยในแต่ละชนิด จึงอาจสามารถจำแนกลักษณะของที่อยู่อาศัยได้เป็น 3 ระดับ ดังนี้คือ

- ก. ที่อยู่อาศัยของคนจน หรือผู้มีรายได้น้อย
- ข. ที่อยู่อาศัยของชนชั้นกลาง
- ค. ที่อยู่อาศัยของผู้มีรายได้อ่อน

แต่ในที่นี้จะขอลำดับถึงที่อยู่อาศัยของชนชั้นกลางและของผู้มีรายได้อ่อนเท่านั้น เนื่องจากกลุ่ม 2 กลุ่มนี้ มีอำนาจในการเลือกซื้อและเลือกใช้ผลิตภัณฑ์เพื่อที่จะอำนวยความสะดวกให้กับชีวิตประจำวันได้มากกว่าคนจนหรือผู้มีรายได้น้อย

ที่อยู่อาศัยของชนชั้นกลาง อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

ประเภทแรก ชนชั้นกลางที่มีที่อยู่อาศัยอยู่ในที่เดียวกันกับสถานที่ทำงาน ได้แก่ ตึกแถว ห้องแถว รูปแบบลักษณะของตึกแถวโดยทั่วไป จะมีตั้งแต่ขนาด 2 ชั้น ถึง 4 ชั้น ชั้นล่างสุดมักใช้เป็นสถานที่ทำงาน ซึ่งอาจรวมไปถึงชั้นสองด้วย เช่น การประกอบกิจการต่าง ๆ การค้าขาย ตั้งสำนักงานและประกอบอุตสาหกรรมภายในครัวเรือน เป็นต้น โดยชั้นบนถัดไปอาจใช้เป็นที่อยู่อาศัยหรือใช้เป็นคลังสินค้าบริเวณลานหน้าบ้านที่เป็นสัดส่วนแบบพักอาศัยทั่วไป สำหรับบ้านจัดสรร และบ้านเดี่ยวที่เจ้าของปลูกเอง จะมีขนาด 2 ชั้น ปลูกบนเนื้อที่ประมาณ 20-50 ไร่ การก่อสร้างตัวบ้าน มีทั้งแบบใช้ไม้และใช้คอนกรีตหรืออาจใช้ทั้งไม้และคอนกรีตในหลังเดียวกัน แต่ลักษณะงานก่อสร้างและวัสดุที่ใช้จะเน้นเรื่องความประหยัดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เป็นเกณฑ์

สำหรับขนาดสัดส่วนของตึกแถวโดยทั่วไป คือ มีหน้าห้องกว้าง 4 เมตร ลึก 12-16 เมตร แต่ละชั้นสูงประมาณ 2.70 เมตร ในบางรายเจ้าของอาจมีห้องแถวมากกว่า 1 ห้องขึ้นไป ผู้เป็นเจ้าของอาจจะติดกำแพงทะลุถึงชั้นเป็น 2 หรือ 3 ห้องตามความต้องการและสภาพทางเศรษฐกิจที่อำนวยความสะดวกให้ลักษณะการแบ่งพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารมักจะขึ้นอยู่กับขนาดหน้ากว้างของห้องแถว และระยะห่างของช่วงเสาของอาคารซึ่งจะมีขนาดของระยะห่าง โดยทั่วไปประมาณ 4 - 4 เมตร และ 4 - 8 เมตร เป็นส่วนใหญ่

ประเภทที่ 2 ได้แก่ ชนชั้นกลางที่มีอยู่อาศัยแยกต่างหากจากแหล่งประกอบอาชีพโดยสิ้นเชิง ได้แก่ หมู่บ้านจัดสรรต่าง ๆ บ้านทาวเฮาส์ และบ้านเดี่ยวที่ปลูกสร้างเองสำหรับบ้านแบบทาวเฮาส์ จะมีขนาดความกว้างและลึกพอกันกับขนาดของอาคารตึกแถว แต่จะมีจำนวนของชั้นที่อยู่อาศัยเพียง 1-2 ชั้นเท่านั้นถ้ามีจำนวนชั้นมากกว่านั้นมักจะเรียกว่า "แมนชั่น" ซึ่งมีราคาแพงกว่า และมีความปรารถนาในงานก่อสร้าง

สร้างมากกว่าแบบทาวเฮาส์

ที่อยู่อาศัยของผู้มีรายได้อ่อนแอ นับตั้งแต่มีแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เป็นต้นมา เศรษฐกิจของประเทศไทยก็เริ่มดีขึ้นตลอดมา ทำให้เกิดกลุ่มผู้รายได้อ่อนแอขึ้นใหม่ได้แก่ กลุ่มคนหัด นายธนาคาร และผู้ดำเนินธุรกิจการค้าใหญ่ ๆ กลุ่มคนเหล่านี้สามารถยกระดับฐานะความเป็นอยู่ของตนเอง และครอบครัวให้สูงขึ้นได้อย่างรวดเร็ว โดยสามารถเฉพาะอย่างยิ่งในด้านที่อยู่อาศัย ซึ่งจะต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ ลักษณะของที่อยู่อาศัยของกลุ่มผู้มีรายได้อ่อนแอในช่วงระยะนี้ อาจแบ่งออกได้เป็นหลายรูปแบบ ดังนี้คือ

-ที่อยู่อาศัยแบบบ้านเดี่ยว ที่เจ้าของปลูกสร้างเอง

-ที่อยู่อาศัยแบบบ้านเดี่ยว ในชุมชนพักอาศัยที่มีการจัดสรรเตรียมไว้ให้ได้แก่หมู่บ้านวิลล่าต่าง ๆ เช่น เมืองทองนิเวศน์ ภาณุวิลล่า

-ที่อยู่อาศัยแบบหลายหน่วยอยู่รวมกันในอาคารเดียวกัน โดยตั้งอยู่ในใจกลางเมือง เช่น อพาร์ทเมนท์ คอนโดมิเนียม และแมนชั่น

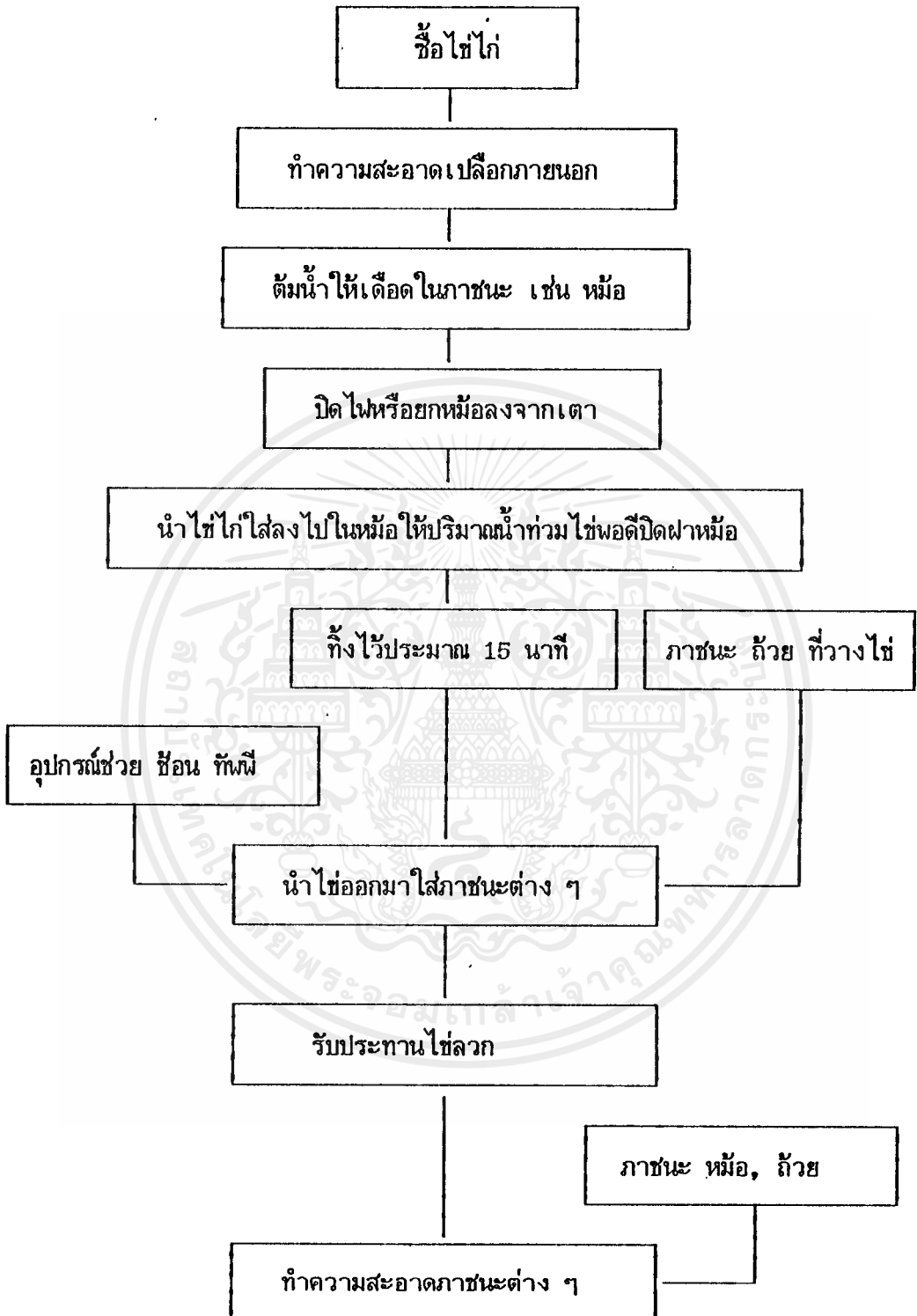
บ้านพักแบบต่าง ๆ จะถูกก่อสร้างด้วยวัสดุที่มีคุณภาพสูง และมีความปราณีตในการออกแบบและก่อสร้างมากกว่าบ้านจัดสรรโดยทั่วไป

2.4.2 พฤติกรรมผู้บริโภคและการบริโภคไข่ลวก

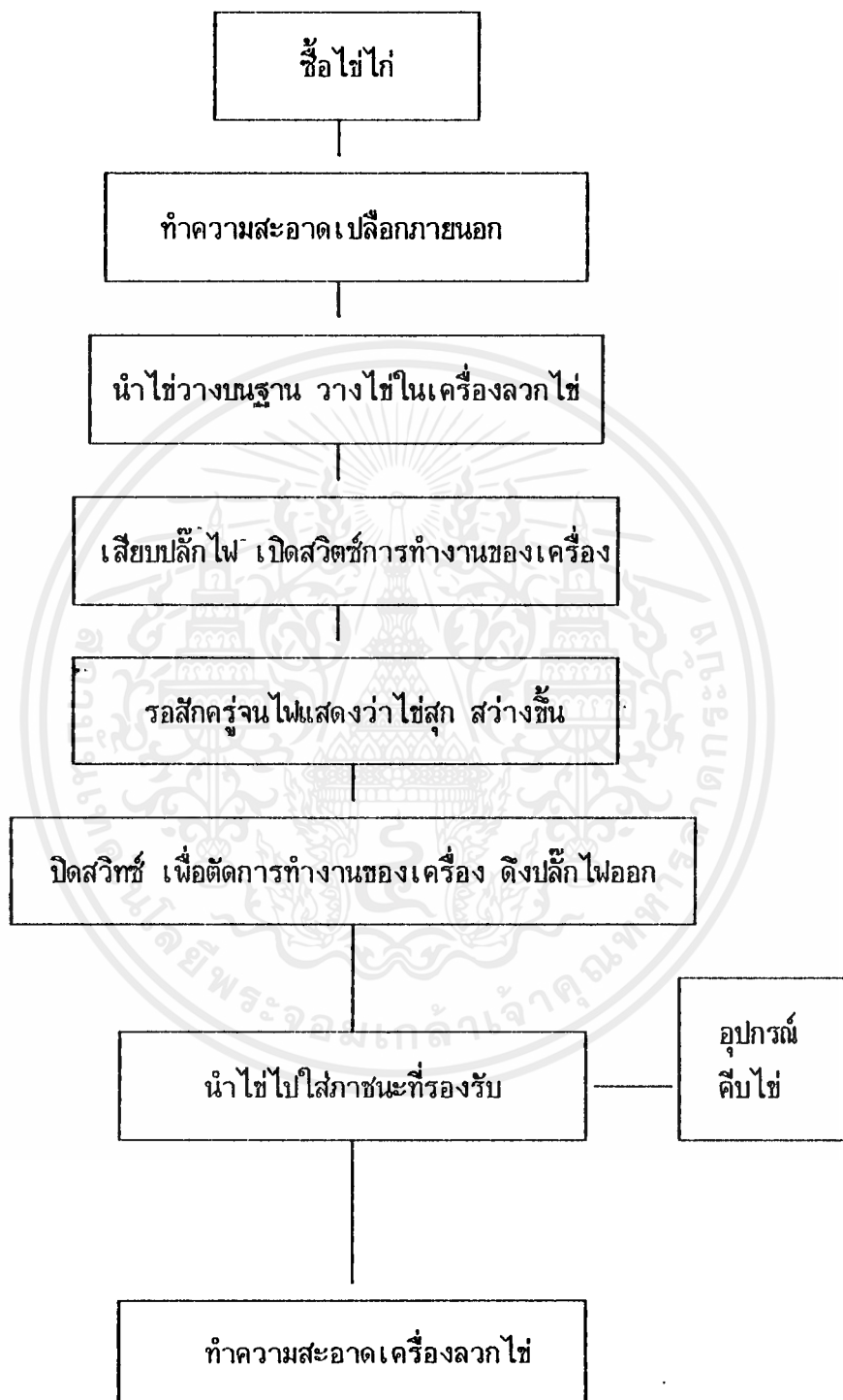
พฤติกรรมผู้บริโภคและการบริโภคในการลวกไข่ และการบริโภคไข่ลวก เป็นพฤติกรรมพื้นฐานตั้งแต่เริ่มต้น การลวกไข่จนจบกระบวนการบริโภคไข่ ในที่นี้ผู้วิจัยได้ศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคในการลวกไข่ 2 ลักษณะ คือ

ก. พฤติกรรมผู้บริโภคในการลวกไข่โดยไม่ใช้เครื่องลวกไข่

แบบภูมิที่ 3 แผนผังแสดงขั้นตอนพฤติกรรมกรรมการลวกไซ้ โดยไม่ใช้เครื่องลวกไซ้



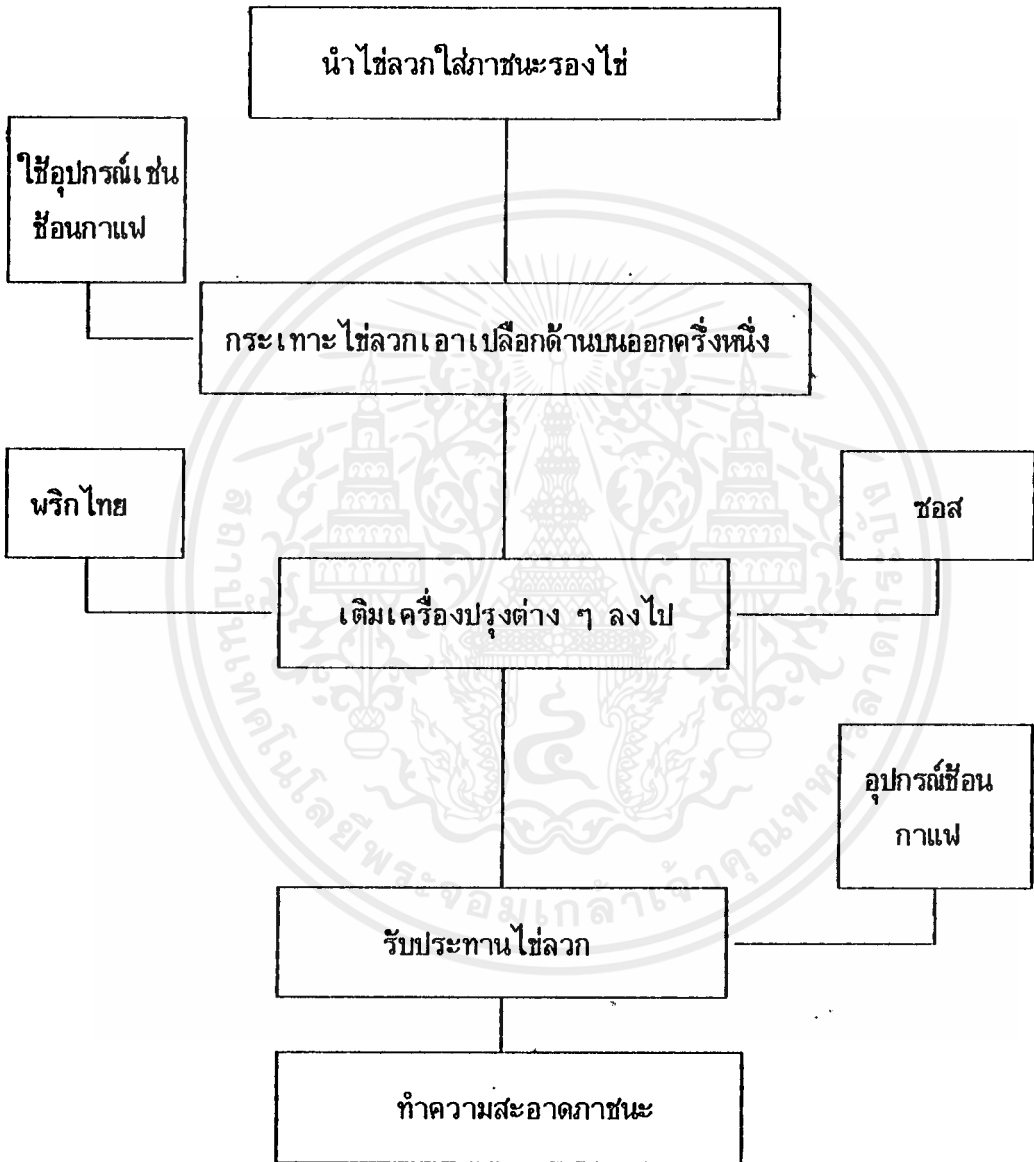
ข. พฤติกรรมผู้บริโภคในการลวกไข่โดยใช้เครื่องลวกไข่ไฟฟ้า
 แผนภูมิที่ 4 แผนผังแสดงพฤติกรรมการลวกไข่โดยใช้เครื่องลวกไข่



พฤติกรรมกรรมการรับประทานໄໝ່ລວກ

ตามปรกติการรับประทานໄໝ່ລວກจะรับประทานเป็นอาหารเข้าพร้อมกับอาหารประเภท Fast Food ต่าง ๆ เช่น ขนมปัง เป็นต้น ขั้นตอนการรับประทานໄໝ່ລວกมีดังนี้

แผนภูมิที่ 5 แผนผังแสดงพฤติกรรมกรรมการรับประทานໄໝ່ລວก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ข้อมูลวัสดุที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์

2.5.1 พลาสติก (Plastic)

พลาสติกนับว่าเป็นวัสดุที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเราอย่างมาก และเป็นวัสดุที่มีคุณค่าควบคู่กับเหล็กและไม้ ถ้ารู้จักเลือกใช้พลาสติกให้เหมาะสมกับงาน ทั้งนี้เพราะสามารถสร้าง ดัดแปลงและแปรรูปได้ง่าย¹

พลาสติกเป็นสารที่มีคุณสมบัติและใช้งานได้กว้างขวาง เนื่องจากพลาสติกส่วนใหญ่เป็นสารประกอบของสารอินทรีย์²

พลาสติกชนิดต่าง ๆ

2.5.1.1 Celluloseacetate (CA)

ชื่อทางการค้า : Fcaron, Cellidor A

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ด ผสม

สารทำให้อ่อนในปริมาณแตกต่างกัน มีแบบใสเหมือนแก้วและย้อมสีได้ทุกสี

คุณสมบัติทั่วไปของผลผลิต : เหนียวมาก เหมาะสำหรับฉีดหุ้มโลหะ จับถือได้ดี ทนการขีดข่วนและไม่ลื่นเมื่อถูกเหงื่อ ผิวมัน ฝนไม่จับ ทนเสียง การคงรูปจะถูกจำกัดด้วยอิทธิพลของความร้อนและความชื้น

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : ใช้ทำกระ

ดุม หัว เครื่องประดับ กรอบแว่นตา ด้ามมีด ด้ามช้อน ส้อม ส่วนประกอบของเฟอร์นิเจอร์ของเด็กเล่น สันรองเก้าอี้ อุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องเขียน เครื่องใช้ในบ้าน เช่น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องซักผ้า วิทยุ โทรทัศน์ และโทรทัศน์ ฯลฯ

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นระยะเวลานาน ๆ : Max 60-85 C

การทนต่อสารเคมี : ทนต่อเบนซิน น้ำมันเครื่อง ไขมัน ทนต่อแอลกอฮอล์ และเบนโซลได้จำกัดไม่ทนต่อ กรด ต่าง Ester, Ketone, Ether และสาร Chlorinated hydrocarbon

สภาพและกลั่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวไฟจะติดต่อไปหลังจากจุดเปลวสีเขียวเหลือง ตกประกายและหยด

¹รศ.บรรเลง ศรีนิล "เทคโนโลยีพลาสติก" สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) พิมพ์ครั้งที่ 32528, หน้า 1

²ล.ค. , หน้า 10

ไหม้ไฟ

กลิ่น : คล้ายกรดน้ำส้ม (กัดจมูก) และคล้ายกระดาษ

สัมประสิทธิ์การทำความร้อน 0.92 kJ/mh C

ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 20 ° C เท่ากับ 1.3 g/cm³

ระยะเวลาอบแห้ง (ก่อนเข้าเครื่องรีด) 1.5-2.0 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 80 ° C

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.05-0.7 %

2.5.1.2 Celluloseacet obutyrate (CAB)

ชื่อทางการค้า : Cellidor B

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ดใสและ

ยอมสีได้ทุกสี

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : ความแข็งแรง

ทางกลดี ทนต่อความร้อนและความชื้น ทนต่อความเปลี่ยนแปลงของดินฟ้าอากาศ ผิวเรียบดี ไม่มีแนวไหม้ที่จะทำให้แตกร้าวง่าย เหมาะสำหรับฉีดหุ้มโลหะส่วนโต ๆ ทึบเสียง เกิดประจุไฟฟ้าสถิตน้อย (ได้ดูดฝุ่นมาติดได้ง่าย)

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีรีด) : พวงมาลัยรถยนต์ หรือหุ้มพวงมาลัยรถยนต์ ชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ มือถือของกระเป๋า จอโทรทัศน์ มือถือของเครื่องมือ เครื่องใช้ไฟฟ้า แผงสวิทช์ไฟฟ้า

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นระยะเวลานาน ๆ : Max 70 C

การทนต่อสารเคมี : ทนต่อกรดอ่อน ด่างอ่อน เบนซีน น้ำมันเครื่อง และไขมัน ทนต่อแอลกอฮอล์ได้ไม่ดี ไม่ทนต่อกรดแก่, ด่างแก่, Ester, Chlorinated hydrocarbon, และ เบนโซล

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวจะติดต่อไปหลังจากจุด เปลวมีสีเหลืองจ้า หยดเป็นหยด

กลิ่น : เหมือนกรดเนย และกระดาษไหม้

สัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.75 kJ/mh C

ความหนาแน่น ที่อุณหภูมิ 20 ° C เท่ากับ 1.18 g/cm³

ระยะเวลาอบแห้ง (ก่อนนำเข้าเครื่องรีด) 2 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 70-80 C

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.4-0.7 %

2.5.1.3 Polystyrene ชนิดทนความร้อน (PS₂)

ชื่อทางการค้า : Polystyrene 51, EH; Vestyson

N, S

สีและลักษณะที่ขายตามท้องตลาด : สีเหมือนแก้วและ
ข้อมสีทุกสี (สีธรรมชาติใสออกเหลืองเล็กน้อย)

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : ทนความร้อน คงรูป
และทนต่อความชื้น มีค่า dielectricity ดี มีแนวโน้มที่จะรั่วได้ง่าย ไม่มีสีและกลิ่น

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรณีวิจัย) : เครื่องมือใน
ครัวที่ต้องถูกกับความร้อนบ้าง เช่น ช้อนส้อม สีหลอดดูด ช้อนสลัด กล้องเก็บของใส่ตู้เย็น
ชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า สินค้าเสริมสวย

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นระยะเวลานาน ๆ : Max 70-95 C

การทนต่อสารเคมี : ทนกรดและด่างอ่อน เบนซิน น้ำ
มันและไขมันทนต่างแก่ แอลกอฮอล์ Ester ได้จำกัด ไม่ทนต่อกรดแก่ Ester, Ketone,
Chlorinated hydrocarbon, Benzol

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวจะยังติดต่อไพลัง
จากจุดเปลวจ้า และมีเขม่ามาก

กลิ่น : คล้ายของหวาน หรือยาง

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.5-0.6 %

2.5.1.4 Polystyrene ชนิดทนแรงกระแทก (PS₃)

ชื่อทางการค้า : Polystyrene EF, Vestyron

540, 550, 551, 560, 570, 571

สีและลักษณะที่ขายตามท้องตลาด : เม็ดข้อมสี

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : แข็ง คงรูปดี มีค่า
dielectricity ดีทนแรงกระแทก แข็งและเหนียว ไม่มีสีและกลิ่น

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรณีวิจัย) : เรือนโทร
ทัศน์ วิทยุ โทรทัศน์ ประตูดูทีวี ใช้เป็นสวิตช์ไฟ เครื่องใช้ในครัว ของเด็กเล่น ให้หีบห่อ

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นระยะเวลานาน ๆ : max 60-70 C

การทนต่อสารเคมี : ทนกรดอ่อน และด่างอ่อน ทนต่อ
กรดแก่ ด่างแก่ แอลกอฮอล์ น้ำมัน และไขมันได้จำกัด ไม่ทนต่อ Ester, Ketone,
Chlorinated hydrocarbon, Benzol และ เบนซิน

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : ติดไฟต่อไพลังจุด เปลวจ้า

มีเขม่ามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลีน : คล้ายของหวานหรือคล้ายยาง กัดจุ่มก
อัตราการผลิตตัวอยู่ระหว่าง 0.4-0.6 %

2.5.1.5 Acrylnitrile-Butadien-Strene (ABS)

ชื่อทางการค้า : Novodur W,W20,H; Lustran

Vestodur

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ดข้อมสี

(สีธรรมชาติออกเหลืองน้ำตาล)

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : เทนนิย ทนการกระแทก มีความแข็งแรงสูง แข็ง ทนแสงทนต่อดินฟ้าอากาศ และไม่เสื่อมสภาพมีค่า dielectricity ดี ไม่มีสิ่งเป็นพิษตกค้าง

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : ส่วนประกอบภายในรถยนต์ เรือ และส่วนประกอบของเครื่องใช้ในสำนักงาน โทรศัพท์ เครื่องใช้ในครัว ถึงสำหรับขนส่งของเหลว เรือและส่วนประกอบที่สำคัญของวิทยุ โทรศัพท์ เทปอัดเสียง และของเด็กเล่น

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นระยะเวลานาน ๆ : max 60-80 C

การทนต่อสารเคมี : ทนต่อต่างและกรดอ่อน เบนซิน น้ำมันเครื่อง ไนมัน ไมทนต่อกรดแก่ Chlorinated hydrocarbon, Ester, Ketone, Ethen

สภาพและกลีนเมื่อไหม้ไฟ : เปลวจะติดต่อไปหลังจุด

เปลวจ้าและมีเขม่ามาก

กลีน : คล้ายของหวาน หรือคล้ายยาง กัดจุ่มก

อัตราการผลิตตัว อยู่ระหว่าง 0.4-0.6 %

2.5.2 กรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรม

แยกออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1. **Molding** (ประเภทหล่อพลาสติกเม็ดและผง โดยใช้ความร้อนและแรงอัดในแม่แบบปิด)
 - Compression (แบบอัด)
 - Transfer (แบบอัดส่ง)
 - Injection (แบบฉีด)
 - Extrusion (แบบรีด)
 - Blow (แบบเป่า)
 - Calendering (แบบลูกกลิ้ง)
 - Laminating (แบบอัดแผ่น)
 - Cold (แบบอัดเย็น)
2. **Casting** (ประเภทหล่อพลาสติกเหลว)
 - Simple (แบบหล่อเย็น)
 - Plastisol (แบบหล่อร้อน)
3. **Thermoforming** (ประเภทอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น)
 - Mechanical (แบบอัดด้วยแม่แบบ)
 - Vacuum (แบบสูญญากาศ)
 - Blow (แบบลมอัด)
4. **Reinforcing** (ประเภทหล่อพลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมกำลัง)
 - Hand Lay-Up (แบบใช้มือทา)
 - Spray-Up (แบบใช้เครื่องพ่น)
 - Matched Molding (แบบใช้แม่แบบอัด)
 - Premix Molding (แบบอัดเหลว)
 - Pressure-Bang Molding (แบบถุกอัดอากาศ)
 - Vacuum-Bag Molding (แบบถุกสูญญากาศ)
5. **Foaming** (ประเภทหล่อโฟม)
 - Molding Expandable Polystyrene
(แบบหล่อพลาสติกเม็ด)
 - Casting Rigid & Flexible Polyurethane Foam
(แบบหล่อพลาสติกเหลว)

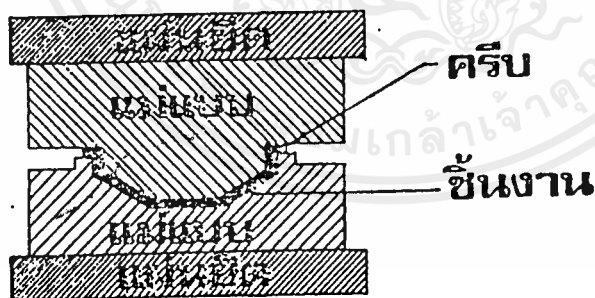
แบบอัด (Compression Molding)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้เป็นแบบที่ง่ายและธรรมดาที่สุด ผลิตได้ไม่รวดเร็วนัก พลาสติกที่ใช้ส่วนมากเป็นเทอร์โมเซตตั้งชนิดผง ไม่นิยมใช้ชนิดเม็ดเพราะหลอมละลายช้ากว่า

ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

1. นำผงพลาสติกไปเข้าเครื่องอบแห้ง (Preheating) ในปริมาณที่ต้องการ เพื่ออบให้ผงพลาสติกแห้ง และเป็นการเพิ่มอุณหภูมิให้ใกล้เคียงจุดหลอมละลายเพื่อช่วยลดเวลาในเครื่องอัด
2. เทผงพลาสติกที่อบแล้วเข้าแม่แบบในเครื่องอัด ซึ่งมีอุณหภูมิ 300° - 400° ฟ. หรือแล้วแต่ชนิดของพลาสติก
3. กดแม่แบบตัวผู้ซึ่งอยู่ตอนบนลงช้า ๆ แต่ไม่สุด ความร้อนและแรงอัดจะทำให้ผงพลาสติกหลอมละลายและไหลไปตามแม่แบบ
4. กดแม่แบบลงสุด ทั้งไว้สักครู่ประมาณ 1-2 นาที แล้วแต่ขนาดของชิ้นงานและชนิดของพลาสติก
5. เปิดแม่แบบ แล้วนำเอาชิ้นงานไปขัดตกแต่งขอบให้เรียบร้อยไป



ภาพที่ 43 แสดงแบบอัดชนิด Flash Mold

แบบฉีด (Injection Molding)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีแบบฉีดเป็นกรรมวิธีออกแบบเพื่อใช้กับเทอร์โมพลาสติกโดยเฉพาะ

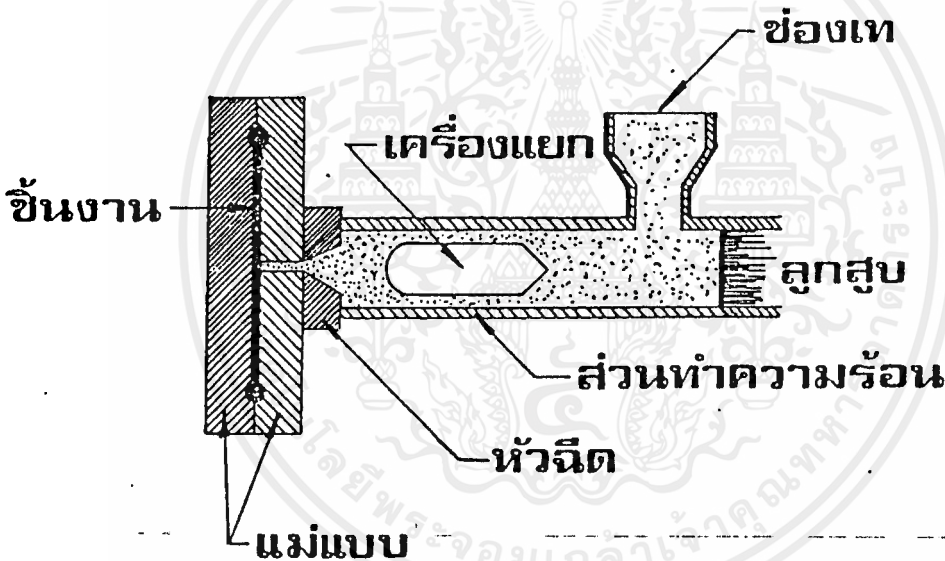
ผลิตได้ปริมาณมากและรวดเร็ว มีลักษณะคล้ายแบบอัดส่ง (transfer Molding) แต่ยุ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยากมากกว่า ทำได้รวดเร็วกว่า

ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

1. เทพลาสติกผงหรือเม็ดลงช่องเท (Hopper)
2. ลูกสูบจะอัดเม็ดพลาสติกให้ผ่านไปที่ส่วนทำความร้อน (Heating Cylinder) ซึ่งมีอุณหภูมิ 300° - 650° ฟ. โดยแยกผ่านเครื่องแยก (Torpedo หรือ Spreader) เพื่อให้ได้รับความร้อนสม่ำเสมอ
3. พลาสติกเหลวจะถูกอัดผ่านหัวฉีด (Nozzle) ไปยังแม่แบบปิดและเย็นด้วยแรง 5,000-40,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
4. พลาสติกจะเย็นและแข็งตัวโดยระบบระบายความร้อนด้วยน้ำในช่วงเนื้อแม่แบบ
5. เปิดแม่แบบ แล้วนำชิ้นงานออกไปตัดตกแต่งต่อไป



ภาพที่ 44 แสดงแบบฉีด (Injection Molding)

แบบฉีด (Injection Molding)

ชนิดของพลาสติก

ใช้พลาสติกเทอร์โมพลาสติกเกือบทุกชนิด เช่น อีพอกซี อคริลิก ฟลูออโรคาร์บอน โปลียาไมด์ โปลียาไมด์ โปลีโอเลฟิน โปลีสไตรีน และไนล

ชนิดของผลิตภัณฑ์

กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ใช้ผลิตภัณฑ์ได้อย่างกว้างขวางเกือบทุกประเภท วิธีสังเกตง่าย ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ให้ดูรอยกลมมนที่ด้านล่าง หรือส่วนที่มองไม่เห็นของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นรอยที่มีพลาสติกเหลวถูกอัดเข้าไปในแม่แบบ

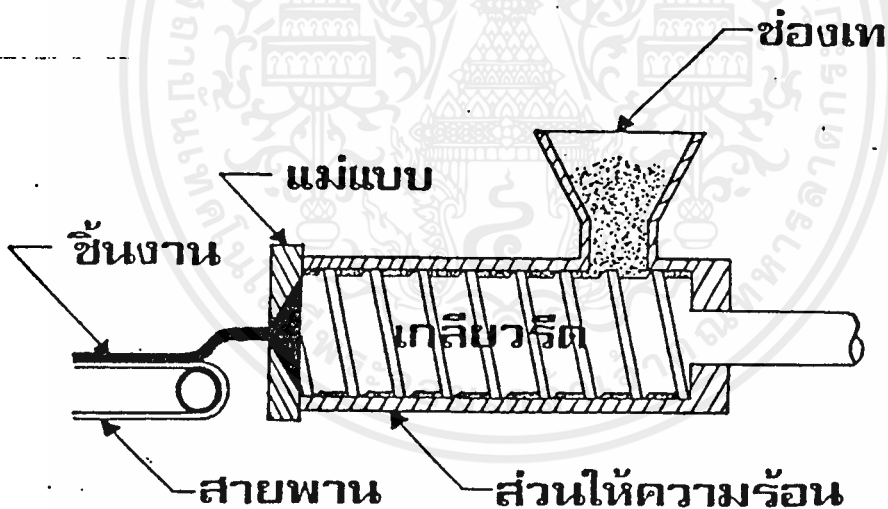
แบบรีด (Extrusion)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นแบบสำหรับผลิตชิ้นงานที่มีความยาวไม่มีที่สิ้นสุด เช่น สายไฟฟ้า ท่อยาง กระจกพลาสติก รวมทั้งชิ้นงานที่เป็นแผ่นบางเช่นผ้าใยพลาสติก เป็นต้น กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้มีลักษณะคล้ายแบบฉีด แต่ผลิตได้ปริมาณชิ้นงานที่มากกว่าในเวลาเท่า ๆ กัน

ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

1. เทเทอร์โมพลาสติกชนิดผงหรือเม็ดลงในช่องเท
2. เกลียวรีดหมุนอัดเม็ดพลาสติกผ่านส่วนให้ความร้อนซึ่งมีอุณหภูมิ 300° – 500° ฟ. เม็ดพลาสติกจะหลอมละลาย
3. พลาสติกเหลวจะถูกอัดผ่านแม่แบบ (Die) ด้วยแรงอัดประมาณ 500–6,000 ปอน/ตร.นิ้ว
4. ชิ้นงานที่รีดออกมาจะถูกทำให้เย็นโดยผ่านลงไปใต้น้ำ แล้วเคลื่อนต่อไปโดยระบบสายพานหรือล้อหมุน



ภาพที่ 45 แสดงแบบรีด (Extrusion)

ชนิดของพลาสติก

ใช้พวกเทอร์โมพลาสติก เช่น อากีลิก เซลลูโลซิก ฟลูออโรคาร์บอน ไนลอน สไตรีน โปลิเอททีลีน และไวนิล

ชนิดของผลิตภัณฑ์

สายไฟฟ้า ท่อพลาสติก สายเบ็ดตกปลาในลอน กระจกพลาสติก พลาสติกแผ่น ฯลฯ

แบบเป่า (Blow Molding)

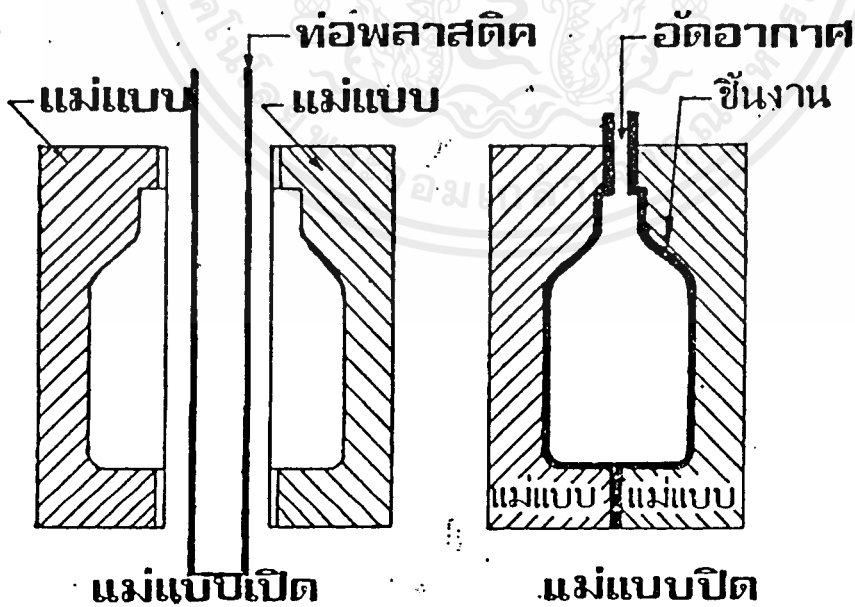
กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้ผลิตไปจากแบบอื่นในประเภทเดียวกัน คือไม่หล่อขึ้น งานจากพลาสติกหลอมละลายในแม่แบบปิด แต่ได้ตัดแปลงจากแบบรีด โดยรีดพลาสติกหลอมละลายให้ยืงลงมาเป็นท่อน (Parison) เข้าไปในแม่แบบตอนล่าง แม่แบบจะปิดพร้อมทั้งบีบปลายท่อนให้ติดกัน ปลายท่อนอีกด้านหนึ่งที่เปิดอยู่จะถูกอัดอากาศเข้าไปท่อนพลาสติกซึ่งยังอ่อนตัวอยู่จะถูกอากาศอัดไปแน่นกับแม่แบบ ได้รูปร่างของชิ้นงานตามต้องการ

ขั้นตอนการผลิต

ขั้นแรกเหมือนกับแบบรีดแต่เพิ่มเติมส่วนเป่าลมอีก ดังนี้

1. ท่อนพลาสติกหลอมละลาย (Parison) ถูกรีดยืงลงมาตามขนาดและความหนาที่กำหนด
2. แม่แบบเปิดตอนล่างปิดเข้าหากัน ทำให้ปลายข้างหนึ่งของท่อนถูกบีบติดกัน
3. อัดอากาศเข้าไปในปลายท่อนด้านเปิด จะทำให้ท่อนพลาสติกซึ่งยังอ่อนตัวอยู่ถูกอัดเข้าไปแน่นกับแม่แบบ
4. ทำให้แม่แบบเย็น โดยระบบให้น้ำเย็นไหลผ่านเข้าช่องในแม่แบบ ทั้งไว้ให้ชิ้นงานเย็น
5. แม่แบบเปิด พร้อมทั้งตัดปลายท่อนออกจากท่อนเดิม



ภาพที่ 46 แสดงแบบเป่า (Blow Molding)

ชนิดของพลาสติก

เทอร์โมพลาสติกทุกชนิดใช้ได้กับกรรมวิธีการผลิตแบบนี้ แต่โพลีเอทิลีนเป็นพลาสติกที่นิยมใช้มากที่สุด

ชนิดของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ผลิตด้วยกรรมวิธีแบบนี้ส่วนมากเป็นขวดพลาสติกบรรจุของเหลวทุกชนิด หรือผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในถวงมีเปลือกนอกบาง ด้านนอกของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยกรรมวิธีแบบนี้จะไม่เรียบมากนัก เพราะแรงอัดอากาศที่ใช้ไม่มากนัก

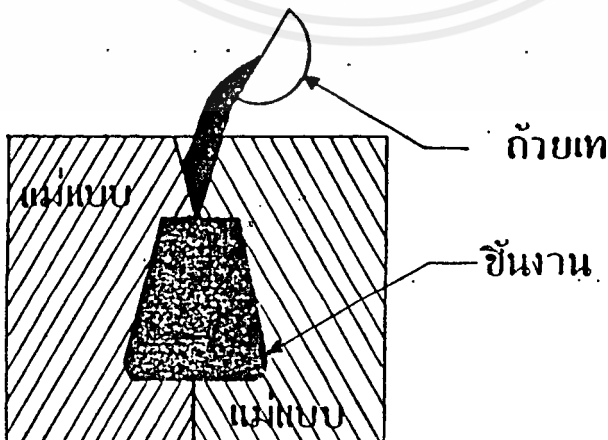
แบบหล่อเย็น (Simple Casting)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ง่าย ไม่ต้องใช้แรงอัดและความร้อน สามารถทดลองทำเองได้ การลงทุนต่ำ โดยปกติกรรมวิธีแบบนี้ใช้พลาสติกเหลวหล่อลงในแม่แบบ สำหรับพลาสติกเม็ดก็สามารถนำมาหล่อได้ แต่ต้องทำให้หลอมละลายเสียก่อน แล้วเติมวัสดุตกผลึก (Catalyst) เพื่อช่วยให้พลาสติกเหลวแข็งตัวเร็วขึ้น

ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

1. เทพลาสติกเหลวลงในแม่แบบ แล้วปล่อยให้แข็งตัว บางชนิดต้องนำไปอบในเตาที่มีความร้อนต่ำ
 2. นำพลาสติกที่แข็งตัวออกจากแม่แบบแล้วนำไปใช้ได้เลย
- ข้อดีของกรรมวิธีการผลิตแบบนี้ทำให้ได้เนื้อพลาสติกที่ใสกว่า และผิวที่เป็นมัน เรียกว่า เช่น แผ่นอะคริลิค



ภาพที่ 47 แสดงแบบหล่อเย็น (Simple Casting)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของพลาสติก

สามารถใช้ได้ทั้งเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซตติง ที่นิยมใช้มี เช่น อCRYLIC สไตรีน ฟีนอลิก โพลีเอสเตอร์ และอีพอกซี

ชนิดของผลิตภัณฑ์

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้สามารถผลิตชิ้นงานให้มีรูปร่างเป็นก้อน แผ่น ท่อ ฯลฯ ได้ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรรมวิธีแบบนี้มี เช่น แผ่นพลาสติกใสอCRYLIC หรือ เพลกซีกลาส หรือ ลูโซท์ หล่อเปลือกหุ้มหม้อแปลงไฟ (Transformer) วงกบกระจกที่มีช่องที่ระลอกหรือเหรียญฝังอยู่ภายใน และเครื่องประดับพลาสติกใส ในทางชีววิทยาใช้หล่อหุ้มตัวอย่างแมลงหรือพืช เพื่อเก็บไว้ศึกษา และที่สำคัญมากกรรมวิธีแบบนี้ใช้หล่อแม่แบบในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย

แบบหล่อร้อน (Plastisol Casting)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ใช้กับผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานที่มีลักษณะภายในกลวง เช่น ลูกฟุตบอลยาง และถุงมือพลาสติก หลักการของกรรมวิธีแบบนี้คือ เทพลาสติกเหลว (Plastisol) ลงในแม่แบบที่ร้อน หรือจุ่มแม่แบบที่ร้อนลงในพลาสติกเหลว พลาสติกเหลวจะเกาะผิวของแม่แบบ ยิ่งปล่อยให้ไว้นานพลาสติกจะเกาะหนาขึ้น แล้วนำแม่แบบที่มีพลาสติกเกาะออกไป ใสเตาอบที่มีอุณหภูมิ 350° – 400° ฟ.

กรรมวิธีแบบหล่อร้อนยังแบ่งตามลักษณะการผลิตได้เป็น 3 ชนิด

1. ชนิดจุ่ม
2. ชนิดเท
3. ชนิดเหวี่ยง

ตารางต่อไปนี้ เป็นค่าพิกัดมาตรฐานทั่วไป สำหรับความหนาของพลาสติกชนิดต่าง ๆ ที่นิยมใช้กันทั่วไป

ตารางที่ 8 แสดงค่าพิกัดมาตรฐาน

พลาสติก (TP)	ความหนา (หน่วยเป็น m.m.)	
	ต่ำสุด	สูงสุด
Acetal	0.40	3
ABS	0.79	3
Acrylic	0.49	6
Cellulosice	0.49	4
FEP Fluoroplastic	0.35	12
Nylon	0.40	3
Polycarbonate	0.85	9
Polyethylene (L.D.)	0.45	6
Polyelene Vinyl Acetate	0.82	6
Ethylene Vinyl Acetate	0.45	3
Polypropylene	0.49	7
Polysulfone	0.85	9
Noryl (Modified PPO)	0.79	9

2.5.3 การออกแบบเกลียวพลาสติก (Design Of Design)

เกลียวที่ใช้ในพลาสติกมีความมุ่งหมายเพียงเพื่อการประกอบต่อชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน เพื่อล๊อคพลาสติกกับอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่ใช่พลาสติก ทั้งนี้โดยมุ่งประโยชน์ในการถอดเข้าออกได้ง่ายและสะดวก ส่วนประโยชน์อื่น ๆ ที่อาจตามมา นั้น เป็นเพียงผลพลอยได้เท่านั้น

การทำเกลียวกับวัสดุพลาสติก มีกรรมวิธีทำได้หลายอย่าง คือ

1. โดยการชวี้นเกลียว (Tapped)
2. โดยการหล่อ ฉีด ป้อนขึ้นรูปจากแม่พิมพ์
3. โดยการใช้เกลียวโลหะเสริมด้วยกรรมวิธี
4. โดยการนำเกลียวโลหะมาต่อกับพลาสติกด้วยวิธีการติดกาว หรือสวมใส่ ภายหลังที่พลาสติกนั้น ได้ทำสำเร็จรูปออกมาแล้ว

2.5.4 การเชื่อมพลาสติกในระบบอุตสาหกรรม

2.5.4.1 การเชื่อมด้วยลมร้อน (Hot Gas Welding)

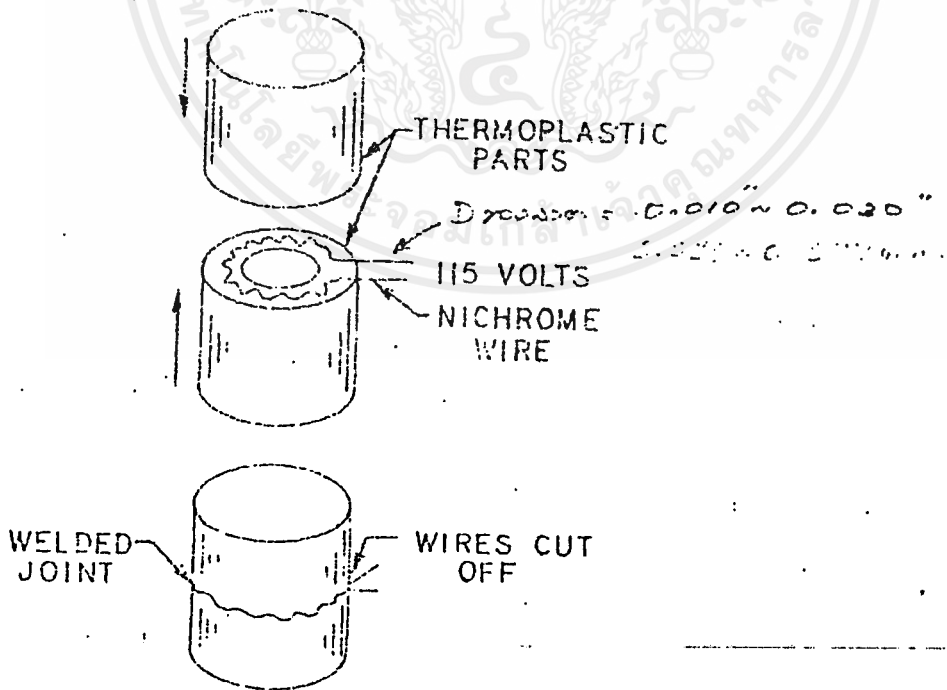
การเชื่อมพลาสติกด้วยลมร้อนมีวิธีการคล้ายการเชื่อมโลหะพลาสติกที่ใช้ได้กับวิธีนี้ต้องเป็นพลาสติกจำพวก TP เท่านั้น ความร้อนที่ใช้ในการเชื่อมไม่ใช่ความร้อนจากเปลวแก๊ส แต่เป็นความร้อนจากลมเป่าร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 400 - 600 F ลมเป่าควรมีความดันประมาณ 4 lbs./inch ลมเป่าร้อนโดยทั่วไปก็ใช้อากาศธรรมดา ในบางกรณีอาจจะใช้แก๊สไนโตรเจนก็ได้เพื่อไม่ให้ผิวของพลาสติกเกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับออกซิเจนพลาสติกบางชนิด มีจุดหลอมเหลวสูงต้องใช้ลมเป่าร้อนอุณหภูมิสูงมาก ๆ ก็จำเป็นต้องใช้ลมเป่าแก๊สไนโตรเจน

วิธีการเชื่อมแบบลมร้อนนี้พลาสติกไม่ได้ละลายประสานตัวกันทั้งหมด ดังนั้น งานเชื่อมลมร้อนจึงไม่ให้ความแข็งแรงมากนัก รอยต่อตรงที่เชื่อมเอาไว้จะมีคุณสมบัติในการรับแรงไม่เท่ากับเนื้อพลาสติกจริง ๆ พลาสติกเช่น Polyethylene เชื่อมกันจะรับแรงได้ 60 ของเนื้อพลาสติกของมัน PVC รับได้ 80 Polypropylene รับได้ 75 และ Acrylics รับได้ 80

2.5.4.2 การเชื่อมด้วยขดลวดความร้อน (Hot Wire Welding)

วิธีการเชื่อมแบบนี้กระทำได้โดยใช้ลวดความร้อน หรือ ลวดนิโครม (Nichrome Wire) ซึ่งเป็นลวดทำความร้อนมีความต้านทานสูง วางลงบน ผิวหน้าของพลาสติกสองชิ้นที่ต้องการจะเชื่อมต่อกัน ผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเส้นลวดให้ กระแสสูงพอที่จะทำให้ลวดร้อนแดง ทำให้ผิวหน้าของพลาสติกละลายตัวติดกัน ในขณะที่ผิว หน้าที่ทั้งสองของพลาสติกเริ่มละลายจะต้องให้แรงกดบีบเข้าหากันด้วยแรงพอสมควรจึงจะทำ ให้พลาสติกทั้งสองเชื่อมติดกันได้ดี เมื่อการเชื่อมหลอมติดกันดีแล้วก็ทิ้งเส้นลวดฝังเอาไว้ ตรงรอยต่อนั้น การเชื่อมด้วยวิธีนี้กระทำได้เฉพาะพลาสติกจำพวก TP เท่านั้น และให้ ความแข็งแรงดีพอสมควร สำหรับพลาสติกจำพวก TS อาจใช้วิธีการนี้เชื่อมได้ โดยใช้น้ำยา เคมีหยอดตรงบริเวณผิวที่จะเชื่อม ความร้อนจากลวดนิโครมจะทำให้น้ำยาประสานเชื่อม ผิวพลาสติกเข้าด้วยกัน

ลวดนิโครมที่นิยมใช้ในการเชื่อมมีขนาดเล็กมาก มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.025 ถึง 0.077 มม. บางครั้งอาจไม่ใช่ลวดความต้านทาน แต่เป็นแผ่นตัวนำความต้านทานสูงแทนที่จะเป็นเส้นลวด แผ่นตัวนำความต้านทานมีความหนา ประมาณ 0.05 ถึง 0.104 มม.

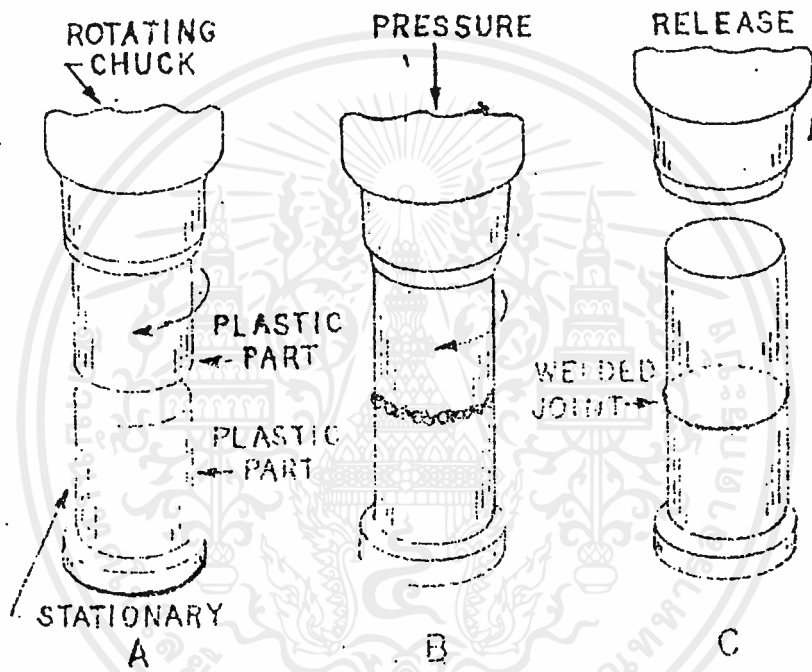


ภาพที่ 48 แสดงวิธีเชื่อมด้วยลวดความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4.3 การเชื่อมด้วยการหมุนเสียดสี (Spin Welding)

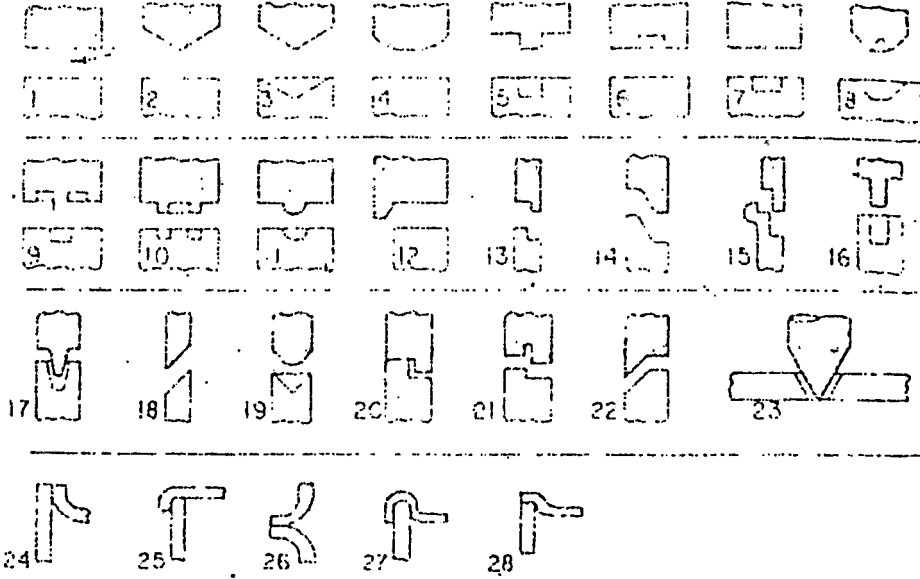
วิธีการนี้เป็นารเชื่อม โดยทำให้เกิดความร้อนด้วยการหมุนเสียดสีบริเวณผิวชิ้นงานที่ต้องการจะเชื่อมติดกัน ใช้กับพลาสติกจำนวน TP พลาสติกชนิดหนึ่งจะติดอยู่กับที่ อีกชิ้นหนึ่งเป็นตัวหมุนแล้วค่อย ๆ กดผิวหน้าที่ต้องการเชื่อมเข้าหากัน แรงหมุนจะทำให้เกิดการขัดสีกันระหว่างผิวของพลาสติกจนเกิดความร้อน พลาสติกจะหลอมตัวละลายเชื่อมกัน



ภาพที่ 49 แสดงวิธีการเชื่อมโดยการหมุนเสียดสี

เมื่อพลาสติก เริ่มละลายติดกันก็หยุดการหมุนแล้วรอให้ เย็นตัว วิธีการนี้ให้ความแข็งแรงตรงรอยต่อพอสมควร เช่นเดียวกับวิธีการเชื่อมด้วยขดลวดความร้อน

การเชื่อมต่อ โดยการหมุนเสียดสีมี เทคนิคในการออกแบบพื้นผิวรอยต่อก่อนการเชื่อม ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มความแข็งแรงมากขึ้นไป



ภาพที่ 50 แสดงลักษณะการออกแบบผิวหน้ารอยต่อ

อธิบายย่อถึงลักษณะ Joints แต่ละชนิดจากรูป

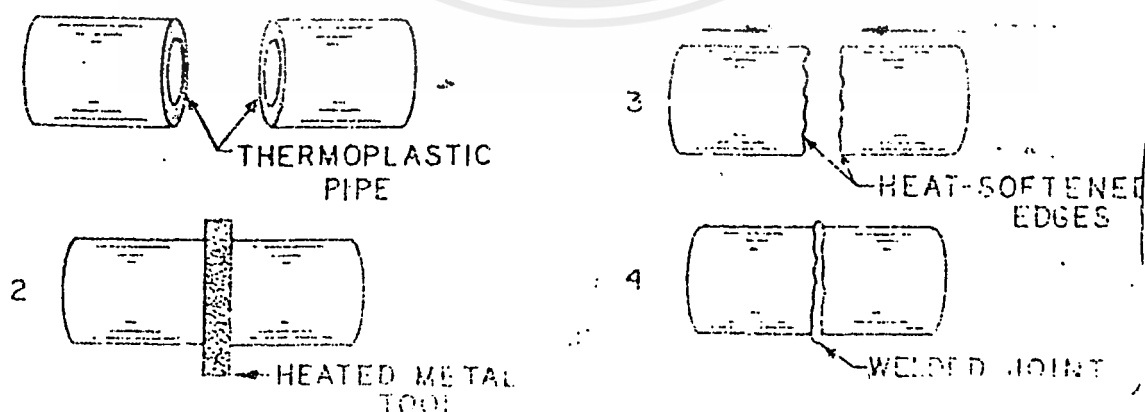
- 1) เชื่อมต่อนื่องานตันธรรมดา ความเร็วรอบต่ำ
- 2) รูปตัววี (V) ช่วยให้การหมุนสามารถใช้ความเร็วรอบสูง ๆ ได้ ทำให้การทำงานเชื่อมรวดเร็วขึ้น ใช้ต่อนื่องานตันกับกลวงได้
- 3) ใช้ต่อนื่องานตัน แต่ต้องการความเร็วรอบสูง
- 4) ใช้ต่อนื่องานตัน ความเร็วรอบต่ำ
- 5) ใช้ต่อนื่องานตัน ความเร็วรอบสูง
- 6) ใช้ต่อนื่องานตันหรือกลวง ความเร็วรอบปานกลาง
- 7) ใช้ต่อนื่องานตัน มีพื้นที่ผิวสัมผัสทำให้แข็งแรงขึ้น ใช้ความเร็วรอบสูง
- 8) ใช้ต่อนื่องานตัน มีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก ความเร็วรอบสูง
- 9) ใช้ต่อนื่องานตัน มีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก ความเร็วรอบปานกลาง
- 10) ใช้ต่อนื่องานตัน มีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก ความเร็วรอบต่ำ
- 11) ใช้ต่อนื่องานตันกับกลวง ความเร็วรอบปานกลาง
- 12) ใช้ต่อนื่องานกลวง ลักษณะคล้ายการสวมท่อ เข้าด้วยกัน
- 13) ใช้ต่อนื่องานกลวง มีพื้นที่ผิวสัมผัสน้อย ความเร็วรอบสูง
- 14) ใช้ต่อนื่องานกลวง มีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก ความเร็วรอบปานกลาง
- 15) ใช้ต่อนื่องานกลวง มีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก ความเร็วรอบต่ำ
- 16) ใช้ต่อนื่องานกลวงโดยทั่วไป ความเร็วรอบปานกลาง
- 17) ใช้ต่อนื่องานกลวงกับตัน ความเร็วรอบสูง
- 18) ใช้ต่อนื่องานตัน มีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก ความเร็วรอบต่ำ
- 19) ใช้ต่อนื่องานตัน ความเร็วรอบสูง
- 20) ใช้ต่อนื่องานตัน มีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก (เว้นช่องว่างประมาณ 0.025 มม.)
- 21) ใช้ต่อนื่องานกลวง ความเร็วรอบต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 22) ใช้ต่อชิ้นงานต้นทัว ๆ ไป
- 23) เชื่อมแผ่นชิ้นงานกับแท่งชิ้นงาน
- 24) เชื่อมฝาปิดกับท่อกลวง
- 25) เชื่อมฝาปิดกับท่อกลวง
- 26) เชื่อมท่อกลวงกับท่อกลวง
- 27) เชื่อมฝาปิดกับผนังกลม
- 28) เชื่อมฝาปิดกับผนังกลม

2.5.4.4 การเชื่อมด้วยความร้อนแบบประกบ (Heated Tool Welding)

การเชื่อมต่อพลาสติกด้วยวิธีนี้ บางครั้งเรียกว่า "Hot Plate Welding" เครื่องมือที่ให้ความร้อนส่วนมากเป็นแท่ง หรือแผ่นโลหะร้อนใช้เป็นตัวทำความร้อนนำชิ้นงานพลาสติกที่ต้องการเชื่อมต่อมานาบลงบนแผ่นความร้อนให้หลอมละลาย แล้วจึงประกบชิ้นงานนั้นเข้าด้วยกัน โดยใช้ความดันประมาณ 1 ถึง 10 psi. ทั้งให้เย็นจนกระทั่งพลาสติกเกาะตัวกันแน่น จึงลดความดันประกบออกจากกัน การเชื่อมต่อนี้ให้ความแข็งแรงดีแต่ต้องนำชิ้นงานมาตากแห้งอีก เพราะรอยเชื่อมจะมีพลาสติกที่เยิ้มพุ่งออกมา พลาสติกที่ใช้เชื่อมต้องเป็นพลาสติกจำพวก TP เท่านั้น และผิวหน้าบริเวณที่จะประกบกันนั้นจะต้องมีความหนาไม่ต่ำกว่า 2 มิลลิเมตร การเชื่อมวิธีนี้ไม่ควรทำในบรรยากาศ เพราะออกซิเจนทำปฏิกิริยากับพลาสติก ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีและทำให้การยึดเกาะของโมเลกุลไม่มีเท่าที่ควร



ภาพที่ 51 แสดงวิธีการเชื่อมด้วยความร้อนแบบประกบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทนแทนความร้อนจะต้องเคลือบไว้ด้วย Teflon (Fluorocarbon resin) เพื่อป้องกันการติด เมื่อพลาสติกเริ่มละลายตัว แผ่นหรือแท่น ความร้อนต้องสามารถให้ความร้อน ได้อุณหภูมิสม่ำเสมอตลอดทั้งแผ่น นิยมทำจากโลหะจำพวก ทองแดงเหล็ก ไร้สนิม หรือ โลหะผสมนิกเกิลโครเมียม

การยึดต่องานพลาสติกโดยวิธีทางเคมี (Adhesive Bonding)

การยึดต่องานพลาสติกโดยวิธีทางเคมี คือ การใช้น้ำยาเชื่อมพลาสติก หรือสารเคมี ทำให้พลาสติกละลายตัวด้วยปฏิกิริยาทางเคมีแล้วจึงนำพลาสติกมาเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน ตามความเป็นจริงแล้วไม่มีน้ำยาเชื่อม หรือกาวชนิดใดที่สามารถใช้เชื่อมต่อกพลาสติกได้ ทุกชนิด พลาสติกแต่ละชนิดต้องใช้น้ำยาเชื่อม เชื่อมเฉพาะของมัน ดังนั้น นักออกแบบจะต้องมีความรู้ทางเทคนิค ในการเลือกใช้ น้ำยาเชื่อม ให้ถูกต้องกับชนิดของพลาสติก เพื่อ ประโยชน์ในการออกแบบส่ง โรงงานผลิต

น้ำยาเชื่อมพลาสติกอาจแบ่งประเภทออกไปได้ต่าง ๆ กัน 5 ประเภทใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

- 1) Solvent Cement
- 2) Bodied Adhesive
- 3) Monomeric Cement
- 4) Elastomeric Adhesive
- 5) Reactive Adhesive

1) Solvent Cement คือวิธีการเชื่อมพลาสติกจำพวก เข้าด้วยกัน โดยใช้สารเคมีทำให้พลาสติกอ่อนตัว แล้วนำชิ้นพลาสติกประกบอัดเข้าด้วยกัน พลาสติกที่ใช้ได้กับวิธีการนี้ได้แก่ ABS, Acrylics, Cellulosics, Polycarbonates, Polystyrenes, Polyethylene Oxide และ Vinyls

2) Bodied Adhesive คือวิธีการเชื่อมพลาสติกโดยใช้สารเคมีที่เป็นเรซินแม่บทของพลาสติกนั้น ๆ เป็นตัวหยุดลงบนพื้นผิวรอยต่อในปริมาณที่พอเหมาะ วิธีการนี้จะต้องรู้จักส่วนผสมทางเคมีแม่บทของพลาสติกนั้น ๆ (Parent resin)

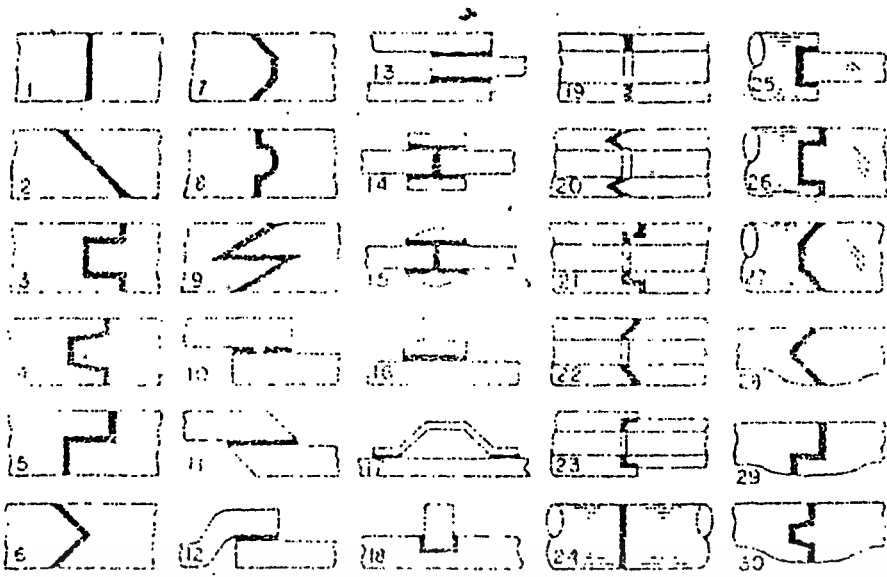
3) Monomeric Cement คือวิธีการเชื่อมโดยใช้กาวเคมีซึ่งทำมาจากพลาสติกเหลวจำพวก Polymer ดังนั้น การเชื่อมต่อก็จะเป็นการยึดชิ้นงาน พลาสติกด้วยการยึดเหนี่ยวกันของพอลิเมอร์โครงสร้างทางเคมี เรียกว่า Polymerization เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อพลาสติกวิธีนี้ให้ความแข็งแรงได้ไม่มากนัก ตัวน้ำยาเคมีใช้ทำ Monomeric Cement นิยมใช้กันทั่วไปได้แก่ Methyl Methacrylate ใช้ผสมกับผงพลาสติก Acrylic น้ำยาเคมีจะทำให้โมเลกุลของ Acrylic เรียงตัวเป็นรูปผลึกที่สามารถยึดติดกับพลาสติกอื่น ๆ ได้ แล้วจะเริ่มแข็งตัวเชื่อมติดกัน

4) Elastomeric Adhesives คือการยึดต่อโดยใช้กาวเคมี โดยมากจะมีคุณสมบัติคล้ายยาง ทำมาจากสารสังเคราะห์ทางเคมี สามารถทำให้ขึ้นหรือใส่ได้ตามต้องการโดยเติมสารเคมีตัวทำละลายลงไป ตัวอย่างเช่น กาวต่าง ๆ ที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด ให้ความแข็งแรงในการยึดต่อได้ไม่มากนัก

5) Reactive Adhesives เป็นการยึดต่อทางเคมีใช้สำหรับพลาสติกจำพวก TS หรือ TP ก็ได้ตัวสารเคมีที่ใช้ก็คือ พลาสติกจำพวก TS ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษในการจับยึดกับโมเลกุลของพลาสติก TS ด้วยกัน นิยมใช้กันทั่วไปได้แก่ Epoxy resin กรรมวิธีในการเชื่อมต่อโดยใช้ Epoxy resin เป็นตัวเชื่อมในงานพลาสติกจำพวก TS ในงานอุตสาหกรรมใช้วิธีประกอบเข้าด้วยกันโดยกรรมวิธี Transferred molded สารเคมีที่ใช้เป็นตัวเชื่อมนอกจาก Epoxy resin แล้วยังมี Polyesters, Phenolics และอื่น ๆ อีก แต่ที่ดีที่สุดคือ Epoxy resin เพราะเมื่อมันแข็งตัวจะมีการหดตัวน้อยมากทำให้เกิด Stresses ในรอยต่อน้อย การยึดต่อจึงแข็งแรงดีมาก

การพิจารณาเลือกใช้การยึดต่อโดยวิธีทางเคมีประเภทใด จึงจะเหมาะสมที่สุดมีหลักพิจารณาหลายอย่าง นักออกแบบยังต้องคำนึงถึงเทคนิคการออกแบบ Joint จุดที่จะมีการยึดต่อโดยวิธีการทางเคมีอีกด้วย การออกแบบ Joint ต้องคำนึงถึงสภาพการใช้งาน การรับแรง ของชิ้นงานที่จะมีการเชื่อมต่อกันเทคนิคที่นิยมใช้กันทั่วไป แสดงไว้ในรูป



1. A butt joint
2. A scarf joint
3. A square tongue and groove joint
4. An angled tongue and groove joint
5. A half-lap joint
6. A "V" joint
7. A "V" type joint with a flat.
8. A round tongue and groove joint
9. A double-scarf lap joint
10. A simple lap joint
11. A tapered simple lap joint
12. A joggle lap or off-set lap joint
13. A double-lap joint
14. A double-strap joint
15. A beveled double-strap joint
16. An "I" section joint
17. A hat section joint
18. A recessed right angle joint
19. A tubular butt joint
20. A tubular "V" joint
21. A tubular half-lap joint
22. An angled, tubular, half-lap joint
23. A tubular lap joint
24. A rod-bate joint
25. A tongue and groove joint in a solid rod.
26. A landed tongue and groove joint in a solid rod.
27. A scarf tongue and groove joint in a solid rod.
28. A "V" type joint with increased bonding area for additional strength
29. A half-lap joint with increased bonding area for additional strength.
30. An angled tongue and groove joint with increased bonding area for additional strength.

ภาพที่ 52 แสดงเทคนิคการออกแบบ Joint เพื่อการยึดต่อโดยวิธีการทางเคมี

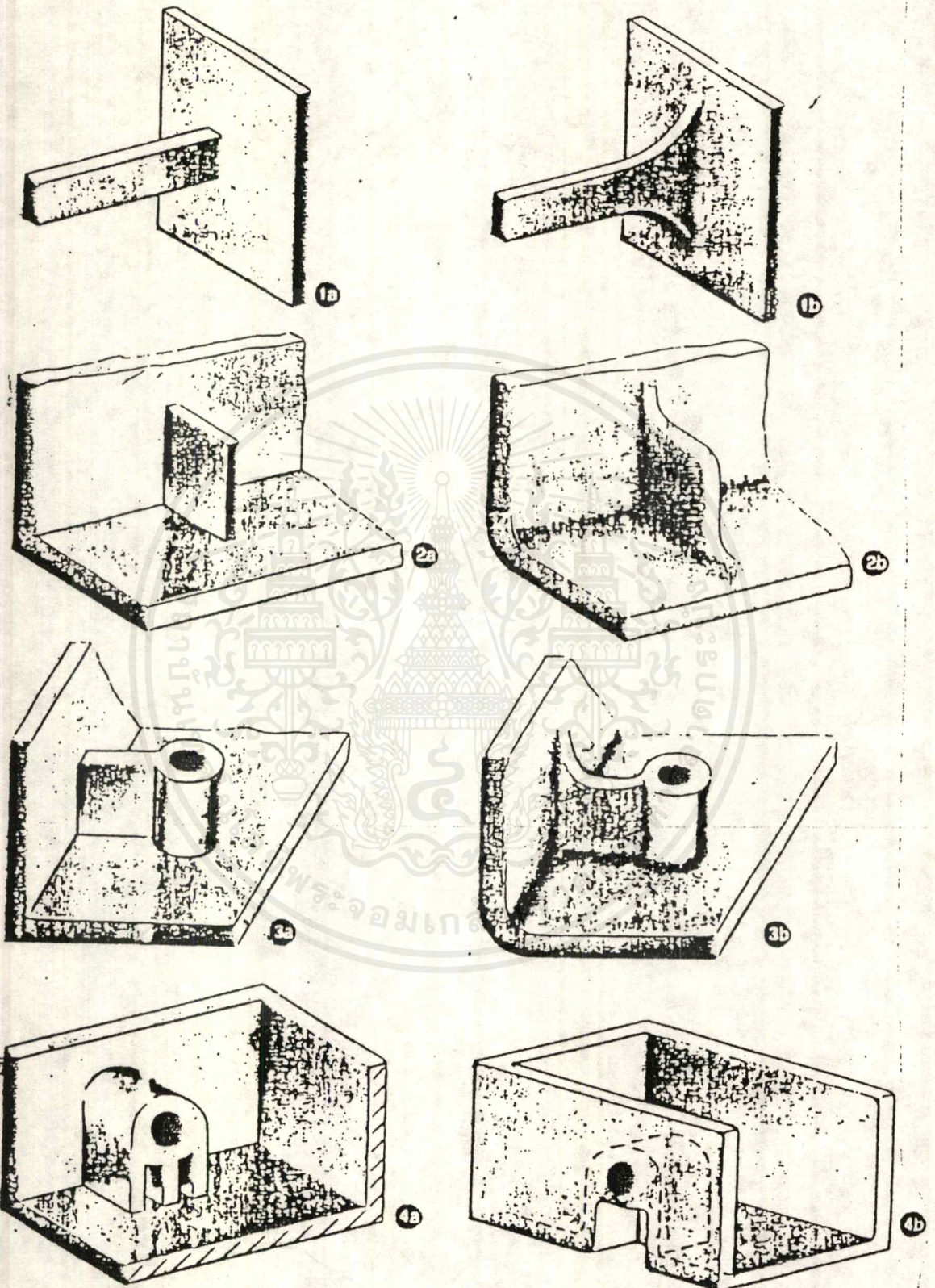
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 6 แผนภูมิช่วยในการเลือกกรรมวิธีในการยึดต่อทางพลาสติก

ชนิดของพลาสติก	1	2	3	4	5	6	หมายเหตุ
ABS	G	G	G	G	G	G	
Acetals	E	F	G	N	G	G	
Acrylics	G	G	F	F	G	G	4 ทำได้ยากมาก
Cellulosics	G	E	E	G	G	P	AC ไม่สามารถเชื่อมกับ CAB, CAP ได้ด้วย 4
Chlorinated Polyether	G	G	N	G	G	P	
Fluorocarbons	G	G	N	N	N	N	ยกเว้น PFEP, PVF ใน 3 6
Nylons	G	F	G	N	G	G	
Phenoxies	F	G	G	G	G	E	
Polycarbonates	G	G	G	G	G	E	
Polyethylenes	P	P	G	N	G	P	
Polyimides	G	F	N	N	N	N	อุณหภูมิสูงมากใน 2
Polyphenylene Oxides	G	G	E	E	G	G	
Polypropylenes	P	P	E	N	G	P	ชนิดแข็ง 4 ทำได้ยากมาก
Polystyrene	F	G	E	G	G	E	
Polysulfones	G	G	G	G	E	E	
Polyurethanes	N	G	N	G	N	N	
Vinyls	F	F	F	G	G	F	

การออกแบบที่ผิด

การออกแบบที่ถูกต้อง

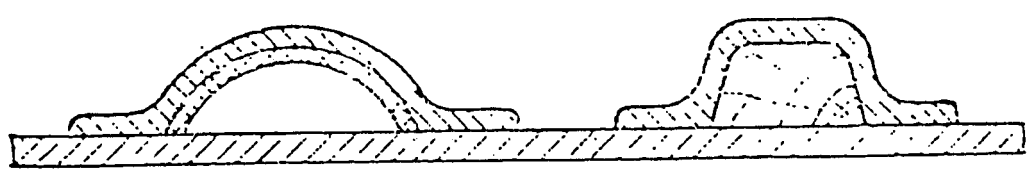
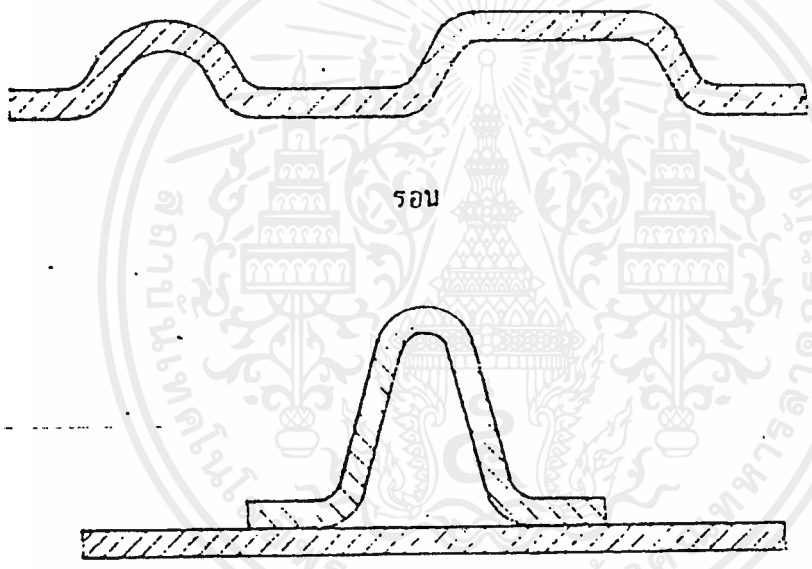
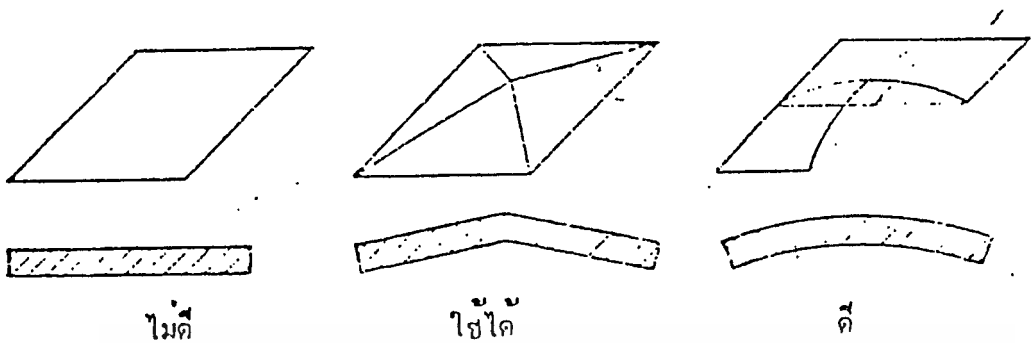


ภาพที่ 53 แสดงการออกแบบงานพลาสติกที่เหมาะสม

จากหนังสือ วารสาร พลาสติก ของสมาคมพลาสติกแห่งประเทศไทย โดย จุลพันธ์ พงษ์โยธิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของการเสริมความแข็งแรง (King Of Stiffenings)



เสริมความแข็งแรงด้วยวัสดุชนิดอื่นแล้วปิดทับด้วยไฟเบอร์กลาส
 ภาพที่ 54 แสดงการเสริมแรงในงานพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

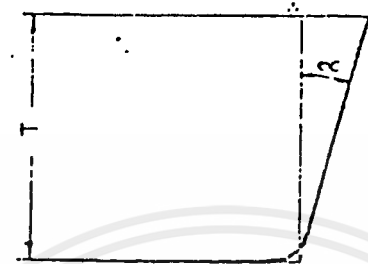
ขอบเสริมความแข็งแรง (Stiffening Ribs)



ภาพที่ 55 แสดงการเสริมขอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดความเอียงลาดของแม่แบบ



ภาพที่ 56 แสดงความลาดเอียงแม่แบบ

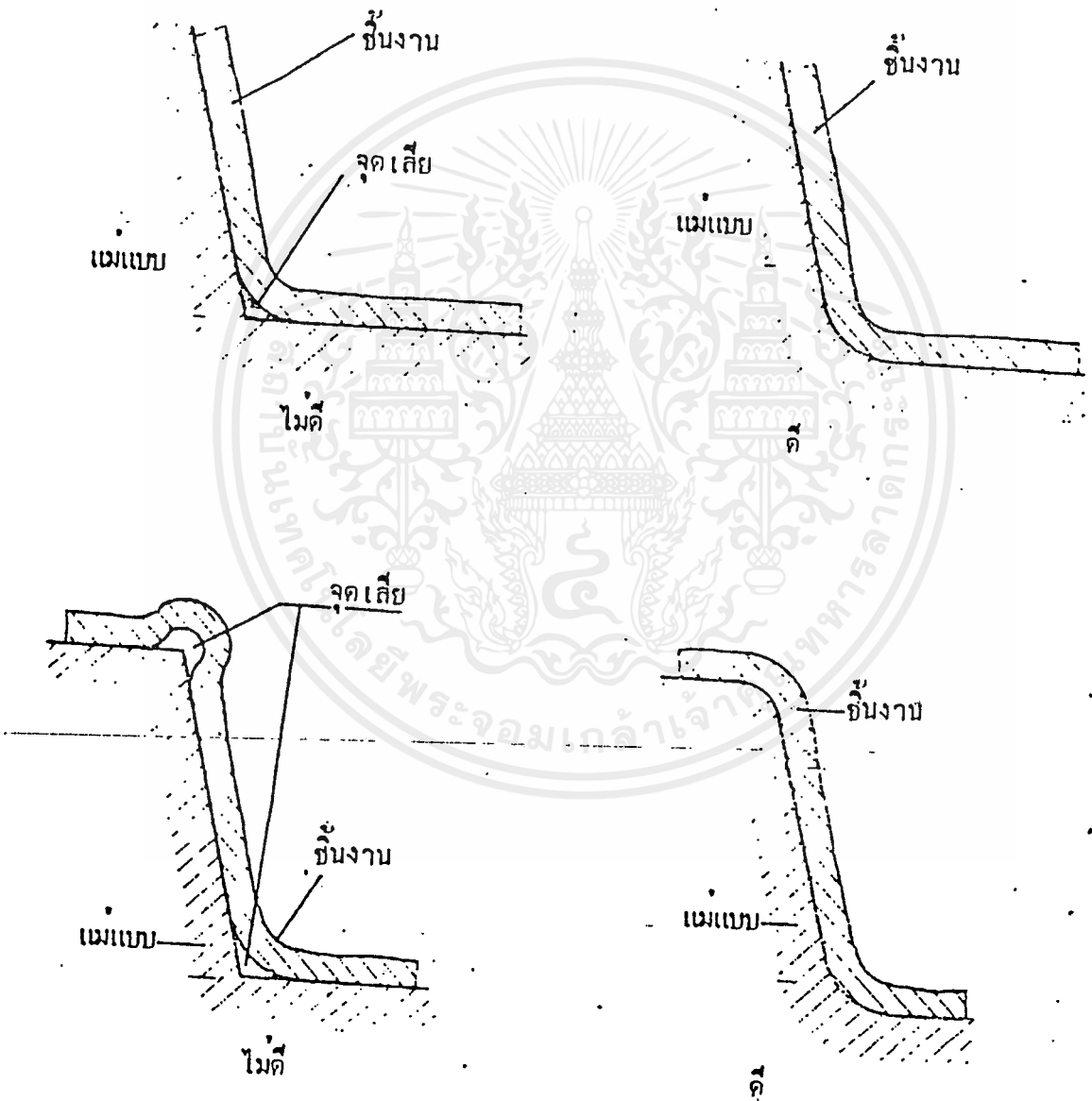
ตารางที่ 9 ตารางกำหนดความลาดเอียง

ความลึกของแม่แบบ ม.ม.	ความเอียงลาด องศา
200	1
400	2
600	3
800	4
1000"	5

**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

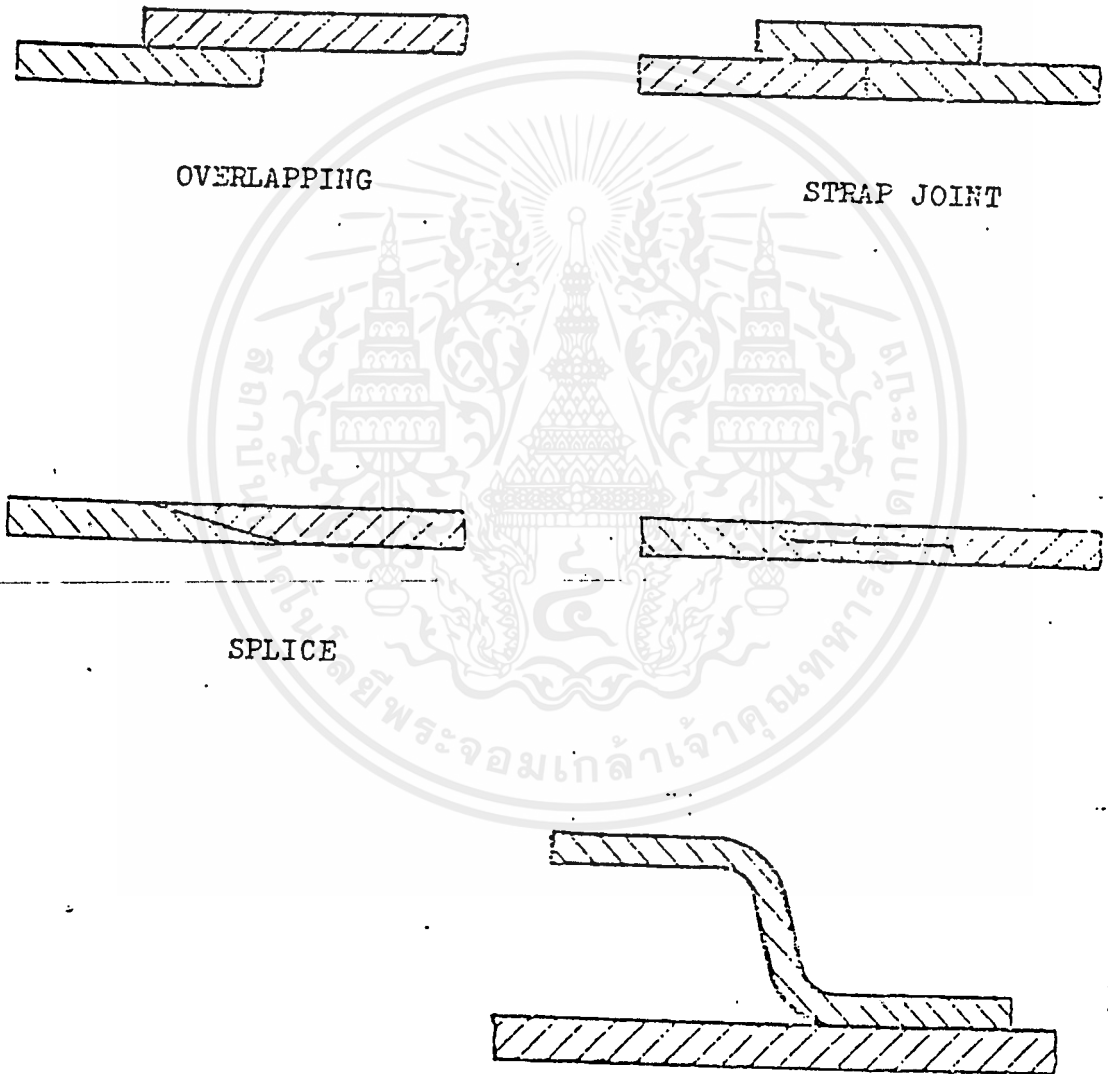
ขอบและมุมของแม่แบบ (EDGES & CORNERS)



ภาพที่ 57 แสดงขอบและมุมของแม่แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

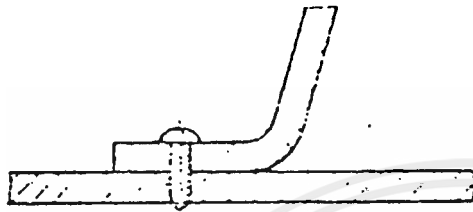
ชนิดของการเชื่อม (Kinds Of Bondings)



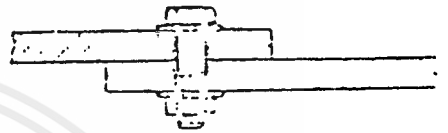
ภาพที่ 58 แสดงชนิดของการเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

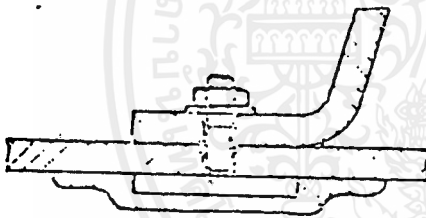
การเชื่อมด้วยสกรู (Screw Joints)



ชนิด เชื่อมด้วยตะปูเกลียว



ชนิด เชื่อมด้วยน็อต



ชนิดนอตเกลียวฝังภายใน



ชนิดแผ่นมีรูเกลียวฝังภายใน



ชนิดฝังชิ้นรูมีเกลียว

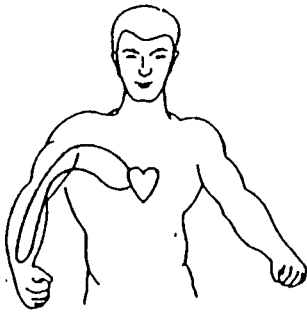
ภาพที่ 59 แสดงการเชื่อมในงานพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การศึกษาระบบไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย

2.6.1 ไฟฟ้าเบื้องต้น

ท่านอาจจะแปลกใจหากจะบอกว่า จนถึงขณะนี้ยังไม่มีใครสามารถให้คำนิยามหรือความหมายของคำว่าไฟฟ้า (electricity) ได้ดีและรัดกุมเพียงพอ ถึงแม้ว่ามีอธิบายไว้บ้างแล้วในพจนานุกรมและหนังสือตำราทางไฟฟ้าหลายเล่มด้วยกัน แต่บรรดานักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเรื่องนี้ก็กล่าวว่ามันยังไม่ดีพอ โดยได้ระบุว่าคำนิยามที่ให้กันนั้นบอกถึงว่าไฟฟ้าทำอะไรบ้าง แต่ไม่ได้บอกว่ามันคืออะไร อย่างไรก็ตาม เราจะไม่ได้เข้าไปยุ่งกับปัญหาที่เกี่ยวกับคำนิยามมากนัก โดยเราจะสนใจที่คำถามสำคัญมากอันหนึ่ง นั่นคือท่านสามารถทำอะไรเกี่ยวกับมันได้บ้าง ปกติแล้วเมื่อท่านศึกษาวิชาหรือเรื่องใด ๆ ใหม ๆ เพื่อความสะดวก ก็มักจะใช้การเปรียบเทียบมันกับบางสิ่งที่เรารู้จักกับมันดีแล้ว ด้วยเหตุนี้การศึกษาเรื่องของไฟฟ้าก็อาจเริ่มด้วยการเปรียบเทียบระบบไฟฟ้ากับระบบของไหล (fluid system) หัวใจของคนเรานั้นทำหน้าที่จ่ายแรงดัน ไปดันโลหิตให้ไหลผ่านใน เส้นโลหิตแดง และเส้นโลหิตดำ เส้นโลหิตแดงเป็นตัวนำโลหิตออกจากหัวใจ และเส้นโลหิตดำนำโลหิตกลับไปยังหัวใจใหม่ แต่เมื่อโลหิตไหลผ่านร่างกายนั้นการไหลของมันถูกต้านด้วยเส้นโลหิตดำเล็ก ๆ และด้วยความต้านทานของเส้นโลหิตแดง ด้วยระบบหัวใจ มีลักษณะเป็นวงจรปิด (closed system) กล่าวคือ โลหิตที่ไหลออกจากหัวใจจะไหลกลับสู่หัวใจตลอดเวลา ระบบไฟฟ้าก็มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับระบบหัวใจ โดยปั๊มไฟฟ้าคือแบตเตอรี่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือ อุปกรณ์บางอย่างที่สร้าง กำลังอัดทางไฟฟ้า (electrical pressure) ซึ่งเราเรียกกำลังอัดทางไฟฟ้านี้ว่า แรงดัน หรือแรงเคลื่อนไฟฟ้า (voltage) ไฟฟ้าที่ไหลในระบบไฟฟ้าสามารถเปรียบเทียบได้กับการไหลของโลหิตในระบบ หัวใจคนเรา การไหลของไฟฟ้าเรียกว่า กระแสไฟ (current) การต้านต่อการไหลของไฟฟ้าเรียกว่าความต้านทาน (resistance) โดยส่วนที่ใช้มากของระบบไฟฟ้ามักเป็นส่วนรีซิสตีฟ (resistive) ระบบหัวใจอาจเรียกได้ว่าเป็นวงจร (circuit) หนึ่งเนื่องจากโลหิตไหลกลับเป็นวงรอบต่อเนื่องกัน เช่นเดียวกับระบบไฟฟ้า

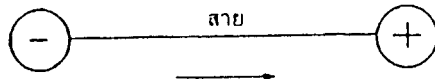


การไหลเวียนของโลหิต

ในร่างกายคนเราเปรียบได้กับ
ระบบไฟฟ้าอันหนึ่ง

มีอิเล็กตรอนมากเกินไป

มีอิเล็กตรอนไม่พอ



การไหลของอิเล็กตรอน

อิเล็กตรอนไหลจากจุดลบไปจุดบวก

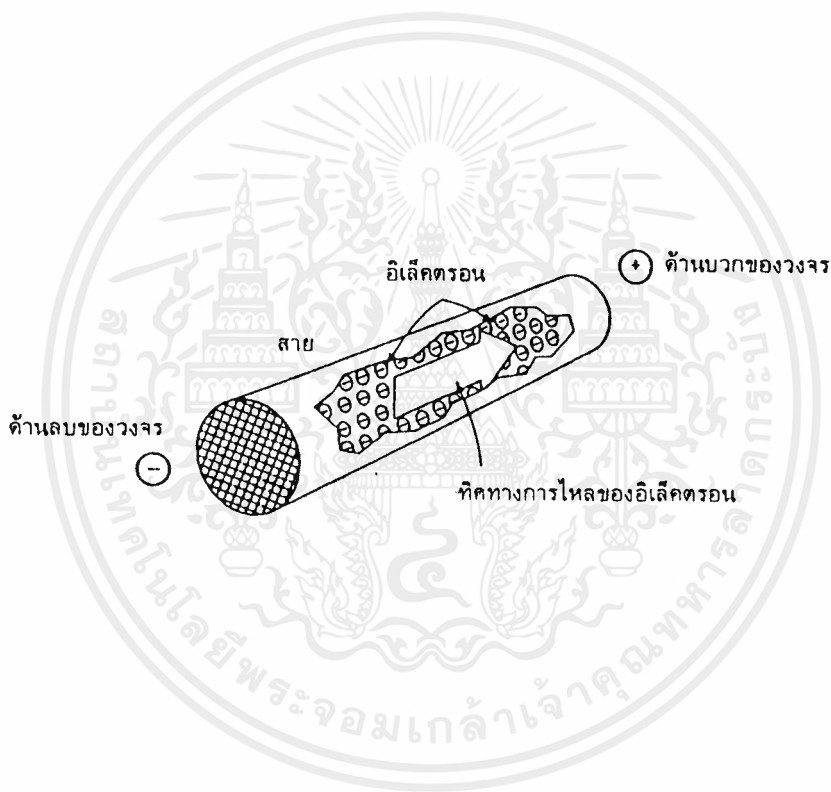
ภาพที่ 60 แสดงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

อะไรทำให้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจร

เราอาจจะจำได้ว่า มีกฎที่สำคัญมากอยู่ 2 กฎ ที่กล่าวว่า ประจุต่างกัน และประจุเหมือนกันผลักกัน เราสมมติว่าวัตถุอันหนึ่งมีอิเล็กตรอนจำนวนมากเกิน ในขณะที่อีกอันหนึ่งมีอิเล็กตรอนขาด นั่นคือวัตถุดังกล่าวก็มีประจุเป็นลบและเป็นบวกตามลำดับ โดยได้แสดงด้วยเครื่องหมายบวกและลบไว้เพื่อบอกสภาพประจุ หากเราต่อสายเชื่อมต่อวัตถุทั้งสองเข้าด้วยกันอิเล็กตรอนจะไหลจากประจุลบไปยังประจุบวก การไหลของอิเล็กตรอนดังกล่าวนี้เรียกว่า กระแสอิเล็กตรอน (electron current) หรือมักเรียกกันสั้น ๆ เพียงว่า กระแส ซึ่งการไหลของอิเล็กตรอนนี้ก็เนื่องจากความจริงที่ว่าอิเล็กตรอนลบลูกผลักออกจากประจุลบ (ประจุเหมือนกัน) และถูกดึงดูดด้วยประจุบวก (ประจุต่างกันดูดกัน)

มาถึงจุดนี้ อาจเกิดความสับสนขึ้นมาได้ในการศึกษา เรื่องของไฟฟ้า โดยบางคนอาจเข้าใจว่ากระแสไฟฟ้าคือการไหลของอิเล็กตรอน ในขณะที่บางคนอาจกล่าวว่ากระแสต้องไหลจากประจุบวก ซึ่งที่กล่าวมานั้นก็ไม่น่าจะผิด มีเหตุผลดีพอที่จะเชื่อได้ว่ากระแสไหลเช่นนั้น อย่างไรก็ตาม ไฟฟ้าที่ไหลจากประจุบวกไปยังประจุลบนั้น ไม่ใช่การไหลของอิเล็กตรอนแต่ที่มันเป็นเป็นการไหลของประจุบวกที่สมมติเอา การไหลของไฟฟ้าจากบวกไปลบ เรียกว่า conventional flow เปรียบได้กับการไหลของกระแส อิเล็กตรอน ซึ่งไหลจากลบไปบวกจากที่ได้ได้กล่าวมานั้น ในตำราบางเล่มจึงว่ากระแสไหลจากบวกไปลบ และบางเล่มก็ ว่ากระแสไหลจากลบไปบวก ดังนั้นเพื่อกันความสับสนในที่นี้จะใช้การไหลของกระแสเป็นการไหลจากลบไปบวกแสดงให้เห็นว่า กระแสไฟฟ้าเป็นการไหลของอิเล็กตรอนผ่านสายไฟ หรือเส้นลวดตัวนำ ท่านคงจะทราบแล้วว่าอิเล็กตรอนจะไหลผ่านสายไฟ หรือเส้นลวดตัวนำ จากประจุลบไปยังประจุบวก ท่านเคยสังเกตดูแบตเตอรี่บ้างหรือไม่

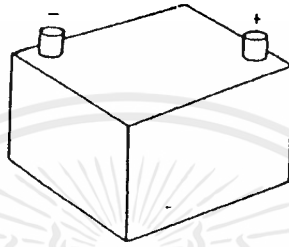
แบตเตอรี่มีขั้วหนึ่งใช้เครื่องหมายที่ขั้วเป็นลบ (-) และอีกขั้วเป็น (+) ซึ่งมีความหมายว่าขั้วลบของแบตเตอรี่คือขั้วที่มีอิเล็กตรอนมากเกินและขั้วบวกคือขั้วที่มีอิเล็กตรอนขาดไปเมื่อเรานำสายไฟเส้นหนึ่งต่อเข้าระหว่างขั้วลบกับขั้วบวกของแบตเตอรี่



ภาพที่ 61 เมื่ออิเล็กตรอนไหลผ่านสายไฟก็มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นเป็นประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบตเตอรี่



ภาพที่ 62 แบตเตอรี่มีขั้วบวกและขั้วลบ

ก็จะมีกระแสจำนวนหนึ่ง ไหลผ่านขั้วทั้งสอง แต่อันนี้ เป็นเพียงต้องการอธิบาย หลักการเท่านั้น ไม่ควรต่อแบตเตอรี่ในลักษณะดังกล่าวจริง ๆ เพราะมันทำให้มีกระแส ไหลมา (อิเล็กตรอนจำนวนมาก ไหลจากขั้วลบ ไปขั้วบวก) ซึ่งมีผลทำให้แบตเตอรี่เสียหาย ได้แบตเตอรี่ก็เหมือน ๆ กับอุปกรณ์ทางกล และทางไฟฟ้าที่ท่านใช้มันทุก ๆ วัน จะมีที่ติด จำกััดในการใช้งานหรือทำงานในการทำงานปกติของวงจรไฟฟ้าหนึ่ง ๆ นั้นมันก็มีสิ่งที่ต่อต้าน การไหลของกระแสไฟฟ้าเสมอ เรียกว่า ความต้านทาน (resistance)

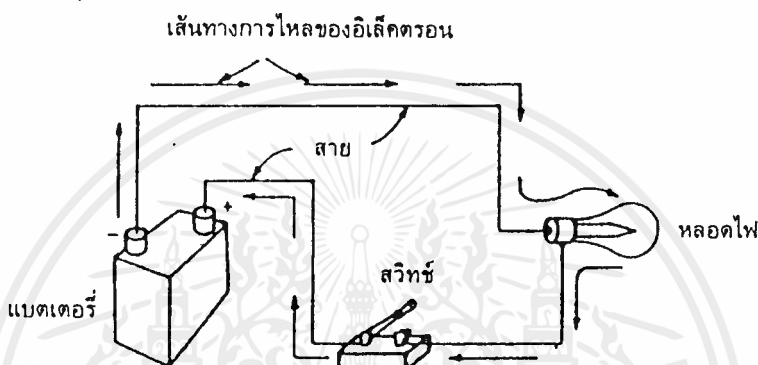
สรุป

1. การเสไฟฟ้าคือการไหลของอิเล็กตรอนผ่านตัวนำ (conductor)
2. สืบเนื่องจากความจริงที่ว่าบรรดานักทดลองยุคแรก ๆ มักคิดถึงไฟฟ้าว่าเป็นของไหลที่มองไม่เห็นอย่างหนึ่ง เราจึงมีคำต่าง ๆ เหล่านี้เกิดขึ้นในทางไฟฟ้า ได้แก่ กระแส (current) การไหล (flow) และกำลังอัด (pressure)
3. ระบบไฟฟ้ามีลักษณะคล้ายคลึงกับระบบไหลเวียนของโลหิตในร่างกายมนุษย์ที่เป็นวงจรปิดกล่าวคือโลหิตไหลออกจากหัวใจแล้วหมุนเวียนไหลมากลับเข้าหัวใจอีก หรือกระแสไฟฟ้าไหลจากแบตเตอรี่และกลับมาที่แบตเตอรี่ใหม่อีก
4. แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่าย แรงดัน (voltage source) ที่ผลักดันไฟฟ้าไป

ในสายไฟ ไฟฟ้าเป็นการไหลของ กระแส อิเล็กตรอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การต้านต่อการไหลของกระแสเราเรียกว่า ความต้านทาน (resistance)
6. กระแสอิเล็กทรอนิกส์ไหลจากลบไปบวก กระแสทั่วไป (convention current) ไหลจากบวกไปลบ
7. กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่าน ตัวนำ โลหะแต่ไม่สามารถไหลผ่าน ฉนวน

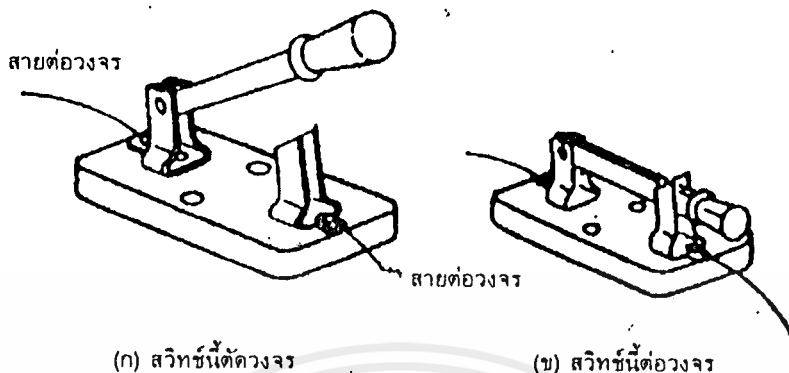


ภาพที่ 63 วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายวงจรหนึ่ง

2.6.2 วงจรไฟฟ้าทำงานอย่างไร

แสดงตัวอย่างวงจรไฟฟ้าง่าย ๆ วงจรหนึ่งท่านคงสามารถไล่ดูเส้นทางเดินของอิเล็กตรอนในวงจรนี้ได้ไม่ยาก (เราเรียกวิธีการนี้ว่า การไล่วงจร หรือ tracing the circuit) สำหรับท่านที่ยังไม่ค่อยแน่ใจตนเองขอให้เรามาเริ่มต้นกันที่ขั้วลบของแบตเตอรี่ก่อนอิเล็กตรอนจะไหลผ่านจากขั้วลบไปยังหลอดไฟผ่านสวิตช์ และกลับไปขั้วบวกของแบตเตอรี่ ถ้าหากมีอิเล็กตรอนไหลผ่านหลอดไฟเพียงพอแล้ว หลอดก็จะติดสว่างได้

ในที่นี้ เราจะยังไม่พูดกันถึงรายละเอียดเกี่ยวกับสวิตช์มากนัก เพียงแต่คิดว่ามันเป็นวิธีง่าย ๆ อันหนึ่งในอันที่จะทำให้วงจรมีความสมบูรณ์หรือครบวงจร สิ่งสำคัญที่ต้องทำความเข้าใจก็คือมันจะไม่ครบวงจรถ้าอิเล็กตรอนไม่สามารถไหลผ่านวงจรและวกกลับมายังขั้วบวก ถ้าอิเล็กตรอนไม่สามารถไหลได้ครบวงจรก็ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหล อันนี้เป็นสิ่งสำคัญที่สุดที่ท่านสามารถจะเรียนรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าคือ วงจรจะต้อง ครบวงจร หน้าที่ของสวิตช์ในวงจรก็คือต่อวงจรให้สมบูรณ์หรือตัดวงจร



ภาพที่ 64 ไฟฟ้าไม่สามารถผ่านวงจรที่ขาดอยู่ได้

อิเล็กทรอนิกส์ไม่สามารถไหลผ่านสวิตช์ไปได้ โดยถ้าสวิตช์อยู่ในตำแหน่งนี้วงจรแล้วหลอดไฟจะไม่ติด แต่ถ้าสวิตช์อยู่ในตำแหน่งต่อวงจร แล้วจะครบวงจรมีอิเล็กทรอนิกส์ไหลผ่านสวิตช์ทำให้หลอดไฟติด ตอนนี้องค์มาสรุปหน้าที่หรือความมุ่งหมาย ของแต่ละส่วนในวงจรไฟฟ้า

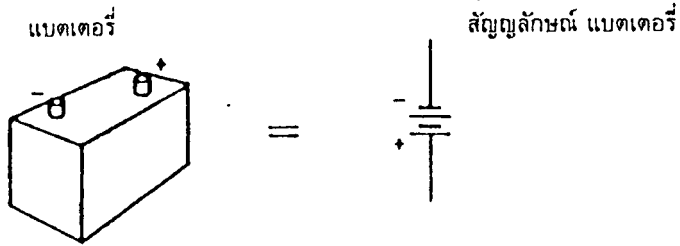
อันแรกคือแบตเตอรี่มันเป็นตัวจ่ายประจุบวกและ ประจุลบ เพื่อความสะดวกเราสามารถกล่าวได้ว่า ประจุนี้ทำให้อิเล็กตรอนไหลผ่านสายไฟ โดยกำลังที่ไปทำให้กระแสไหลได้เรียกว่า แรงดัน (voltage) อันต่อไปเป็นสายไฟ (wire) สายไฟเป็นตัวนำอย่างหนึ่ง ที่ทำให้อิเล็กตรอนไหลไปได้ครบวงจรต่อมา เป็นหลอดไฟ เป็นอุปกรณ์ที่ให้แสงสว่างได้ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมัน และดังได้เคยกล่าวมาแล้วว่า มันต้องการกระแสไฟฟ้าที่แน่นอนจำนวนหนึ่งไหลผ่าน เพื่อทำให้หลอดไฟติด อันสุดท้ายในวงจรคือสวิตช์ในวงจร ต่อวงจรจะทำให้หลอดไฟติด

สรุป

1. ในการล่องวงจรให้ เริ่มที่ขั้วลบของแบตเตอรี่ได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ก็แสดงว่าไม่มีกระแสไหล
2. สวิตช์เป็นวิธีการที่นับว่าสะดวกอย่างหนึ่งในการตัดและต่อวงจร เมื่อสวิตช์ตัด กระแสจะไม่ไหลผ่านมัน เมื่อสวิตช์ต่อจะทำให้วงจรต่อถึงกัน เป็นผลให้มีกระแสอิเล็กทรอนิกส์ไหล

3. เราอาจใช้แบตเตอรี่เป็นตัวจ่าย แรงดัน (voltage) ให้กับวงจร ซึ่งเป็นกำลังอัดทางไฟฟ้าที่ใช้ผลักดันกระแสให้ไหลผ่านสายไฟ

4. อิเล็กตรอนที่ไหลผ่านในวงจรเราเรียกว่า กระแส (current)



ภาพที่ 65 การใช้สัญลักษณ์ช่วยให้การเขียนรูปร่างวงจรง่ายขึ้น

2.6.3 ระบบกระแสไฟฟ้า DC, AC

ไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และกระแสสลับ (AC)

กระแสไฟฟ้าที่จ่ายจากแบตเตอรี่แห้งหรือแบตเตอรี่รีชาร์จได้ เรียกว่ากระแสตรง (DC) ซึ่งไหลจากขั้ว (+) ไปยังขั้ว (-) ส่วนกระแสที่จ่ายจากหม้อแปลง เรียกว่ากระแสสลับ (AC) กวาร์เปลี่ยนไหลของกระแส 50 ครั้งต่อวินาที ที่มีความถี่ 50

กำลังไฟฟ้า Power

กำลังไฟฟ้าที่กำหนดเป็นความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้าก็เช่นเดียวกันกำลังที่ได้โดยใช้น้ำหนักผลคูณของปริมาณน้ำความสูงของระดับน้ำ กำลังไฟฟ้าเป็นปริมาณที่ได้รับต่อหน่วยระยะเวลาก็คือผลคูณของความต่างศักย์ 1 โวลต์ กับกระแส 1 แอมป์แปร์ที่ใช้กับแบตเตอรี่จะมีกำลังช่วงสว่าง 36 วัตต์

กรณีกระแสสลับ (AC) เนื่องจากกระแสเปลี่ยนทางตลอดเวลาประมาณกำลังไฟ (WATT) จะเป็น 0.9 เท่าของความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้าในเฟดเดียวและ 1.5 เท่าในเฟดสาม

เหมือน 1000 เมตรเท่ากับ 1 ก.ม. และ 1000 กรัม เท่ากับ 1 ก.ก.
1000 วัตต์คือเท่ากับ 1 กิโลวัตต์ (KK) 36 วัตต์เท่ากับ 0.036 กิโลวัตต์

ปริมาณงาน (WORK)

กำหนดกระแสไฟฟ้า สว่างอยู่นาน 50 ชม. ปริมาณไฟฟ้าที่ได้รับคือ 1.8 กิโลวัตต์ชั่วโมงหรือ
อาจจะพูดได้ว่า 1.8 กิโลวัตต์ของไฟฟ้าได้ถูกใช้ไปก็ได้

ค่าไฟถูกคำนวณจาก ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ไปเป็นค่ากิโลวัตต์ชั่วโมงต่อเดือน เช่น
ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในหลอดไฟ 100 วัตต์ 6 ชม./วัน และเครื่องชนิดขนาด 30 วัตต์ 40
กิโลวัตต์ ปริมาณกระแสไฟฟ้า 50 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อเดือน

ความต้านทาน (Resistance)

แม้จะมีความสูงของระดับน้ำ หากล้นหรือประตูน้ำปิด น้ำจะไม่ไหลในท่อ หรือ
หากเป็นเล็กน้อยก็จะไหลออกมาเล็กน้อย หรืออาจจะกล่าวได้ว่าการไหลของน้ำจะลดลง
เมื่อมีความต้านทานในท่อกระไหลของน้ำจะลดลงเมื่อมีความต้านทานในหลอดแม้ว่าจะมีความ
ต่างศักย์ก็ตาม

ลวดไฟฟ้า เช่น โลหะที่มีความต้านทานน้อยหรือต่ำและกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านได้ดี
ในทางตรงข้ามลวดไฟฟ้าที่เลว เช่น ไม้มีความต้านทานสูงและกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้น้อย
วัตถุที่มีความต้านทานสูงจะหยุดการไหลของกระแสไฟฟ้า เหมือนกับล้นที่หยุดการไหลของน้ำ
ในท่อเรียกว่า ฉนวน

หลอดไฟที่กล่าวถึงจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 3 แอมแปร์ เมื่อมันถูกต่อกับ
แบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์แต่อีกหลอดหนึ่งกระแสไหลเพียง 1 แอมแปร์ (หมายถึงหลอด
ขนาด 12 วัตต์) ดังนั้นหลอดอันหลังก็มีความต้านทานสูงกว่าหลอดอันแรก 3 เท่า
เนื่องจากฉนวนไม่ยอมให้กระแสไหลผ่านเลย จึงมีค่าของความต้านทานสูงไม่มีกำหนด

ความต้านทานที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ 1 แอมแปร์ ที่ความต่างศักย์ 1 โวลต์
เรียกว่า 1 โอห์ม (Q) หรือผลหารระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าจะเป็นความต้าน
ทานหรือ ความต่างศักย์ (V) = กระแสไฟฟ้า (A) = ความต้านทาน (Q) หลอดไฟ 2
หลอดที่กล่าวมานี้มีความต้านทาน 4 และ 12 ตามลำดับ

* เนตรทิพย์ คู่คงวิริยะพันธ์์ "เทคนิคเครื่องกลไฟฟ้าอุตสาหกรรม" ฉบับที่ 28 ปีที่ 4

เมษายน 2530 กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 อันตรายของไฟฟ้าต่อร่างกาย

อันตรายที่เกิดจากไฟฟ้าขึ้นอยู่กับศักย์ไฟฟ้า จึงได้มีการแบ่งเป็นไฟฟ้าแรงต่ำ (อยู่ระหว่าง 24 -600 โวลต์) และไฟฟ้าแรงสูง (เกิน 600 โวลต์ขึ้นไป) ส่วนไฟฟ้าแรงต้นต่ำกว่า 24 โวลต์ ถือได้ว่าเป็นไฟฟ้าแรงต่ำที่ปลอดภัยตามมาตรฐานของ National Safety Council ไฟฟ้าจะมีผลต่อร่างกายได้นั้น ส่วนของร่างกายจะต้องเป็นส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้า อย่างน้อยจะต้องมีการติดต่อ 2 แห่งระหว่างร่างกาย และต้นต่อของศักย์ไฟฟ้าภายนอก จึงจะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหล ความมากน้อยของกระแสที่ไหลขึ้นอยู่กับศักย์ไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้าของร่างกาย เนื้อเยื่อในร่างกายมีน้ำอยู่มาก ฉะนั้นจึงเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี

โดยทั่วไปกระแสไฟฟ้าจะมีผลต่อร่างกาย 2 ทางด้วยกัน คือ

1. พลังงานไฟฟ้าเมื่อผ่านความต้านทานของเนื้อเยื่อในร่างกายจะทำให้เกิดความร้อน ถ้าร้อนมากจะทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อได้ ถ้าเป็นไฟฟ้าที่ตามบ้าน การไหม้มีคมจะเป็นบริเวณที่ถูกไฟฟ้าหรือบริเวณใกล้เคียงแต่ถ้าเป็นไฟฟ้าแรงสูง เช่น อุบัติเหตุจากอุตสาหกรรม จะทำให้ไหม้เป็นบริเวณกว้างใหญ่ได้
2. ผลของไฟฟ้าต่อร่างกายในข้อนี้ มีรากฐานมาจากความรู้ที่ว่ากระแสไฟฟ้าจะไหลไปตามเส้นประสาทนั้น เกี่ยวข้องกับอีเล็กโตรเดมิคัล แอคชั่น โดแทนเซียล ฉะนั้นเมื่อกระแสไฟฟ้าจากภายนอกมากพอจะกระตุ้นประสาทจนทำให้กล้ามเนื้อหดตัว กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าไปในร่างกายจะทำอันตรายจนถึงแก่ชีวิตได้ ถ้าความเข้มของกระแสไฟฟ้ามีมากพอในบริเวณอวัยวะที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต อวัยวะที่ได้รับอันตรายได้มากที่สุดคือ หัวใจ ไฟฟ้ากระตุ้นให้หัวใจหดตัวเกร็งอยู่จนไม่สามารถจะสูบเลือดออกไปได้ ถ้านานสมสงจะขาดเลือดและตายในที่สุด แต่ถ้าทราบสาเหตุและช่วยได้ทันทั่วทั้งที่ หัวใจจะกลับเต้นได้ใหม่ กระแสไฟฟ้าที่มีความน้อยจะกระตุ้นหัวใจ เฉพาะส่วน คือ จะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงในการกระจายไฟฟ้าของกล้ามเนื้อหัวใจ ถ้าเกิดที่เร็นทริคูลาร์ จะเกิดภาวะเร็นทริคูลาร์ไฟบริลเลชัน ซึ่งแม้ช่วยให้พ้นจากถูกไฟฟ้าดูดแล้วก็ไม่กลับคืนสู่สภาพปกติได้

ผลของกระแสไฟฟ้าต่อร่างกายขึ้นอยู่กับความมากน้อย

1. การใช้นิ้วแตะเมื่อมีกระแสไฟฟ้าถึง 500 ไมโครแอมแปร์จะเริ่มรู้สึก ถ้าใช้มือจับแน่นต้องใช้กระแสถึง 1 มิลลิแอมแปร์ จึงจะเริ่มรู้สึก เพราะความเข้มของกระแสที่ผ่านผิวหนังน้อยกว่า เนื่องจากพื้นที่หน้าสัมผัสใหญ่กว่า
2. กระแสที่ไม่เกิน 5 มิลลิแอมแปร์ถือได้ว่าไม่มีอันตราย ถึงแม้ว่าจะรู้สึกเจ็บปวดบ้างแต่ถ้ากระแสไฟฟ้ามากขึ้นไปถึง 10 หรือ 20 มิลลิแอมแปร์ จะกระตุ้นกล้ามเนื้อแขนทำให้ดึงออกไม่ได้ ซึ่งเป็นเหตุทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตเป็นส่วนมาก ถ้าไม่มีใครช่วยได้ทันทั่วทั้งที่ เร็นทริคูลาร์ ไฟบริลเลชันจะเกิดเมื่อกระแสไฟฟ้ามถึง 100 มิลลิแอมแปร์ แต่ถ้า

กระแสไฟฟ้ามากถึง 1-2 แอมแปร์จะทำให้หัวใจทุกส่วนหดเกร็ง และร่วมกับการหยุดหายใจด้วย

ความมากน้อยของกระแสไฟฟ้าที่จะมีผลต่อร่างกายนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง

1. ความต้านทานของผิวหนัง เมื่อส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายสัมผัสต่อเข้าเป็นส่วนของวงจรไฟฟ้าแล้ว ความรุนแรงของอันตรายที่จะได้รับขึ้นอยู่กับจำนวนกระแสที่ไหลผ่านร่างกายเป็นแอมแปร์ เวลาที่ร่างกายต่อเป็นวงจรไฟฟ้า และความถี่ของคลื่นไฟฟ้า ปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ ความต้านทานของผิวหนัง ตามปกติแล้ว ผิวหนังแห้งจะมีความต้านทานเฉลี่ยตั้งแต่ 100,000 ถึง 600,000 โอห์ม แล้วแต่ความหนาของผิวหนังส่วนนั้น ๆ เมื่อผิวหนังเปียก ความต้านทานจะลดลงมาก เหลือเพียง 1,000 โอห์ม ถ้าผิวหนังทะลุ ความต้านทานบริเวณใต้ผิวหนังจากมือถึงเท้าจะมีความต้านทานวัดได้เพียง 400 ถึง 600 โอห์ม จากกฎของโอห์ม เราพอจะคำนวณได้ว่าถ้าไฟฟ้าที่มีแรงดันเพียง 110 โวลต์ ในขณะที่ผิวหนังชั้น คือ 1,000 โอห์ม ไปหารแรงดัน 110 โวลต์จะมีกระแสไหลผ่านร่างกายประมาณ 110 มิลลิแอมแปร์ มากเกินพอที่จะทำให้เสียชีวิตได้

2. แรงดันไฟฟ้า (ศักย์ไฟฟ้า) สำหรับไฟฟ้าแรงสูง จะทำให้กล้ามเนื้อหดตัวอย่างรุนแรง เกิดอาการกระตุก จนกระทั่งทำให้ผู้ประสบอุบัติเหตุหลุดออกจากไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็วและรอดชีวิตได้เป็นส่วนมาก ส่วนไฟฟ้าแรงต่ำนั้นจะทำให้กล้ามเนื้อหดตัว แต่อาการกระตุกไม่รุนแรงพอที่จะทำให้ผู้ประสบอุบัติเหตุหลุดออกจากไฟฟ้าได้ จึงเป็นเหตุให้มีโอกาสเสียชีวิตได้มากกว่าไฟฟ้าแรงดันสูง

2.6.5 การป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า

เพื่อให้การป้องกันได้ผลดีที่สุด จะต้องเริ่มตั้งแต่การออกแบบและการสร้างเครื่อง รวมทั้งการบำรุงรักษาที่ดีและการใช้เครื่องที่ถูกต้องด้วย

1. การออกแบบและการสร้างเครื่อง เกี่ยวกับเรื่องนี้มีวิธีการ 2 วิธี คือ

ก. ระบบการต่อสายดิน

ระบบการต่อสายดินเป็นระบบที่ได้ผลดีที่สุดในการช่วยให้ความปลอดภัย ถ้าเครื่องที่ใช้กับไฟฟ้าตามสาย (ไฟฟ้ากระแสสลับ 110 หรือ 220 โวลต์) โครงนอกของเครื่องรวมทั้งส่วนที่เป็นโลหะซึ่งยื่นออกมาภายนอกจะต้องต่อกับสายดินด้วย และสายดินจะต้องต่อก่อนที่จะเสียบสายไฟที่มีไฟฟ้าเข้าเครื่อง ทางที่ดีที่สุด คือ ใช้ปลั๊กที่มี 3 ขา โดยมีขาสายดินอยู่กลางและยื่นยาวออกมามากกว่าขาอื่น ๆ ฉะนั้น เมื่อเสียบปลั๊กสายดินจะถูกต่อกันก่อนที่ไฟจะเข้าไปในเครื่อง และเมื่อดึงปลั๊กออกสายดินจะยังคงต่ออยู่ขณะเมื่อสายไฟถูกนำออกไปแล้ว การใช้สายดินแยกออกมาต่างหากมีข้อเสีย คือ อาจทำให้มีการหลงลืม การนำไฟฟ้าอาจไม่มีดีพอ และอาจหลุดง่าย เพราะอาจใช้สายขนาดเล็ก หรืออาจจะใช้ปากทิ่มไขว้ซึ่งไม่แน่นพอ ทั้งเปิดโอกาสให้หลวมมากเกิน การนำไฟฟ้าได้ง่าย ได้มีการทดลองวัดกระแสไฟ

ฟ้าจากเครื่อง อี.ซี.จี. ที่ต่อสายดินแยกต่างหาก พบว่ายังมีกระแสไฟมากเกินไปที่จะทำให้เกิด เวิร์ตคูลาร์ ฟีบริลเลชัน ได้ ในการที่ไม่มีการปลั๊กตัวเมียชนิด 3 ช่อง มักจะนิยมใช้ตัวปรับที่มีทางเข้า 3 ทาง และออก 2 ทางและต่อสายดินแยกต่างหาก แต่วิธีนี้ไม่ควรใช้เพราะไม่ปลอดภัยเท่าที่ควรนอกจากจะใช้เพียงชั่วคราวเท่านั้น

ข. ระบบที่ใช้การแยกแหล่งจ่ายไฟออก

ระบบนี้ใช้ทรานส์ฟอเมอร์แยกการติดต่อระหว่างไฟฟ้าตามสายกับเครื่อง ซึ่งมักทำเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องด้วย ถ้าใช้การป้องกันด้วยระบบนี้เพียงอย่างเดียวนั้นจะได้อัตโนมัติ แต่ความจริงไม่เป็นเช่นนั้น เพราะความปลอดภัยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของทรานส์ฟอเมอร์ คือ อาจมีการรั่วระหว่างขดลวดไพรมารี และขดลวดเซ็คคันดารี ทำให้กระแสส่วนน้อยผ่านไปได้อาจไม่มีความสำคัญในการเกิดไมโครช็อค แต่กระแสที่รั่วนั้นมากพอที่จะทำให้เกิดไมโครช็อคได้

ในภาวะที่ต้องการความปลอดภัยมากเป็นพิเศษ มีวิธีการที่จะช่วยป้องกันเพิ่มขึ้นอีก และทั้งยังมีวิธีการหลายอย่างที่พยายามลดอันตรายจากไมโครช็อค ซึ่งวิธีการบางวิธีจะมีประโยชน์มากและค่าใช้จ่ายไม่สูง แต่บางวิธีมีค่าใช้จ่ายสูงแต่ประโยชน์ได้ยังเป็นที่ยังเป็นที่ยอมรับอยู่ อย่างไรก็ตามจะดี จะต้องคำนึงอยู่เสมอว่าวิธีการออกแบบเครื่องแต่เพียงอย่างเดียวไม่สามารถให้ความปลอดภัยได้เต็มที่ ถ้าเครื่องมือนั้นไม่ได้ใช้อย่างถูกต้องหรือมีการบำรุงรักษาที่ดี อุบัติเหตุหลายอย่างเกิดขึ้นเพราะความผิดพลาดของมนุษย์ ดังนั้น การฝึกอบรมบุคลากรด้วยวิธีการที่ถูกต้องจึงนับว่ามีความสำคัญมาก

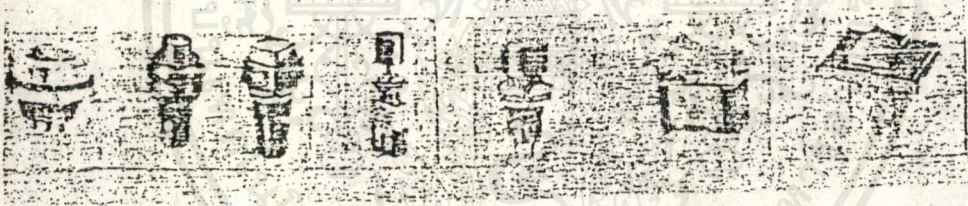
วิธีการป้องกันพื้นฐานที่ใช้กันอยู่ คือ ไม่ให้มีศักย์ไฟฟ้าแตกต่างกันระหว่างวัตถุที่จะมาสัมผัสผู้ป่วย กับตัวผู้ป่วย ป้องกันตัวผู้ป่วยไม่ให้ติดต่อกับวัตถุที่มีทางติดต่อกับสายดิน นอกจากนั้นจะต้องทำการลดกระแสให้รั่วน้อยกว่า 10 ไมโครแอมป์ เพื่อป้องกันอันตรายจากไมโครช็อค

2.6.6 สวิตช์

2.6.6.1 แบบกด (Push Button Switch) ทำงานโดยการใช้นิ้วกดแบ่งเป็น

1. สวิตช์กดติดปล่อยดับ (Momentary Switch) เป็นสวิตช์ที่มีขั้วเดียวและหลายขั้ว เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด เมื่อปล่อยจะทำให้วงจรเปิด เช่น สวิตช์กดออก เป็นต้น สวิตช์แบบนี้เหมาะแก่งานจำพวกปิดวงจรชั่วคราว

2. สวิตช์กดติดกดดับ (Lock Switch) เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด ถ้าต้องการให้วงจรเปิดก็กดอีกครั้ง วงจรก็จะเปิด บางสวิตช์ที่มีไฟอยู่ในตัว เมื่อกดวงจรปิดไฟจะติด ทำให้รู้ว่า เครื่องกำลังทำงานและกดอีกครั้งวงจรจะเปิดไฟจะดับ เป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป



ภาพที่ 66 แสดงลักษณะสวิตช์กดแบบต่าง ๆ

ก. ปุ่มกด

- การทำงานใช้นิ้วชี้
- ระยะเวลาที่เหมาะสม (Preferred Dimnesion) เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.50 นิ้ว (Min = 0.25 inc)

นิ้ว (Min = 0.25 inc)

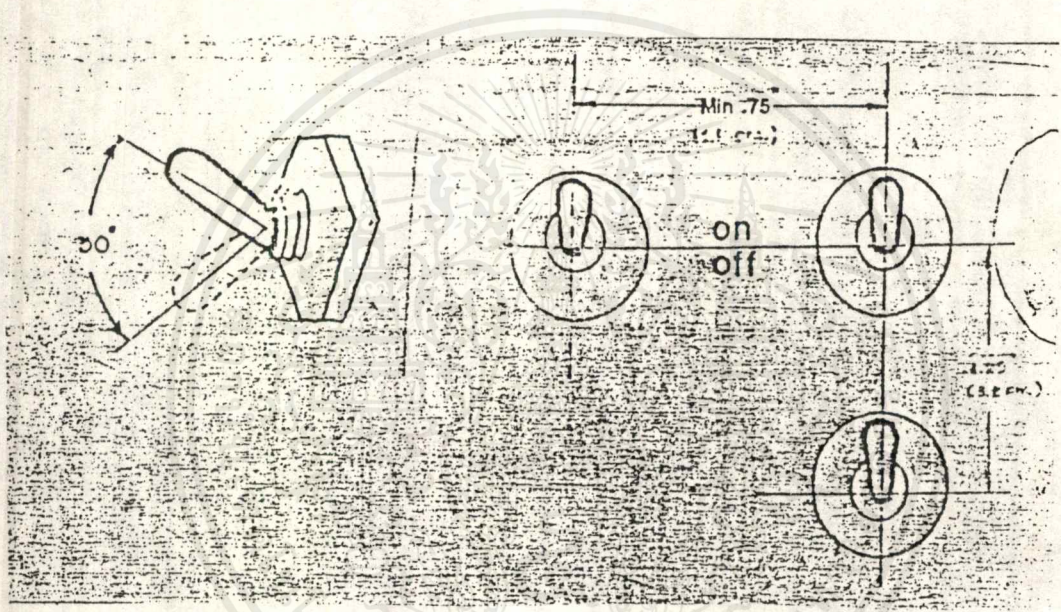
- แรงกด 10 - 20 (สามารถใช้แรงสูงสุดได้ 40 ounce ช่วยลดการกดปุ่มโดยไม่ตั้งใจ)

- ช่วงห่างระหว่างปุ่ม Control อื่น ๆ ประมาณ 0.75 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

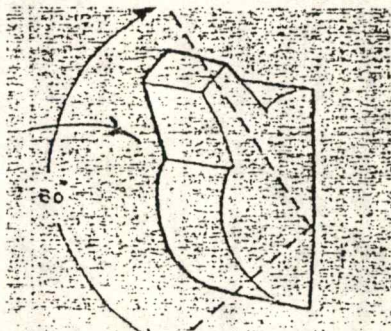
ท. ปุ่มโยก (Toggle Switch)

- การทำงานใช้นิ้วเกี่ยว
- ระยะเวลาที่เหมาะสมลง 0.2 - 1.0 นิ้ว
- การโยกได้ 30
- แรงที่ใช้ 10 - 40 ounce



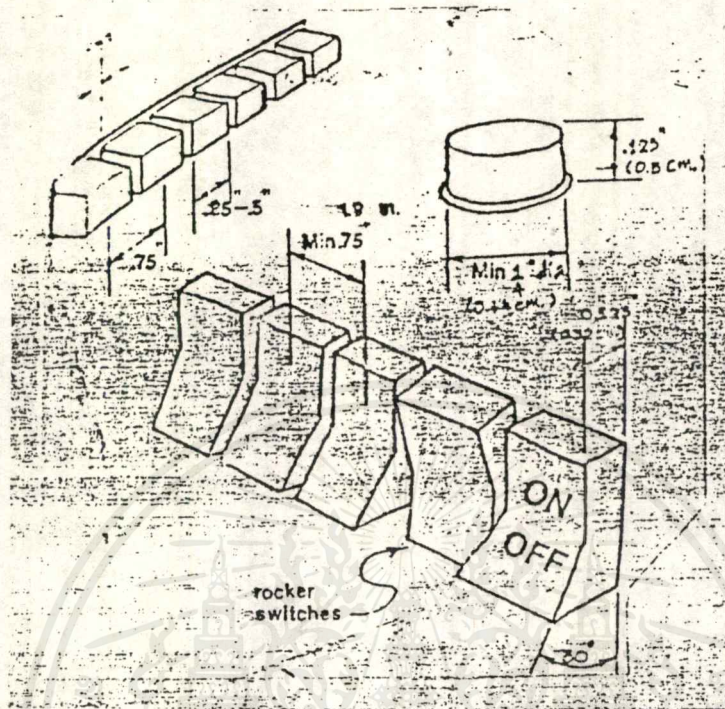
ภาพที่ 67 ภาพแสดงทิศทางการทำงานของปุ่มโยก

Modifies Toggle Switch เป็นชนิดที่ใช้กันมาก นิยมใช้ในบ้านใช้ได้ทั้งแบบ Snap Action และแบบ Silent Action



ภาพที่ 68 แสดงมุมมองสำหรับการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 69 แสดงลักษณะการวางตำแหน่งปุ่มกด

2.6.6.2 สวิตช์โยก (Toggle Switch) ลักษณะการใช้งานเป็นการโยกก้านสวิตช์ให้ทำงานจำนวนขาของสวิตช์แล้วแต่การใช้งาน โดยมากจะมีตั้งแต่ 2 ขาขึ้นไป



ภาพที่ 70 แสดงลักษณะของสวิตช์โยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

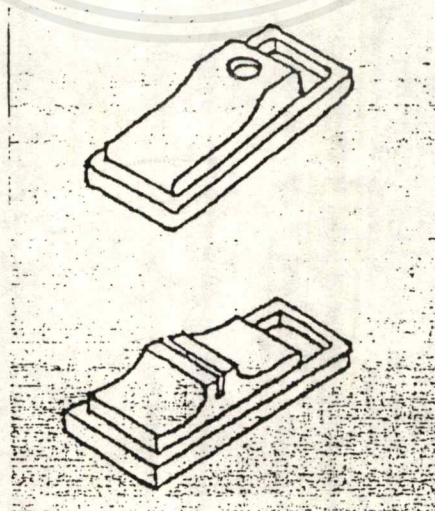
2.6.6.3 สวิตช์เลื่อน (Slide Switch) คล้ายกับสวิตช์โยก แต่ใช้งานโดยการเปลี่ยนปุ่มสวิตช์ ซึ่งอาจจะมีจังหวะการเลื่อน หลาย ๆ ช่วง



ภาพที่ 71 แสดงลักษณะและขนาดของสวิตช์เลื่อน

สวิตช์เลื่อน (Slide Switch)

- การทำงานโดยใช้นิ้วหัวแม่มือ
- มีปุ่มทั้งแบบเรียบและแบบฟันปลา (Serrations)
ชนิดฟันปลาจะใช้ได้ดีกว่าแบบเรียบ
- แรงที่ใช้ตั้งแต่ 10 Ounce ขึ้นไป



ภาพที่ 72 แสดงรูปแบบของสวิตช์เลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6.4 สวิตช์หมุน (Rotary or Selector Switch)

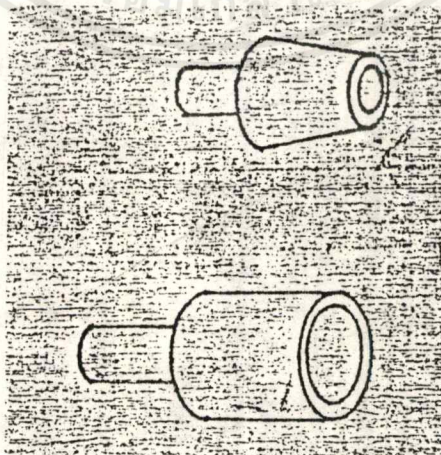
มีหลายซาส่วนมากจะเป็นการใช้ในหน้าที่ เลือกทางเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง เช่น การเลือกแบนด์ในวิทยุ เป็นต้น



ภาพที่ 73 แสดงรูปแบบของสวิตช์หมุน

2.6.6.5 สวิตช์แบบหมุน (Rotary Switch)

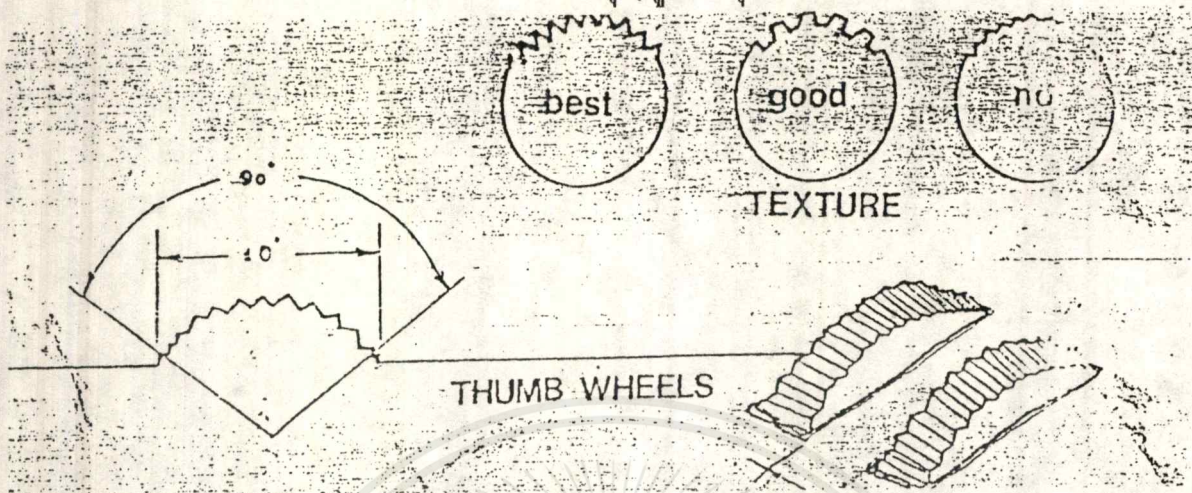
- การทำงานโดยการจับปลายนิ้วหัวแม่มือกับนิ้วกลาง ควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางหรือกว้าง $\frac{3}{8}$ นิ้ว และการจับหมุนด้วยปลายนิ้วหัวแม่มือ, นิ้วชี้ และนิ้วกลาง ควรมีขนาดต่ำสุด $\frac{3}{8}$ นิ้ว มากสุด $\frac{5}{8}$ นิ้ว



ภาพที่ 74 แสดงขนาดของปุ่มหมุนในสวิตช์หมุน

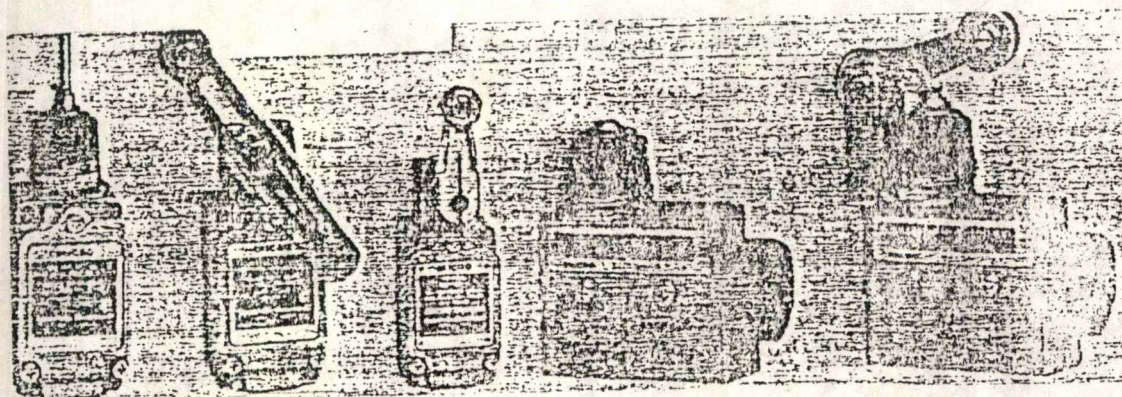
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปุ่มแบบหมคนวดจะมีชื่อและเครื่องหมายบอกทิศทาง การหมุนอยู่บนตัวปุ่ม



ภาพที่ 75 แสดงลักษณะพื้นผิวสัมผัสในการหมุนของสวิตช์

2.6.6.6 สวิตช์ (Micro Switch) เป็นสวิตช์ที่มีความเชื่อถือได้สูงสามารถทนแรงเคลื่อนและกระแสได้หลาย ๆ แอมแปร์ ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำเคลื่อนด้วยทอง ทำให้เป็นทางเดินไฟฟ้าที่ดี ลักษณะสวิตช์จะทำงานโดยการกดเบา ๆ ที่คานหรือปุ่มเล็ก ๆ โดยปกติแล้ว จะต้องมียกลูกเข้ามาประกอบ เพื่อทำหน้าที่กดสวิตช์ เพราะปุ่มกดเล็กเกินไปกว่าที่จะใช้นิ้วกดได้โดยสะดวก ไมโครสวิตช์มีหลายขนาด จำนวนขาที่ใช้งานจะมี 2 หรือ 3 ขาขึ้นไป สวิตช์นี้ได้รับการออกแบบมาให้ใช้กับงานเฉพาะอย่างต่าง ๆ รูปร่างของไมโครสวิตช์มีแตกต่างกันไปตามสถานะการใช้ การติดตั้งจะต้องระมัดระวัง เพราะส่วนของแรงกดอาจทำให้สวิตช์แตกได้



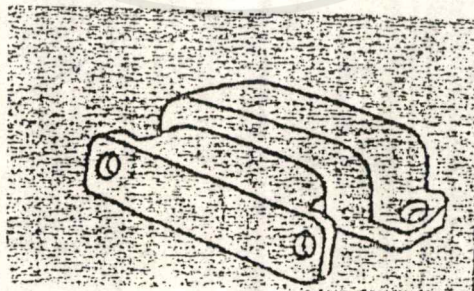
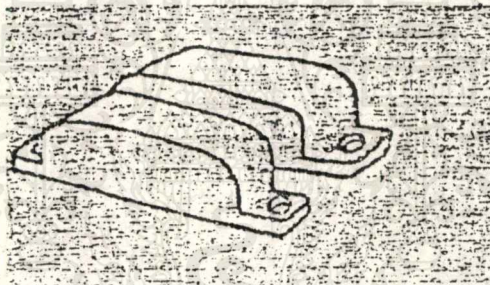
ภาพที่ 76 แสดงตัวอย่างของไมโครสวิตช์แบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6.7 สวิตช์แม่เหล็ก (Reed Switch) หน้าสัมผัสของ สวิตช์จะบรรจุอยู่ในหลอดแก้วเล็ก ๆ ที่ข้างในเป็นสุญญากาศ โดยจะวางอยู่ใกล้ชิดกัน มาก เมื่อได้รับอำนาจแม่เหล็กจากภายนอก หน้าสัมผัสจะแตะเข้าหากัน เป็นการต่อวงจร การที่หน้าสัมผัสอยู่ในหลอดแก้วที่ปิดสนิท จึงช่วยลดการสปาร์คของหน้าสัมผัสลงไปอีกมาก

สวิตช์แม่เหล็กอีกชนิดหนึ่ง คือ Magnetic Switch สวิตช์นี้เป็นสวิตช์ที่ติดตั้ง ง่าย มีความแน่นหนาสูง แต่จะต้องใช้เป็นตัว

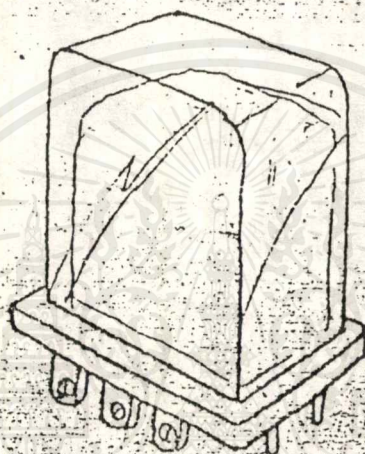
การติดตั้งจะติดส่วนที่จะช่วยแม่เหล็กไว้ในส่วนที่เคลื่อนไหวได้ ส่วนตัวสวิตช์จะ ติดอยู่กับส่วนคงที่ และต่อสายเป็นวงจรออกมา หากใช้ในระบบกันขโมย อาจต้องซ่อน สวิตช์เหล่านี้ไว้ ขณะเมื่อทั้งสองส่วนนี้ประกอบอยู่ใกล้กัน สวิตช์จะถูกอำนาจแม่เหล็กกระทำ อยู่ แต่ถ้าเมื่อไรชิ้นส่วนแม่เหล็กเคลื่อนออกสวิตช์ก็จะเปลี่ยนตำแหน่งส่งงานไปที่แผงควบคุมทันที



ภาพที่ 77 แสดงตัวอย่างสวิตช์ชนิดนี้และวิธีการติดตั้งแสดงไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6.8 รีเลย์สวิตช์ เป็นสวิตช์ทำงานเปิดปิดวงจรได้โดยการ บังคับกระแสไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง ประกอบด้วยหน้าสัมผัสและขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อมีกระแส ไฟฟ้าป้อนเข้าไปในขดลวดแม่เหล็ก ไปดึงดูดแผ่นโลหะให้ติดกัน (หรือผลักให้ห่างออกจากกัน) ก็จะทำให้วงจรไฟฟ้าที่ต่อไปใช้งานเปิดหรือปิดได้ตามต้องการ ลักษณะรูปร่างของรีเลย์ สวิตช์ที่มีหลายอย่าง แต่ส่วนมากจะเห็นเป็นลักษณะของกล่องพลาสติกใส ภายในมีขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า และมีขาหลายขาต่อออกมาจากชั้นแผ่นสัมผัส



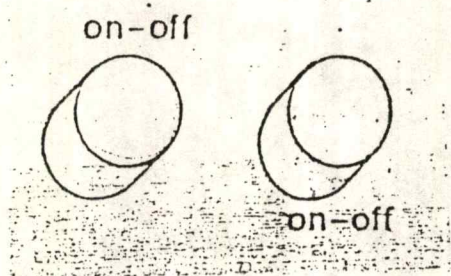
ภาพที่ 78 แสดงลักษณะของสวิตช์รีเลย์สวิตช์

หลักการแสดงเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์การให้งานของส่วนควบคุม
Labels for Controls

- ควรจะแสดงไว้บนตัวปุ่มหรือสวิตช์นั้น ๆ ในปุ่ม Control ที่มีการเลือกระหว่าง 2 ตำแหน่ง ควรจะใช้เครื่องหมายที่เป็นไปตามลักษณะการให้งานที่สะดวก เช่น การกดไปข้างบนหรือข้างขวา สำหรับการเปิดและการกดไปข้างล่างหรือทางซ้าย สำหรับการปิด เป็นต้น
- คำหรือเครื่องหมายที่ใช้ ควรจะใช้คำที่สั้นที่สุดและได้ความหมายที่ถูกต้อง หรือเป็นสัญลักษณ์ที่เป็นสากล (standard) ทุกคนสามารถเข้าใจได้ ไม่ทำให้เกิดการสับสนหรือเข้าใจผิด
- สำหรับปุ่ม control ที่มีขนาดเล็ก จนไม่สามารถแสดงเครื่องหมายไว้บนตัวปุ่มได้ การวางตำแหน่งเครื่องหมาย ควรวางไว้ในตำแหน่งที่เป็น standard เดียวกัน เช่น วางไว้ใต้ปุ่มหรือเหนือปุ่มไว้ให้เป็น standard เดียวกันเหมือนกันหมด

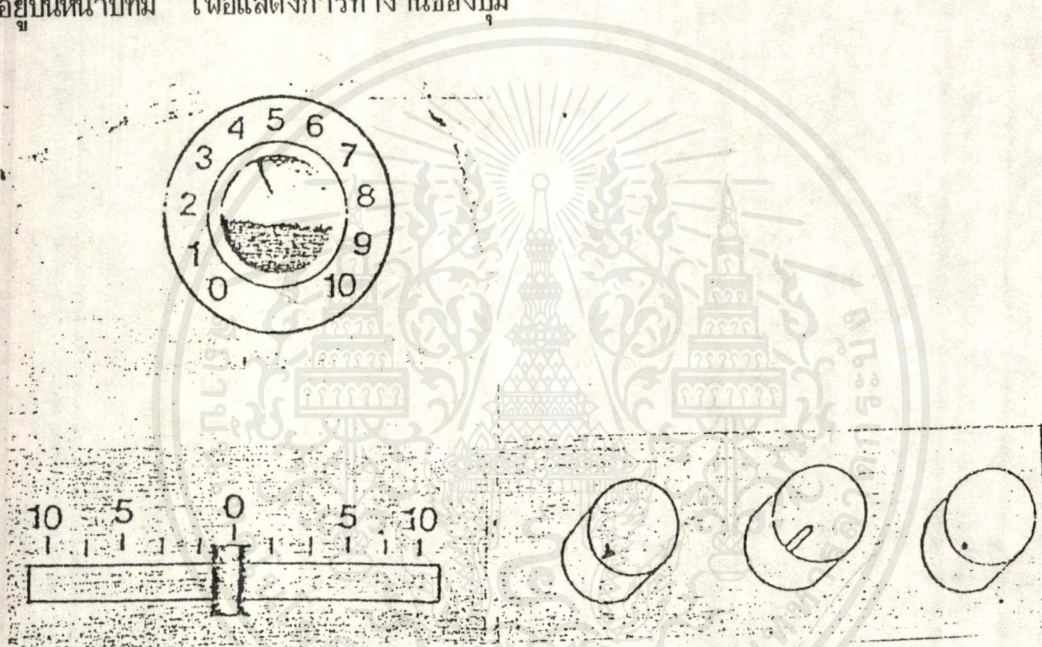
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตโทษตามกฎหมาย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 79 แสดงการวางตำแหน่งของสัญลักษณ์

- สำหรับปุ่ม Control ที่เป็นแบบหมุน และแบบเลื่อนควรมีลูกศรหรือขีดแสดงทิศทางการหมุนหรือเลื่อนไว้บนตัวปุ่ม และควรมีค่าหรือเครื่องหมาย, scale อยู่บนหน้าปัด เพื่อแสดงการทำงานของปุ่ม



ภาพที่ 80 แสดงการบอกตัวเลขหรือสัญลักษณ์บนหน้าปัดควบคุม

2.6.7 สายไฟฟ้า (CONDUCTOR)

สายไฟฟ้า คือ ตัวนำทางไฟฟ้า ซึ่งเป็นทางเดินให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้สะดวก

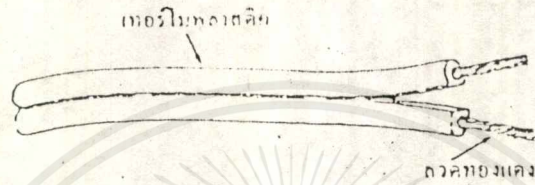
ประเภทของสายไฟ มีอยู่ 3 ชนิด คือ

1. สายไฟทั่วไป (IRS) แบบนี้ใช้เส้นลวดทำเป็นสาย
2. สายขนาดเล็ก (CORD) แบบนี้ใช้ฉนวนอ่อนบิดหรืออวดัดหุ้ม
3. สายเคเบิล (CABLE) แบบนี้เป็นสายขนาดใหญ่ซึ่งภายในมีหลายเส้นมีฉนวนหุ้ม ใช้ได้กับไฟ 250 โวลต์ 440 โวลต์ และ 600 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทแบ่งตามลักษณะการใช้งาน สามารถแบ่งกลุ่มการใช้งาน
สามารถแบ่งกลุ่มการใช้งานได้ดังนี้ คือ

1. สายที่ใช้กับไฟแสงสว่าง ได้แก่ สายที่ใช้ต่อเข้ากับดวงไฟ วิทยุ
โทรทัศน์ และอื่น ๆ ตลอดจนเตาเสียบ สายสำหรับไฟแสงสว่างมักทำด้วยลวดตัวนำเส้น
เล็ก ๆ ตีเกลียวเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความอ่อนตัว แล้วจึงหุ้มด้วยฉนวนเทอร์โมพลาสติก
อีกทีหนึ่ง และมีสายบางอย่างที่หุ้มฉนวนโดยพันด้วยฝ้ายหรือแพรเทียม (RAYON)



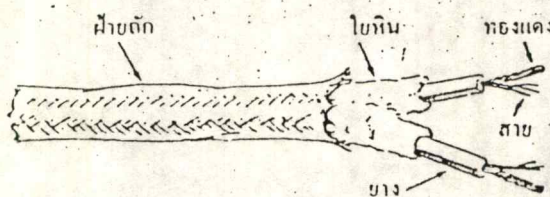
สายที่ใช้กับไฟแสงสว่างอ่อนตัว และ หุ้มด้วยยาง



สายที่ใช้กับไฟแสงสว่างแบบตีเกลียวแล้วหุ้มด้วยฝ้ายดัก

ภาพที่ 81 แสดงลักษณะสายไฟ

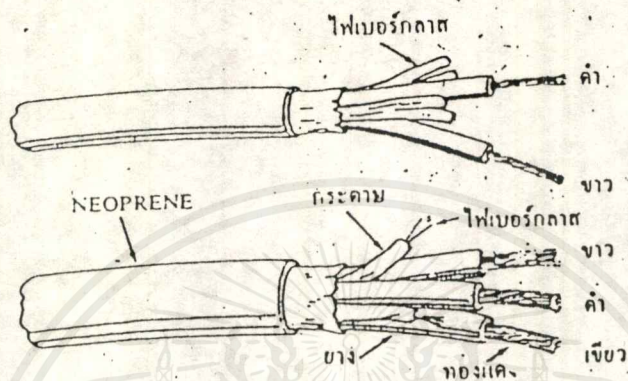
2. สายที่ใช้กับเครื่องใช้หรือตัวทำความร้อน สายประเภทนี้ใช้กับ
พวกเครื่องใช้ทำความร้อนด้วยไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น เตารีด เตาบั้งขนมปัง และเตาอบขนม
เป็นต้น ซึ่งบางทีเรียกว่า "HEATERCORD" ประกอบด้วยชั้นของใยหิน (ASSRITES)
พันรอบเส้นลวดตัวนำที่หุ้มด้วยยางแต่ละเส้นแล้วจึงพันรอบหุ้มวัสดุอีกชั้นด้วยฝ้ายหรือแพร
เทียมอีกอีกชั้น



ภาพที่ 82 แสดงลักษณะของสายที่ใช้กับเครื่องใช้หรือตัวทำความร้อน

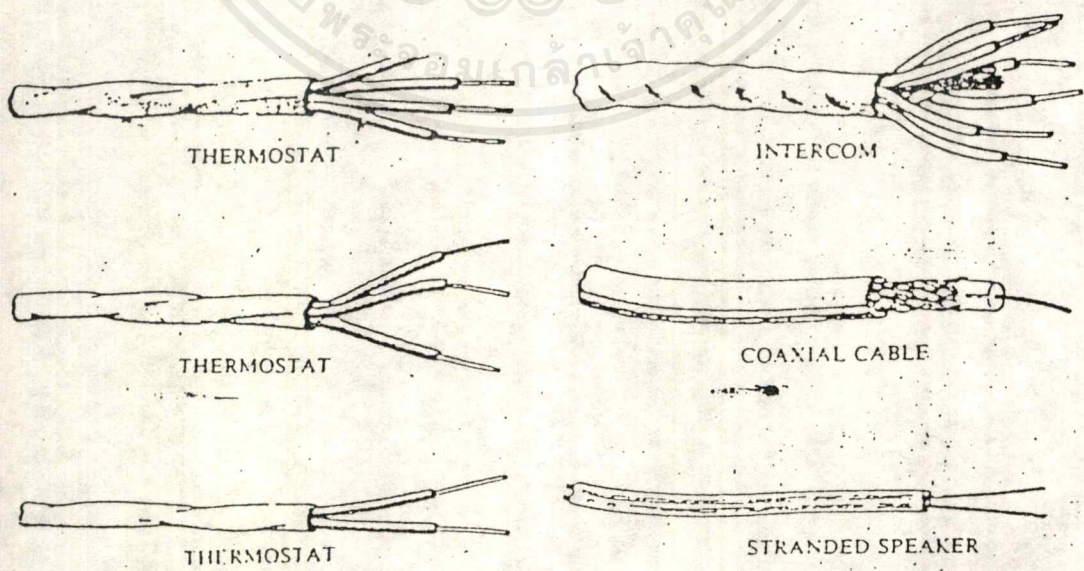
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สายที่ใช้กับเครื่องกำลัง สายที่ใช้กับพวกมอเตอร์ขนาดใหญ่ เครื่องมือที่กินกำลังมาก (HEAVY DUTY) และต้องการกำลังหนัก จะต้องใช้สายที่สามารถทนโหดได้สูง ๆ โดยไม่เกิดความร้อนมากเกินไป



ภาพที่ 83 แสดงลักษณะของสายที่ใช้กับเครื่องกำลังต่าง ๆ

4. สายชนิดอื่น ๆ การใช้งานสายไฟฟ้านั้นนอกเหนือจากเกี่ยวข้องกับสายไฟฟ้าทั่ว ๆ ไปแล้ว บางครั้งอาจต้องทำงานเกี่ยวกับสายใช้งานเฉพาะอย่างควบคู่กันไปด้วย



ภาพที่ 84 แสดงลักษณะของสายชนิดอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุอุปกรณ์มาตรฐาน

การนำสายไฟฟ้ามาใช้งานควรเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ได้มาตรฐาน โดยอาจเลือกใช้แบบที่ผลิตในประเทศก็ได้ไม่จำเป็นต้องใช้ของต่างประเทศเพราะนอกจาก ราคาแพงแล้ว บางครั้งหากเกิดการเสียหายก็อาจหาอะไหล่เปลี่ยนใหม่ไม่ได้อีกด้วย

ปัจจุบันวัสดุ อุปกรณ์ทางไฟฟ้าเป็นจำนวนมากไม่น้อยที่สามารถผลิตได้เอง มีคุณภาพมาตรฐาน โดยการรับรองของสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (ส.ม.อ.) หรือ กระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งจะมีเครื่องหมายประทับบอกให้ทราบที่ผลิตภัณฑ์ เช่น สายไฟฟ้า สวิตช์ เต้าเสียบ สตาร์ทเตอร์ หลอดฟลูออโรสเซนต์ บาลลาสต์และอื่น ๆ


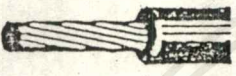
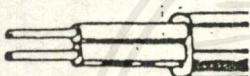

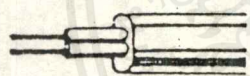



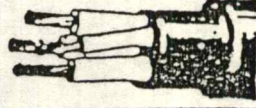
ตารางที่ 10 ชนิดของสายไฟและการใช้งาน

โครงสร้างของสายไฟ	ประเภทงานที่ใช้
เส้นลวดทองแดง, หุ้มฉนวนพีวีซี	เดินสายสำหรับการติดตั้งไฟฟ้าทั่วไปที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวลต์
เส้นลวดทองแดงอบแล้ว, ฉนวนหุ้มพีวีซี มีเปลือกหุ้มข้างนอกอีกชั้น มีสายที่เป็นสายดินอยู่ภายในซึ่งทำขึ้นตามมาตรฐานอเมริกา	เดินสายสำหรับงานติดตั้งไฟฟ้าทั่วไปที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวลต์ และที่มีสายดิน
เส้นลวดทองแดงอบแล้ว ฉนวนหุ้มพีวีซี มีเปลือกพีวีซีหุ้มข้างนอกอีกชั้น บางกรณีจะมีแผ่นเหล็กหุ้มอยู่ภายในเป็นเกราะอีกชั้นหนึ่ง	ใช้ฝังดินได้โดยไม่ต้องร้อยท่อ สำหรับการใช้งานที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวลต์
เส้นลวดทองแดงอบแล้ว, ฉนวนหุ้มพีวีซี มีเปลือกพีวีซี หุ้มข้างนอกอีกชั้นหนึ่ง มีสายดินอยู่รอบนอกได้เปลือก	ใช้ฝังดินได้โดยไม่ต้องร้อยท่อ สำหรับการใช้งานที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวลต์
เส้นลวดทองแดงรีดแข็งแกนกลางเป็นเหล็กชุบสังกะสี	สำหรับเดินสายแรงสูงที่มีช่วงยาว เนื่องจากเหล็กแกนกลางช่วยยับยั้งแรงดึง

ตารางที่ 10 (ต่อ)

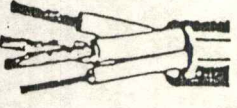


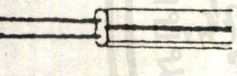




โครงสร้างของสายไฟ	ประเภทงานที่ใช้
เส้นลวดอลูมิเนียม, ฉนวนหุ้มพีวีซี มีเปลือกพีวีซีหุ้มข้างนอกอีกทีหนึ่งชั้น เส้นลวดทองแดงอบแล้ว, ฉนวนหุ้มพีวีซี, มีเปลือกพีวีซีหุ้มข้างนอกอีก 1 ชั้น ระหว่างสายแต่ละเส้น จะมีเชือกกระสอบใส่อยู่ด้วย	ใช้กับงานที่แรงดันไม่เกิน 600 โวลต์ และสามารถฝังดินได้โดยไม่ต้องร้อยท่อ สำหรับสายคอนโทรล, ซึ่งมีแรงดันไม่เกิน 600 โวลต์
เส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว, ฉนวนหุ้มพีวีซี	สายอ่อนสำหรับเครื่องไฟฟ้าทั่วไปที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวลต์
เส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว, ฉนวนหุ้มพีวีซี	สำหรับเดินสายแรงต่ำในรถยนต์
เส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว, ฉนวนหุ้มพีวีซี มีเปลือกพีวีซีหุ้มข้างนอกอีก 1 ชั้น	ใช้สำหรับเดินสายแรงสูงในรถยนต์
เส้นลวดทองแดงอบแล้ว, ฉนวนหุ้มโพลีเอทิลีน	ใช้สำหรับสายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์
เส้นลวดตีเกลียวเปลือย, เส้นลวดตีเกลียวเปลือย	ใช้สำหรับเดินสายแรงสูง

ตารางที่ 11 แสดงชนิดและคุณสมบัติการใช้งานของสายไฟฟ้าตามมาตรฐานอุตสาหกรรม

	แบบ	แรงดันไฟฟ้า ไม่เกิน	อุณหภูมิ ไม่เกิน	การใช้งาน
	IV	250V	60°C	สายชนิดนี้เหมาะกับการใช้งานทั่วไป โดยเฉพาะงานเดินสายร้อย
	HIV		75°C	
	TW	750V	60°C	ในขณะทำงานในอากาศหรือบน
	THW		75°C	
	VAF	250V	60°C	สายชนิดนี้เหมาะกับการเดินเกาะ
	HVAF		75°C	
	VAF-G	250V	60°C	กับพื้นผิวอาคารโดยวิธีร้อยสาย
	HVAF-O		75°C	
	VVF	750V	60°C	โดยอาศัยกับผิวอาคาร ขนาด
	Type B		75°C	
	NM	750V	60°C	ร้อยในบริเวณที่แห้งได้
	Type B-G		75°C	
	NYV	750V	60°C	สายชนิดนี้เหมาะกับการวางฝัง
	Type C		75°C	
	NY Y-N	750V	60°C	ในดินโดยตรง ที่บริเวณนั้นโดย
	Type C-N		75°C	
	NY Y-O	750V	60°C	ไม่มีแรงกระแทกหรืออุณหภูมิ
	Type C-O		75°C	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 (ต่อ)

	แบบ	แรงดันไฟฟ้า ไม่กั้น	อุณหภูมิ แวดล้อม ไม่กั้น	การใช้งาน
	VCT	750V	60°C	ใช้สำหรับเครื่องมือเครื่องใช้ที่มีการ เคลื่อนย้ายดินประจำ
	HVCT		75°C	
	VCT-G	750V	60°C	เช่นเดียวกับ VCT
	HVCT-G		75°C	
	VAFF	250V	60°C	
	HVAFF		75°C	
	VFF	250V	60°C	เช่นเดียวกับ VCT แต่ใช้กับอุปกรณ์ เครื่องมือที่มีขนาดเล็กกว่า
	HVFF		75°C	
	VEF-G	250V	60°C	
	HVFF-O		75°C	
	VTF	250V	60°C	
	HVTF		75°C	
	VSF	250V	60°C	ใช้ภายในเครื่องมือเครื่องใช้
	HVSF		75°C	
	TIS-AV	LOW	60°C	ใช้สำหรับแรงดันไฟฟ้าต่ำมาก เช่น ไฟสว่างชนิด
	JIS-AV	LOW	60°C	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของสาย

ขนาดของสายไฟฟ้าที่ใช้กันตามบ้านมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท ซึ่งมีตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่สำหรับโหลดสูง ๆ โลหะที่ใช้เป็นสื่อนำไฟฟ้าของสายไฟฟ้าโดยทั่วไปมี 2 ชนิด คือ





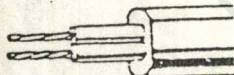
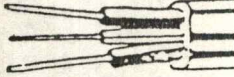
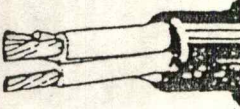

- ก. ทองแดง ซึ่งมีเนื้อทองแดงบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98 ส่วนใน 100
- ข. อลูมิเนียม ซึ่งมีเนื้ออลูมิเนียมบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.3 ส่วนใน 100

ตารางที่ 12 แสดงพิกัดกระแสสูงสุดสำหรับสายไฟฟ้าขนาดต่าง

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


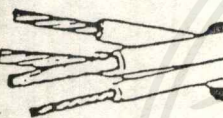
ข้อมูลเกี่ยวกับสายไฟฟ้า ชนิดและการใช้งาน

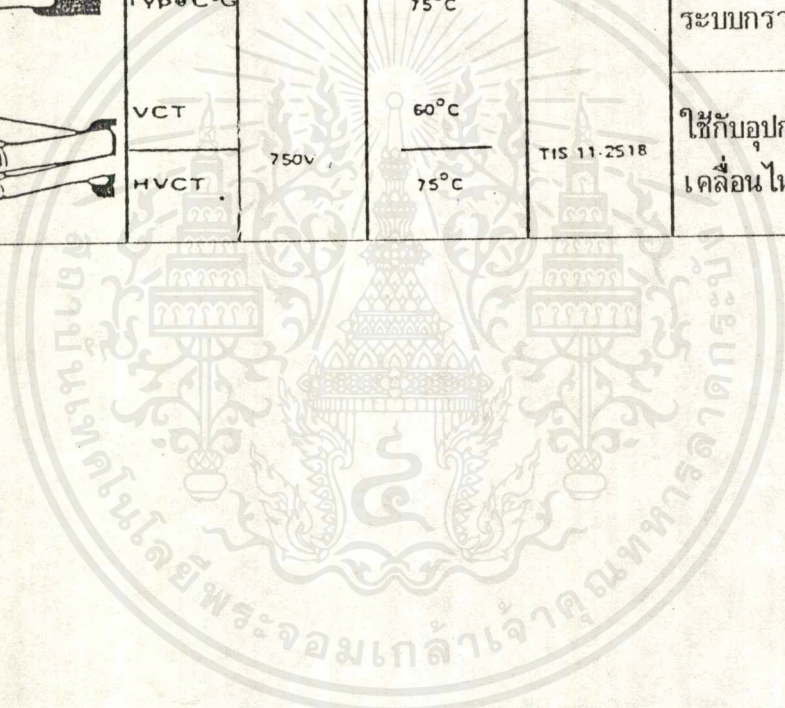
ตารางที่ 13 แสดงคุณสมบัติของสายไฟแต่ละชนิด

	TYPE LETTER	VOLTAGE RATING	MAX CONDUCTOR TEMP	STANDARD	ใช้กับงาน
	IV HIV	250V	60°C 75°C	TIS 11-2518	ใช้กับงานทั่วไปในที่แห้งและที่เปียก
	TW THW	750V	60°C 75°C	TIS 11-2518	ใช้กับงานทั่วไปในที่แห้งและที่เปียก
	VAF HVAF	250V	60°C 75°C	TIS 11-2518	ใช้เดินเกาะผนัง
	VAF-G HVAF-G	250V	60°C 75°C	TIS 11-2518	ใช้เดินเกาะผนังและมีระบบกราวด์
	VVF Type B	750V	60°C 75°C	TIS 11-2518	ใช้เดินเกาะผนัง
	NM Type B-G	750V	60°C 75°C	TIS 11-2518	ใช้เดินเกาะผนังและมีระบบกราวด์
	NYY Type C	750V	60°C 75°C	TIS 11-2518	ใช้กับงานฝังดินหรือไม่ร้อยท่อ
	NYY-N Type C-N	750V	60°C 75°C	TIS 11-2518	ใช้กับงานฝังดินหรืองานร้อยท่อในระบบ 3 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 (ต่อ)





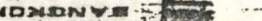

	TYPE LETTER	VOLTAGE RATING	MAX CONDUCTOR TEMP	STANDARD	ใช้กับงาน
	NYG-G	750V	60°C	TIS 11-2518	ใช้กับงานฝังดินหรือ งานร้อยท่อพร้อม ระบบกราฟ
	Type C-G		75°C		
	VCT	750V	60°C	TIS 11-2518	ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ เคลื่อนไหว
	HVCT		75°C		



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

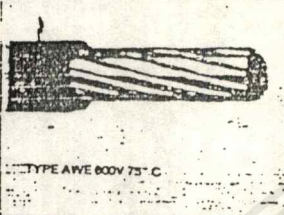
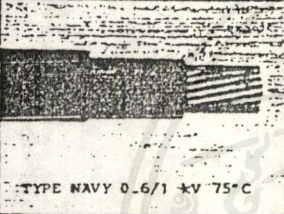
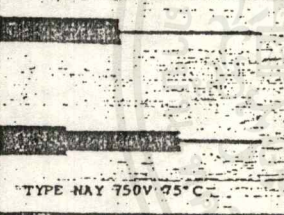


ตารางที่ 14 แสดงชนิดของสายไฟและการใช้งาน

*
COPPER CABLE

TYPE	DETAILS CONSTRUCTION	STANDARD	APPLICATION การใช้งาน
 Dutokumou Rod	COPPER ROD		Redraw rod นำไปรีดต่อความลึกระยะการใช้งาน
 TYPE BCSC	BARE COPPER STRANDED CONDUCTOR	TIS 64-2517 ASTM, DIN JIS, IEC	Aerial power transmission, distribution ใช้เป็นสายส่งกำลังไฟฟ้าเหนือดิน
 TYPE IV 250V 60°C TYPE HV 250V 75°C	SINGLE CORE PVC INSULATED Conductor: -Solid or stranded annealed copper Insulation: -PVC	TIS 11-2518 Table 6	For residential wiring ใช้เดินสายสำหรับติดตั้งไฟฟ้าในอาคารที่อยู่อาศัย
 TYPE VAF 250V 60°C -MEA TYPE B 250V 75°C	2-3 CORES FLAT PVC INSULATED AND SHEATHED Conductor: -Solid or stranded annealed copper Insulation: -PVC Sheath: -PVC	TIS 11-2518 Table 9	For general wiring inside buildings and direct on wall ใช้สำหรับงานติดตั้งไฟฟ้าในอาคารทั่วไป โดยใช้เดินสายกับผนัง
 TYPE VAF-GRD 250V 60°C TYPE B-GRD 250V 75°C	2-CORES PVC INSULATED AND SHEATHED WITH GROUND Conductor: -Solid or stranded annealed copper Insulation: -PVC Sheath: -PVC	TIS 11-2518 Table 10	For general wiring inside buildings and direct on wall ใช้สำหรับงานติดตั้งไฟฟ้าในอาคารทั่วไป โดยใช้เดินสายกับผนัง
 TYPE BE 600V 90°C	SINGLE CORE PVC INSULATED AND SHEATHED Conductor: -Solid or stranded annealed copper Insulation: -PVC Sheath: -PVC	TIS 11-2518 Table 9	For general wiring สำหรับงานติดตั้งไฟฟ้าทั่วไป และเครื่องใช้ทางขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 (ต่อ)

TYPE	DETAILS CONSTRUCTION	STANDARD	APPLICATION การใช้งาน
 <p>TYPE AWE 000V 75°C</p>	<p>SINGLE CORE PE INSULATED Conductor - Compact stranded aluminium Insulation - Polyethylene</p>	IPCEA	<p>Low voltage overhead distribution ใช้สำหรับระบบจำหน่ายแรงดันดินในอากาศ</p>
 <p>TYPE NAVY 0-6/1 kV 75°C</p>	<p>UP TO 4 CORES PVC INSULATED AND SHEATHED Conductor - Solid or stranded aluminium Insulation - PVC Sheath - PVC</p>	VDE 0271	<p>Directly buried in the earth Indoors in wet or dry locations สำหรับเดินฝังดิน หรือเดินในอาคาร</p>
 <p>TYPE NAY 750V 75°C</p>	<p>SINGLE CORE PVC INSULATED Conductor - Solid aluminium Insulation - PVC</p>	PEA	<p>PEA service drop สายเข้ามิเตอร์ของไฟฟ้าส่วนบุคคล</p>
 <p>TYPE SDC 000V 75°C or 90°C</p>	<p>SELF-SUPPORTING SECONDARY AND SERVICE DROP CABLE, DUPLEX, TRIPLEX, QUADUPLEX Conductor - Compact stranded aluminium Neutral Messenger - Bare Phase Conductor - PE or XL-PE insulation</p>	ASTM IPCEA	<p>For secondary runs and service drops เป็นสายที่การไฟฟ้าใช้เดินลงแรงต่ำ</p>
 <p>TYPE SE 000V 90°C</p>	<p>XL-PE INSULATED SERVICE ENTRANCE Neutral - Aluminium wires Sheath - PVC</p>	IPCEA S-66-524	<p>Flame-retardant - moisture-resistant for service entrance ใช้เป็นสายพ่วงจากสถานรับจ่ายการไฟฟ้าเข้ามิเตอร์ มีคุณสมบัติไม่ช่วยไฟฟ้าลัดวงจรทนต่อความร้อน</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 แสดงประเภทชนิดของสายไฟขนาด , และการนำไปใช้งาน

แบบสาย	โครงสร้าง	การนำไปใช้งาน
VFF VTF	ง ข	การเดินเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า มีแรงดันไม่เกิน 250 โวลต์
AV VCT	ง ข ง ข	ใช้เดินสายแรงต่ำในรถยนต์ เป็นสายอ่อนใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีกระแสเคลื่อนที่ไปมา เช่น พัดลมไฟฟ้า
NYN	ก ข ค	ใช้ฝังดินโดยตรง สำหรับการใช้งานที่มีแรงดันไม่เกิน 750 โวลต์ โดยไม่ต้องใส่ในท่อ เหล็กหุ้มอยู่ภายในเป็นเกราะอีกทีหนึ่ง สำหรับกรณีพิเศษ
NYCY AAC	ก ข ค จ จ ฉ	ลักษณะการนำไปใช้งานเช่นเดียวกัน ใช้สำหรับเดินสายแรงสูงที่มีช่วงยาวได้มากกว่าชนิดเพราะมีความต้านแรงดึงสูงมากกว่า
ACSR	ช ข หรือ ฉ	ใช้เดินสายแรงต่ำเพื่อจ่ายไฟฟ้าภายนอกอาคาร แรงดัน 750 โวลต์
AW	ช ข ค	ใช้ฝังดินโดยตรงโดยไม่ต้องใส่ท่อโลหะ ใช้กับแรงดันไม่เกิน 750 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

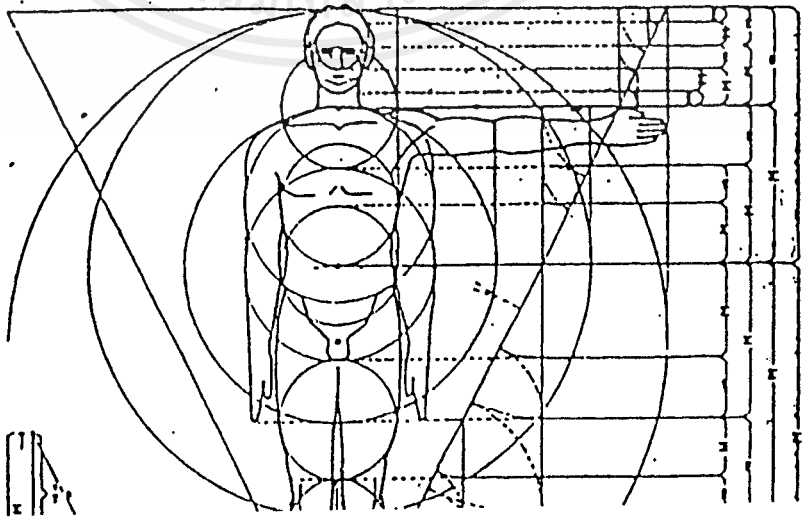
2.7 การศึกษาข้อมูลทางด้านสรีระศาสตร์

การศึกษาทางด้านสรีระศาสตร์เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ เรื่องสัดส่วนของมนุษย์กับการออกแบบ โดยแบ่งออกเป็นเพศหญิง ชาย เด็ก อายุ และอื่น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการนำไปใช้กับงาน โดยยึดถือผู้ใช้

วิธีการวัดสัดส่วนของมนุษย์

DIIRER ได้ค้นพบวิธีการวัดสัดส่วนของมนุษย์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป โดยเริ่มวัดความสูงของร่างกายมนุษย์และกำหนดส่วนย่อยไว้ดังนี้

- 1/2 ของความสูงทั้งหมด = ครึ่งหนึ่งของร่างกายวัดจากต้นขาหรือขาหนีบขึ้นไป จนถึงศีรษะส่วนบน
- 1/4 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของขาวัดจากข้อเท้าถึงหัวเข่า และจากปลายคางถึงสะดือ
- 1/6 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของเท้า
- 1/8 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของศีรษะส่วนบนถึงปลายคางและจากปลายคางถึงราวม
- 1/10 ของความสูงทั้งหมด = ความสูงและความกว้างของใบหน้ารวมถึงหูด้วย และความยาวของมือถึงข้อมือ
- 1/12 ของความสูงทั้งหมด = ความกว้างของใบหน้าวัดจากปลายจมูกส่วนล่างสุด



ภาพที่ 85 แสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนของมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังและความสามารถของมนุษย์

1. กำลังแข็งแรงของมนุษย์มีมากน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ หลายประการ เช่น อุณหภูมิในอวกาศ สภาพทางจิตใจและความแข็งแรงของร่างกายเอง เป็นต้น ดังนั้น การที่จะกำหนดให้แน่ชัดลงไปถึงค่าเฉลี่ยว่ากำลังแข็งแรงของมนุษย์เรามีมากน้อยเพียงใดนั้น ย่อมทำได้ไม่ง่ายนัก

การกำหนดโดยอาศัยจากค่าเฉลี่ยแสดงความแข็งแรง และกำลังของมนุษย์มีประโยชน์มากในการออกแบบเครื่องมือเครื่องใช้ที่ต้องใช้แรงมนุษย์จากการทดลอง ได้ข้อมูลเฉลี่ย คือ มนุษย์สามารถทำงานปรกติได้ด้วยแรงประมาณ 75 วัตต์ หรือ 0.10 กำลังม้า ทั้งนี้ต้องประกอบด้วยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด

ในการออกกำลังทำงาน เช่น ยกน้ำหนัก หรือจุดลากของ ถ้าวัตถุนั้นมีขนาดใหญ่ ต้องใช้พลังงานมากมนุษย์สามารถใช้พลังงานของตนในการบังคับจุดลากหรือออกแรงกระทำทำได้อะไรก็ตามโดยอาศัยการสั่งเกิดจากประสาททั้งห้า แล้วประมาณการว่าจะต้องใช้กำลังแรงเท่าไร จึงจะสามารถทำงานนั้น ๆ ให้สำเร็จไปได้ มนุษย์สามารถออกกำลังใช้งานได้ในช่วงเวลาสั้น ๆ หรือออกกำลังแต่บ่อยในช่วงเวลายาวก็ได้ ทั้งนี้สุดแล้วแต่ชนิดของงานและการตัดสินใจของบุคคล แต่ถึงกระนั้นก็ยังจะมีขอบเขตขีดขั้นงานหนักเกินกำลังมนุษย์ก็ไม้อาจทำได้โดยตรง

ภายใต้สภาพที่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิที่พอเหมาะ บรรยากาศที่มีเพียงพอมีความดันปกติภายใต้แสงสว่างที่พอเหมาะ และภายในสภาพทั้งจิตใจ และร่างกายที่ปกติมนุษย์สามารถรวบรวมกำลังที่ออกแรงทำงานได้สูงสุดถึง 2 กำลังม้า ภายในเวลา 10 วินาที หรือภายใต้สภาพที่เหมาะสม แบบเช่นเดียวกันนี้ มนุษย์สามารถออกแรงทำงานได้ 75 วัตต์ ติดต่อกันไปได้เป็นเวลา 1 นาที

นอกจากความสามารถในการออกแรงทำงานจะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมดังกล่าวแล้ว ยังขึ้นอยู่กับสภาพร่างกายของตนเองอีกด้วย คนอ้วนย่อมเคลื่อนไหวได้ช้ากว่าคนผอมเป็นธรรมดา คนสูงอาจทำงานชนิดใดชนิดหนึ่งได้ดีกว่าคนเตี้ย อย่างไรก็ตามนี้เป็นต้น นอกจากสภาพร่างกายแล้วยังมีสภาพการออกแรงที่มีส่วนสำคัญในความสามารถออกแรงมนุษย์อีกด้วย

โดยปกติทั่วไปมีการแบ่งสภาพการทำงานออกแรงของมนุษย์ได้เป็น 4 ลักษณะ คือ

1. ยก (LIFTING)

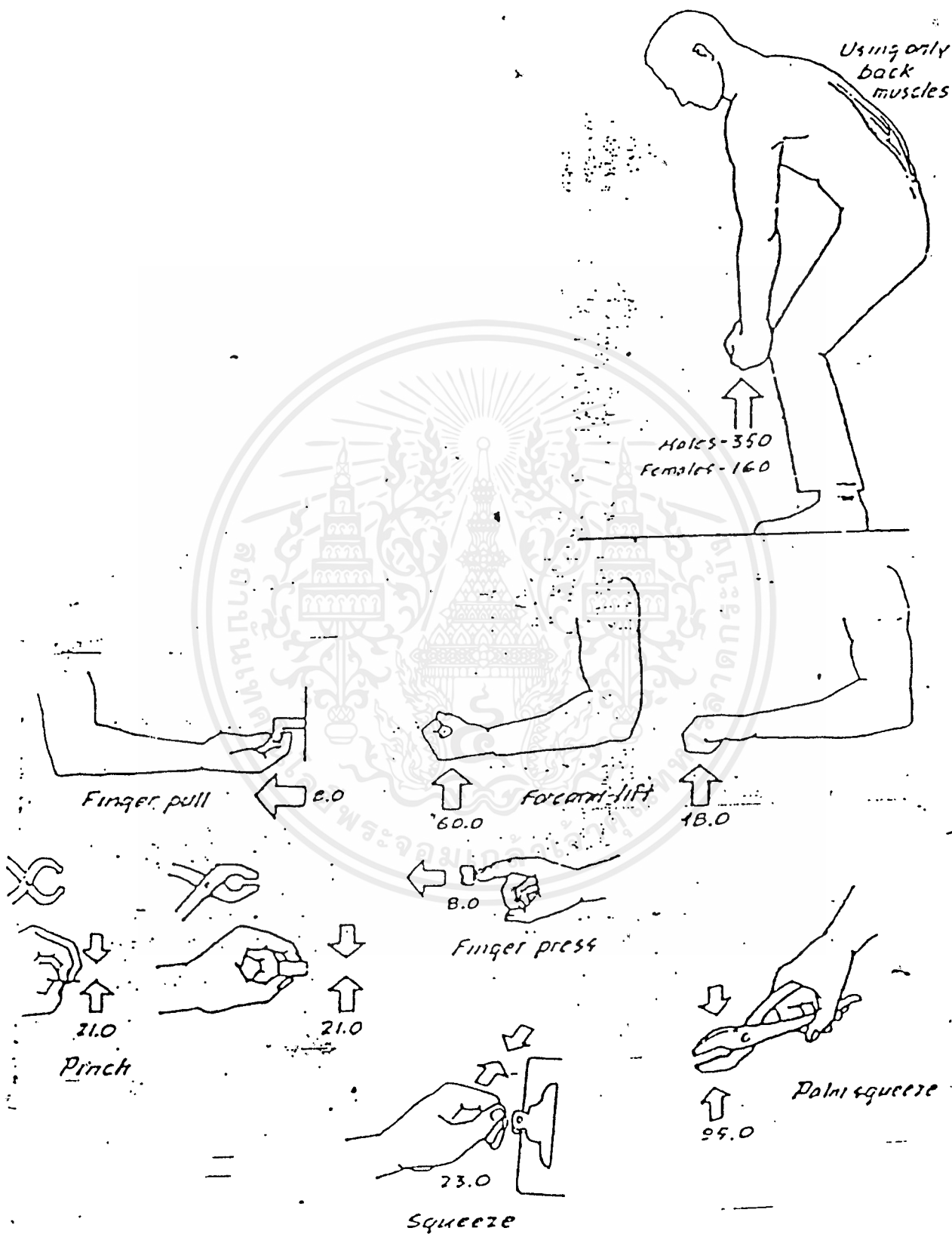
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลัก (PUSHING)
3. ดึง (PULLING)
4. หมุน (TURNING)

ในท่าทางจากลักษณะที่ออกแรงอย่างใดอย่างหนึ่งใน 4 ลักษณะที่กล่าวมานี้ ความสามารถและแรงงานที่ได้จะไม่เท่ากันบางคนอาจสามารถยกของหนักได้มาก ในขณะที่อีกคนสามารถออกแรงผลักของหนักได้ดีกว่าแต่ไม่สามารถแบกยกของมันได้ อย่างนี้เป็นต้น

2. ความสามารถในการควบคุมหรือบังคับเครื่องยนต์กลไกของมนุษย์ เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่นักออกแบบจะต้องเข้าใจ โดยปกติความว่องไวของมนุษย์ (ซึ่งหมายถึงความไวในการมอง กดปุ่ม บังคับ หรือหมุนพวงมาลัยในเวลาขับรถ) นั้น ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม เช่นเดียวกับในเรื่องของความสามารถในการออกกำลังงานและขึ้นอยู่กับความเอาใจใส่ของแต่ละบุคคล ทั้งนี้ครอบคลุมถึงสภาพจิตใจด้วย (ถ้าหากว่าจิตคิดอย่างมือทำอีกอย่าง) ความวิตกกังวลก็เกิดขึ้นได้ นอกจากสภาพสิ่งแวดล้อม และสภาพจิตใจแล้ว สิ่งสำคัญอีกอันหนึ่งคือความเหมาะสมและความถนัดตัวของตัว เครื่องมือ หรือปุ่มบังคับการ หรือหน้าปัดบอกข้อมูลต่าง ๆ ฯลฯ

ปุ่มบังคับที่จับถนัดมือ ย่อมทำให้การบังคับควบคุมรวดเร็วขึ้น ชิมหน้าปัด ไฟสัญญาณ แสงสี ตัวเลข ที่ชัดเจน มองเห็นง่าย ดูเข้าใจง่าย ให้ความสะดวกและบอกข้อมูลต่าง ๆ ให้แก่ผู้บังคับได้รวดเร็ว การจัดระเบียบวางตำแหน่งอุปกรณ์ปุ่มบังคับสวิทช์ต่าง ๆ แผงหน้าปัดบอกข้อมูล และ ไฟสัญญาณตัวเลข เหล่านี้มีผลต่อการปฏิบัติงานที่คล่องตัว สะดวกสบาย การจัดที่เป็นสัดส่วนมีจังหวะขั้นตอนกับการทำงาน มีตำแหน่งที่เหมาะสมตลอดจนการใช้แสงสี ตัวเลขบนหน้าปัดหรือบนแผงสวิทช์ เหล่านี้ล้วนแล้วแต่มีผลโดยตรงกับการควบคุม และปฏิบัติการของผู้ควบคุมทั้งสิ้น



ภาพที่ 86 แสดงกำลังในการทำงานของมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรรเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัดส่วนทางกายภาพของมนุษย์

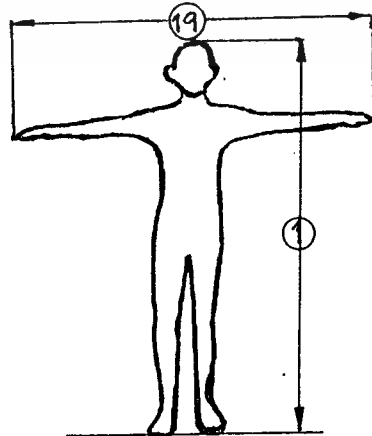
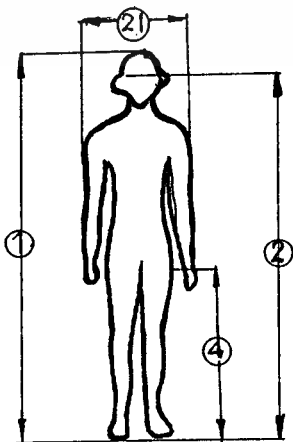
มิติวิกฤต (CRITICAL BODY DIMENSION)

มิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่นเดียวกับความสูงยืน คือค่าที่วัดได้ จะมีค่าสูงสุด (MAX) ค่าต่ำสุด (MIN) และค่าเฉลี่ย (MEAN) การที่จะกำหนดค่าใดเป็นมิติวิกฤต ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ซึ่งแต่ละกรณีจะไม่เหมือนกัน ยกตัวอย่างเช่น การนำมิติหมายเลข (1) ความสูงยืน ไปใช้ในการกำหนดความสูง (ที่ต่ำที่สุด) สำหรับช่องประตู ค่าที่นำไปใช้กำหนดเป็นมิติวิกฤตคือค่า MAX หรือการนำมิติหมายเลข (5) ความสูงเอื้อมมือ ขึ้นมาใช้ในการกำหนดความสูงของชั้นวางของ (SHELF) ค่าที่ถูกกำหนดเป็นมิติวิกฤตคือค่า MIN ซึ่งใน 2 กรณีนี้หรือในทุกกรณีการพิจารณาเลือกกำหนดมิติวิกฤตถือหลักว่ามิติวิกฤตที่เลือกจะต้องไปช่วยในงานออกแบบนำไปใช้ได้ สอดคล้องกับผู้ใช้ทุกขนาดหรือใช้ได้กว้างขวางที่สุด

มิติปรับปรุง (ADJUSTED BODY DIMENSION)

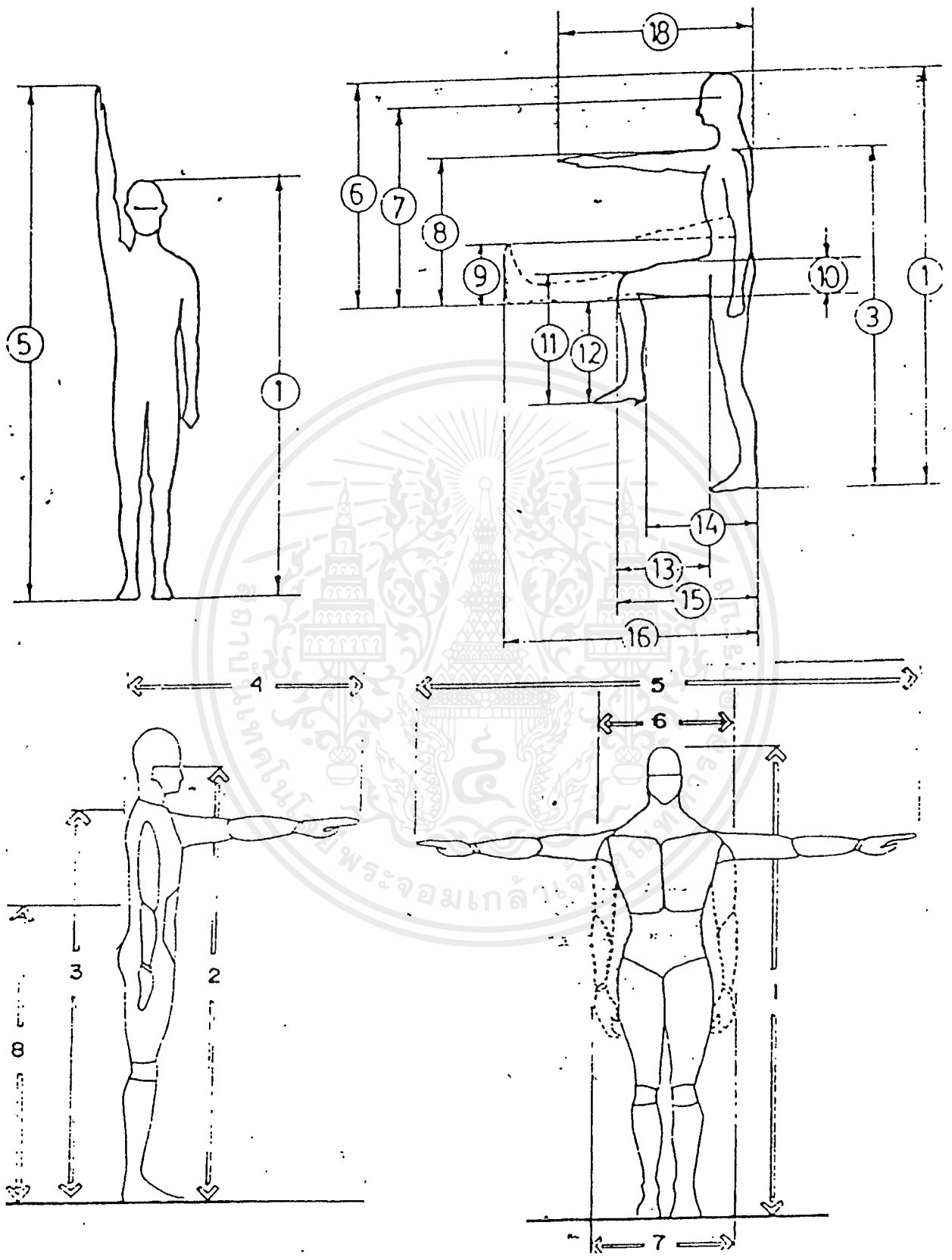
มิติที่แสดงไว้ในตารางเป็นมิติที่วัดจากตัวอย่างที่ไม่สวมรองเท้า, ความสูงยืนวัดแบบกับศีรษะตอนบนสุด, ในขั้นการนำเอาตัวเลขไปใช้งาน จะต้องปรับปรุงมิติเพื่อให้ได้ค่าที่มีความถูกต้องยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มิติในทางตั้ง (VERTICAL DIMENSION) สิ่งที่จะต้องพิจารณาประกอบมิติวิกฤต คือ

1. ความหนาของรองเท้า (FOOTWEAR) กำหนดค่า VARIES จาก 2.5 ซม. ถึง 10 ซม.
2. ความหนาของเครื่องแต่งกาย (CLOTHING) กำหนดประมาณ 2.5 ซม.



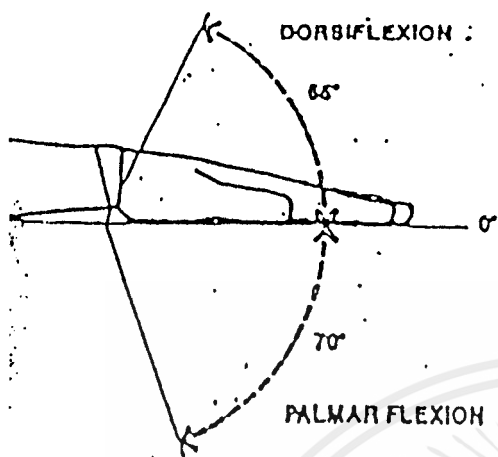
ภาพที่ 87 แสดงขนาดสัดส่วนของทางกายภาพคนไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

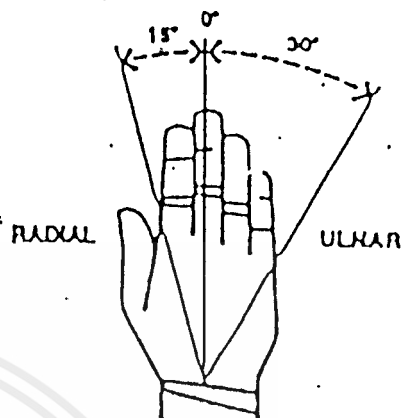


"ข้อมูลสัดส่วนคนไทย" ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง สถาบันวิทยาศาสตร์ประยุกต์
แห่งประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



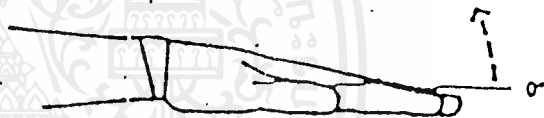
FLEXION AND EXTENSION



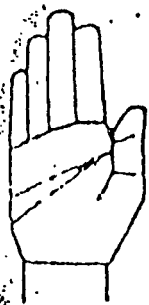
DEVIATION



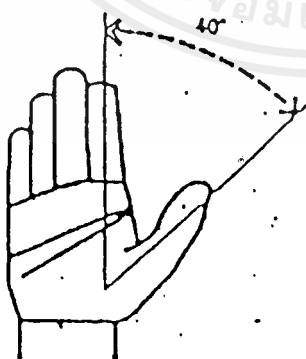
NEUTRAL



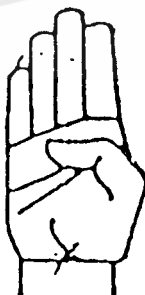
HYPEREXTENSION



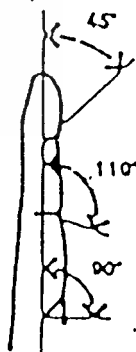
NEUTRAL



ABDUCTION



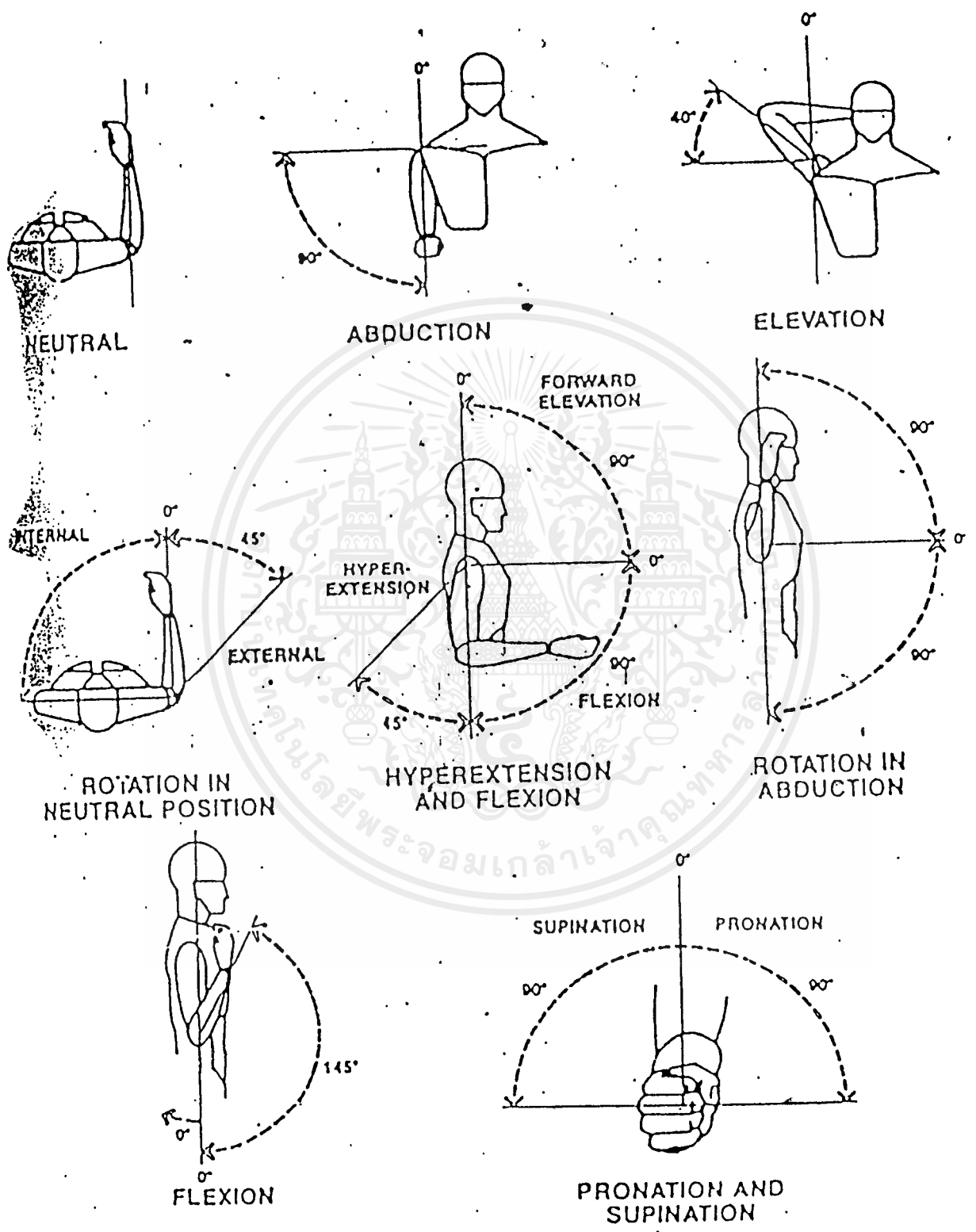
OPPOSITION



FLEXION

ภาพที่ 88 แสดงลักษณะการทำงานของมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 89 แสดงลักษณะสัดส่วนของมุมการพับงอของแขน

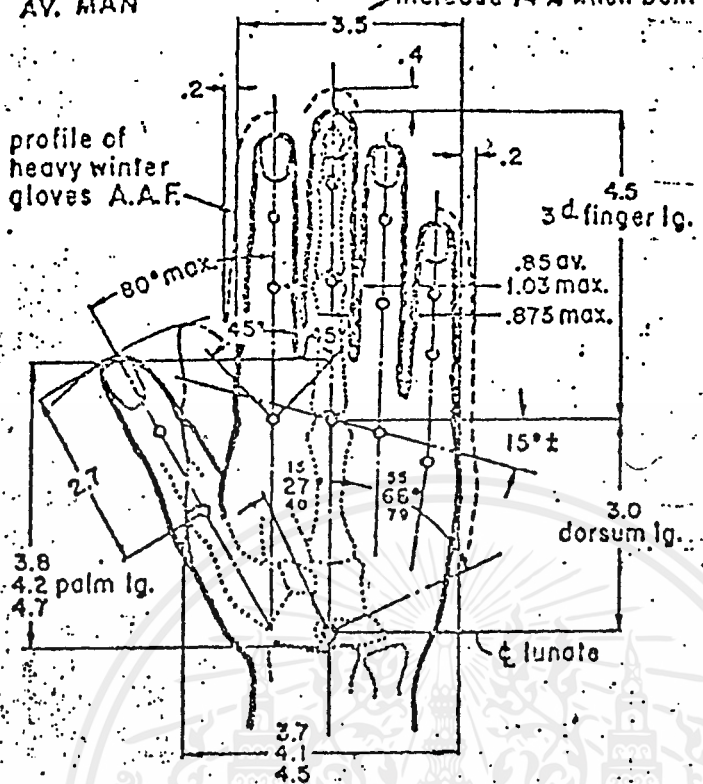
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 แสดงตัวเลขอัตราส่วน (RATIO) ระหว่างมิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายต่อความสูงยืนและมิติวิกฤต (CRITICAL BODY DIMENSION)

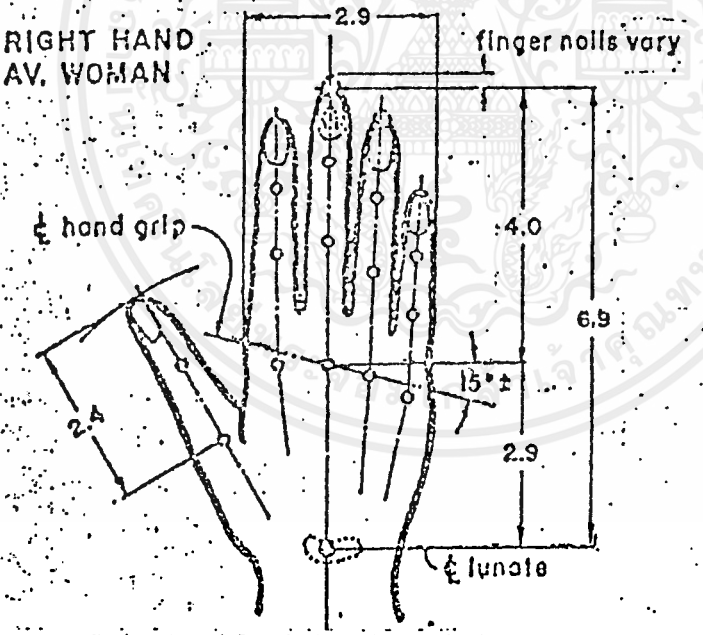
มิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	อัตราส่วน	ความสูงยืน ต่ำสุด	ความสูงยืน เฉลี่ย	ความสูงยืน สูงสุด
1. ความสูงยืน	1.000	148.30	160.60	173.27
2. ความสูงระดับสายตา	0.933	138.36	149.83	161.66
3. ความสูงระดับไหล่	0.827	122.64	132.81	143.29
4. ความสูงระดับมือ	0.437	64.80	70.18	75.71
5. ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	1.255	186.11	201.55	217.45
6. ความสูงนั่ง	0.523	77.56	83.99	90.62
7. ความสูงระดับสายตา	0.460	68.21	73.87	79.70
8. ความสูงระดับที่นั่งถึง ระดับไหล่	0.354	52.49	56.85	61.33
9. ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	0.143	21.20	22.96	24.77
10. ความสูงจากที่นั่งถึงตอนบน ของขาอ่อน	0.082	12.16	13.16	14.20
11. ความสูงจากพื้นถึงตอนบน ของเท้า	0.303	44.93	48.66	52.50
12. ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อน ตอนล่าง	0.218	32.32	35.01	37.77
13. ระยะจากหน้าท้องถึงเท้า	0.223	34.07	35.81	38.63
14. ระยะจากก้นถึงระดับน่อง ตอนบน	0.254	37.66	40.79	44.01
15. ระยะจากก้นถึงเท้า	0.329	48.79	52.83	57.00
16. ความยาวของขาเหยียดตรง	0.626	92.83	100.53	108.56
17. ความกว้างของที่นั่ง	0.226	33.51	36.29	39.15
18. ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	0.491	72.81	78.85	85.07
19. ความกว้างกางแขน	1.022	151.56	164.13	177.08
20. ความกว้างระยะศอก	0.262	38.85	42.07	45.37
21. ความกว้างของไหล่	0.253	37.51	40.63	43.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RIGHT HAND
AV. MAN



RIGHT HAND
AV. WOMAN



HAND DATA	MEN			WOMEN		
	2.5% tile	50.% tile	97.5% tile	2.5% tile	50.% tile	97.5% tile
hand length	6.0	7.5	8.2	6.2	6.9	7.5
hand breadth	3.2	3.5	3.8	2.6	2.9	3.1
3 ^d . finger lg.	4.0	4.5	5.0	3.6	4.0	4.4
dorsum lg.	2.8	3.0	3.2	2.6	2.9	3.1
thumb length	2.4	2.7	3.0	2.2	2.4	2.6

ภาพที่ 90 แสดงสัดส่วนของมือ (เฉลี่ย) หน่วย - นิ้วฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

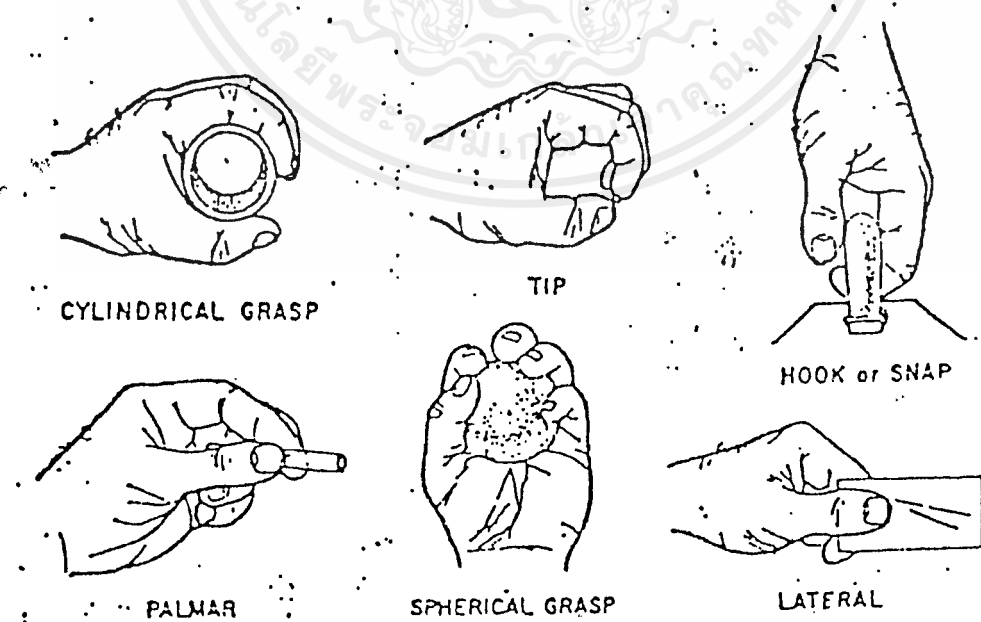
การทำงานของมือ

1. กางนิ้วออก
2. กระจับ กำ หรือจับสิ่งของต่าง ๆ
3. ปล่อนิ้วให้กางออก
4. การเคลื่อนที่ของมือในการทำงานสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแขน
5. การปล่อนิ้วจากการถือ จับ หรือกำสิ่งของต่าง ๆ

ลักษณะของการจับถือสิ่งของ แบ่งการทำงาน ACTION GRIPของมือออกเป็นลักษณะใหญ่ๆ ได้ 2 ลักษณะ

1. POWER GRIP เป็นการจับสิ่งของในลักษณะที่มือ ใช้อุ้งมือเข้าช่วยในการจับสิ่งต่าง ๆ
2. PRECISION GRIP เป็นการจับสิ่งที่ใช้เฉพาะปลายนิ้วเท่านั้น อุ้งมือไม่เกี่ยวข้อง

ลักษณะการจับของมือ ประเภทต่าง ๆ การทำงานของมือในลักษณะต่าง ๆ



ภาพที่ 91 แสดงลักษณะการจับของมือประเภทต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ข้อมูลเกี่ยวกับสี

ทฤษฎีสี

เมื่อผสมแม่สีทั้งสามสีจะทำให้เกิดสีใหม่ขึ้น

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

เมื่อผสมแม่สีทั้งสามสีจะทำให้เกิดสีใหม่ขึ้น แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. สีร้อน (WARM TONE)
2. สีเย็น (COOL TONE)

สีร้อน

คือสีที่ดึงดูดความรู้สึก (ADVANCING COLOURED) มีความสะดุดตาเมื่อมองไกล ๆ

เป็นสีที่มีความกระชุ่มกระชวย

สีเย็น

คือสีที่ไม่ดึงดูดความรู้สึก ไม่สะดุดตา ให้ความรู้สึกสบายตา สามารถมองได้นาน ๆ

โดยไม่ระคายเคืองตา

การเลือกสีกับผลิตภัณฑ์

นอกจากต้องการความสวยงามแล้ว สียังมีผลในการทำให้เกิดความรู้สึกทางด้านอื่น ซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อยู่มาก

การใช้สีเพื่อการออกแบบ

การใช้สีในการตกแต่งพิกนอกรเพื่อให้เกิดความสวยงามตามลักษณะของสุนทรียภาพ และเพื่อชักจูงใจ สำหรับการขายและความชอบนั้น ๆ ส่วนใหญ่จะมีการตกแต่งผลิตภัณฑ์ทุกชนิดด้วยสี การแต่งพิกนอกรเพื่อชักนำใ้มน้าวให้เกิดผลทั้งการขาย ความสะดุดตา

การวิจัยสีกับจิตวิทยา

การวิจัยเรื่อง "COLOUR & MOOD = TONES" ของ DAVID C. MARRAY และ HARDIS L. DEABIER จาก WERWER ได้ทำการทดลองเรื่องสีกับอารมณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีความมุ่งหมายจะดูว่านิสิตโหมทวิชาลัจะแทนความรู้สึกต่าง ๆ ด้วย สีอะไร
เขากำหนดอารมณ์ (MOOD + TONES) 11 ชนิดและสี 8 ชนิด คือ

อารมณ์

- | | |
|------------------------|-------------------|
| - มั่นคง | - สงบเสงี่ยม |
| - ตื่นเต้น เร้าใจ | - ภาคภูมิใจ |
| - นุ่มนวล | - สนุกสนานร่าเริง |
| - ทุกข์อยู่ในความลำบาก | - เกล็ดขัดขัง |
| - ป้องกัน | - มีอำนาจ |
| - ใจคอหดหู่ | |

สี (COLOURS) ที่ได้รับเลือกแทน MOOD - TONES คือ

- | | | |
|------------|-----|--------------------------------|
| - สีแดง | แทน | ความตื่นเต้น ร่าเริง มีอำนาจ |
| - สีดำ | แทน | ความทุกข์ การท้อแท้ |
| - สีน้ำตาล | แทน | การคุ้มครองป้องกัน |
| - สีม่วง | แทน | ความสง่างาม |
| - สีเหลือง | แทน | ความร่าเริงสนุกสนาน |
| - สีส้ม | แทน | ความสดใส มีอำนาจ สง่าภาคภูมิใจ |

DR. PADOLSKY ผู้เชี่ยวชาญเรื่องสีผู้หนึ่งได้ทดลองเกี่ยวกับสีและจิตวิทยา ซึ่งเป็นเรื่อง
ยุ่งยากซับซ้อน เขาได้พบความเห็นพ้องเป็นเอกฉันท์ที่ว่า สีมีอิทธิพลต่อร่างกายมนุษย์ และ
คนเราทุกคนย่อมถูกควบคุมด้วยอิทธิพลของสีที่แวดล้อมรอบ ๆ ตัวเรา จึงนับว่าเป็นเรื่อง
สำคัญมาก เพราะมีอิทธิพลต่อสุขภาพและประสิทธิภาพของเรา

DR. PODOLSKY กล่าวถึงสีต่าง ๆ ดังนี้ซึ่งเป็นผลเฉพาะ

- สีน้ำเงิน** เป็นสีที่ดึงดูด สงบเย็นทำให้เกิดสมาธิเป็นที่นิยมชมชอบของพวก
ผู้ชมมาก และพวกที่มีสติปัญญาส่วนมากก็ชอบสีนี้ได้
- สีเหลือง** เร้า ตื่นเต้น ช่วยให้เกิดความคิด บุคคลที่ชอบพูด ใ้อวดแต่ เรื่อง
ของตัวเองมักชอบสีนี้
- สีเหลืองสด** แสดงถึงความเจริญรุ่งเรือง แสดงแสงแดด ความมั่นคงสมบูรณ์
บางคนก็หมายถึง การแสดงทำเป็นนาย หวาดกลัว เชื่อโรค
- สีแดง** เป็นสีที่จับใจของผู้หญิง ถ้าเป็นนักกีฬาไม่ว่าหญิงหรือชายชอบสีนี้มาก
ในญี่ปุ่นแสดงถึงไฟ และการทำลายล้างเป็นที่นิยมของชาวอินเดียน
บางคนว่าแสดงถึงความกล้าหาญ และกระตุ้นกำลังพวกออกหัก
(LOVE LORN) มีความโหมเอียง ไปในทางสีแดง
- สีขาว** ชาวจีนถือเป็นเครื่องหมายไว้ทุกข์ แต่พวกอเมริกันถือว่าเป็น
ความหมายของความบริสุทธิ์ ร่าเริงถ้าใช้โดดเดี่ยวให้ความรู้สึกเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สีน้ำตาล** เป็นสีอ่อน ถ้าใช้โดดเดี่ยวมีผลให้ความรู้สึกสด
- สีม่วง (PURPLE AND MAUVE)** ให้ความสงบ ความเป็นจริง และทำให้ง่วง
บางคนว่าแสดงถึงความจงรักภักดี ให้ความสง่า ภาคภูมิใจ ความ
เป็นเจ้านาย ความกล้าหาญ แต่คนบางพวกจะมีทัศนคติว่าสีม่วงเป็น
สีแห่งความเศร้า ลึกลับ ราคะและความทุกข์ทรมาน
- สีเทา** ให้ความรู้สึกเศร้าและเย็น
- สีเขียวใบไม้สี** ทำให้จิตใจสงบเยือกเย็น
- สีทูลบาน** ทำให้จิตใจสดชื่นกระชุ่มกระชวย
- การศึกษาถึงลักษณะของสี เกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อสี บางสีละเอียดกว่าเดิมเล็กน้อย

น้อย

- สีแดง** ให้ความรู้สึก มั่นคง สมบูรณ์ ชวนลุ่มหลง ตื่นเต้น เข้าใจ
- สีเหลือง** ให้ความรู้สึกร่าเริงแจ่มใส
- สีเหลืองอ่อน** จะให้ความรู้สึกของความสะอาด ความสว่าง
- สีเหลืองเข้มมาก** จะทำให้สมองเกิดความหงุดหงิดได้ สีเหลืองที่ไกลไปทางสีส้ม
จะมองดูคล้ายของเทียมและคล้ายกับของเล่น สมัยใหม่ที่ตกแต่งไว้อย่างเรียบร้อย สีเหลือง
เนย (BUTTER YELLOW) ทำให้ห้องมีดูสว่างขึ้น สีเหลืองเขียว (YELLOW GREEN) ช่วย
ในด้านความเย็น

สีเขียว ไม่ทำให้เกิดลวงตาเวลามอง จะไม่ใช้ใกล้กับสีแดงในจำนวนเท่ากัน
สีเขียว ให้ความรู้สึกสดชื่นกระชุ่มกระชวยเสมอ และใช้พักสายตาได้ โดยธรรมชาติจะให้
สีเขียวสมควรใช้ในการนำความหมายบางอย่างจากส่วนต้นไม้ สีเทา สีมอ ๆ หรือแก่เน้น
ส่วนมากจะใช้ได้อย่างมากที่เดียวในการเน้นสีนั้น ที่นิยมสำหรับเรือนทำด้วยไม้เมเบิลหรือ
ไม้สัก สีเขียวใสให้ความรู้สึกสดชื่นขึ้น

สีน้ำเงิน สีน้ำเงินเข้มให้ความรู้สึกสงบและลึกลับ น้ำเงินอ่อน เช่น สีน้ำหรือ
ฟ้า มีความสดใสของสีเขียวอยู่ด้วยแม้ว่าจะปราศจากตัวสีเขียวอยู่ด้วยก็ตาม สำหรับผนัง
หรือเฟอร์นิเจอร์ สีฟ้าหรือสีที่ใกล้เคียงกับน้ำ หรือสีน้ำเงินที่ใช้มากไปจะทำให้เกิดความ
เบื่อบาน สีน้ำเงินอมเขียว ให้ความรู้สึกตื่นเต้น เช่น แสงของโอบอล การแพนหางของนก
ยูง เป็นสีซึ่งมีเสน่ห์งดงาม

สีดำ การใช้สีดำบ้างขาวบ้าง ในพื้นที่รวมกับสีอื่น ๆ จะทำให้เกิดความมีชีวิต
ชีวา ร่าเริง เมื่อมีสีดำและสีขาวมีความติดกัน นำมาใช้กับสีอื่น ๆ สีเทาสามารถทำให้เกิด
ความกลมกลืนระหว่างสีอื่น ๆ สามารถจะให้เป็นสีกลางได้ตลอดทุกสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคการใช้สี

1. Colour and form

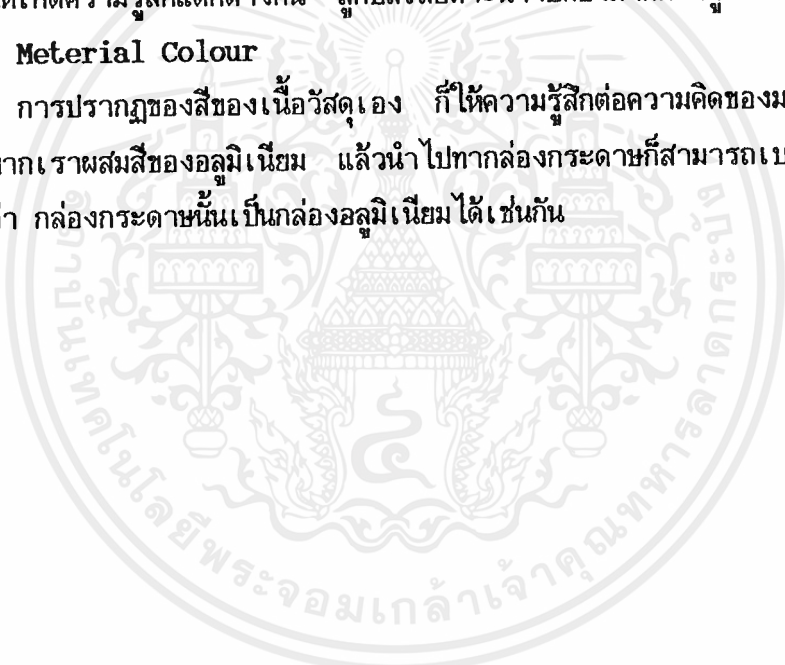
หากรูปร่างของวัสดุมีลักษณะที่เปลี่ยน เช่น กล่องสีเหลี่ยม ถ้าต้องการให้มีลักษณะเด่นในด้านความแข็งแรง ดูเป็นกล่องทึบ หนักและแข็งแรง เราก็ควรเลือกสีมอ ๆ เช่น สีเทาแก่ น้ำเงิน หรือดำ หากเป็นวัตถุไม่มีเหลี่ยม เช่น รูปทรงกลม ถ้าต้องการให้ดูหนัก แข็งแรง เราก็ควรเลือกสีดำ น้ำตาลหรือสีบรอนซ์

2. Colour and texture

บางครั้งสีกับลักษณะผิวไม่เรียบของวัตถุที่ทำ ก็ให้ความรู้สึกต่ออารมณ์ที่ต่างกัน เช่น วัสดุกลมเกลี้ยงเหมือนลูกบิลเลียดกับวัสดุกลมผิวขรุขระเหมือนมะกรูด ถ้าทาสีดำก็จะทำให้เกิดความรู้สึกแตกต่างกัน ลูกบิลเลียดจะน่าจับต้องมากกว่าลูกมะกรูด

3. Material Colour

การปรากฏของสีของเนื้อวัสดุเอง ก็ให้ความรู้สึกต่อความคิดของมนุษย์ถึงตัววัสดุนั้น ๆ หากเราผสมสีของอลูมิเนียม แล้วนำไปทากล่องกระดาษก็สามารถเบนความรู้สึกทำให้เห็นว่า กล่องกระดาษนั้นเป็นกล่องอลูมิเนียมได้เช่นกัน





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
สรุปการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

3.1 การสรุปการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับไซ้ไก่

ไซ้ไก่เป็นศักยภาพ (POTENTIAL ABILITY) หรือแหล่งเริ่มต้นที่ช่วยให้ชีวิตลูกไก่ได้เจริญเติบโตขึ้นมา ชนธรรมชาติได้สร้างสรรค์ให้แต่ละองค์ประกอบในไซ้ไก่มีหน้าที่เฉพาะอย่างและสำคัญต่อการที่จะเป็นสิ่งที่ช่วยประดับประดาหล่อเลี้ยงชีวิตลูกก่อนให้เจริญเติบโตขึ้นได้ โดยปกติและปลอดภัย

รูปร่างของไซ้	ส่วนใหญ่เป็นรูปไซ้คือ	ข้างหนึ่งป้าน	ข้างหนึ่งแหลม	ขนาดของ
ไซ้มาตรฐาน				
น้ำหนัก		50.0	กรัม	
ปริมาตร		53.0	ซีซี	
ความถ่วงจำเพาะ		1.09		
เส้นรอบวงตามยาว		15.7	ซม.	
เส้นรอบวงตามกว้าง		13.5	ซม.	
ดัชนีรูปทรง		74		
ดัชนีพื้นที่		68.0	ซม.	
ความกว้างทั้งหมด		4.2	ซม.	
ความยาวทั้งหมด		5.7	ซม.	

ความทนทานแรงกดและแรงกระทบ คือ ไซ้ไก่น้ำหนักเฉลี่ย 60 กรัม ทนทานแรงกดได้

4.1 กก. ทนแรงกระทบประมาณ 600 ไนน์ต่อวินาที การต้มไซ้ในน้ำเดือด ภายในไซ้จะร้อนช้ากว่าผิวนอก ๆ ของไซ้

อุณหภูมิที่ทำให้ไซ้ขาว ไซ้แดง ตกลิ้ม มีดังนี้

ช.

57 ไซ้ขาวบางส่วน เริ่ม เป็นลิ้ม แต่ต้องใช้เวลาานาน

60.3 จุดตกลิ้มของ ไซ้ขาวใสขึ้นใน

65 ไซ้ขาว เป็นลิ้มขึ้นอยู่ตัว ไม่ไหล

70 กว่าขึ้นไป ไซ้ขาวเป็นก้อนแข็งตัว

การทำให้ไซ้สุกที่ 70 ช. ดีที่สุด คนย่อยไซ้ขาวสุกได้ราว 86 ไซ้ขาวสุกย่อยง่ายและ

ร่างกายดูดซึม ได้ง่ายกว่า ถ้าใช้อุณหภูมิสูงกว่านี้จะทำให้ไซ้แดง เลื่อมคุณค่าทางอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การสรุประบบของเครื่องลวกไข่

3.2.1 ระบบที่ใช้หลอดให้ความร้อน

- ข้อดี - ติดตั้งง่าย
 - ให้ความร้อนได้สูง
 - ปลอดภัย
 - สะดวกต่อการติดตั้ง
 - สามารถตัดโค้งให้เป็นรูปแบบตามต้องการ
- ข้อเสีย - ราคาแพง

3.2.2 อุปกรณ์สร้างความร้อนโดยใช้คลื่นความถี่สูง

- ข้อดี - ติดตั้งง่าย
 - ปลอดภัย
- ข้อเสีย - ราคาแพง
 - ไม่สามารถให้ความร้อนได้สูง
 - เปลี่ยนแปลงรูปทรงได้ยาก

3.2.3 อุปกรณ์สร้างความร้อนโดยใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า

- ข้อดี - สะดวกในการใช้งาน
- ข้อเสีย - มีขนาดใหญ่, ราคาแพง

3.3 การสรุปจำนวนของไข่ที่ใช้ในครอบครัวขนาดเล็ก

เนื่องจากจุดประสงค์ในการออกแบบปรับปรุงเครื่องลวกไข่ในครอบครัวนี้ ใช้สำหรับขนาดเล็ก หรือครอบครัวเดี่ยว ซึ่งประกอบไปด้วย พ่อ แม่ และลูกเท่านั้น เป็นครอบครัวที่เราสามารถพบได้โดยทั่วไปในสังคมปัจจุบัน ซึ่งคู่สมรสต้องการความเป็นอิสระมากขึ้น จำนวนสมาชิกในครอบครัวขนาดเล็กนี้จะมีจำนวน 4 คน และปริมาณแร่ธาตุที่ร่างกายต้องการของเด็ก และผู้ใหญ่เพียงพอสำหรับการรับประทานไข่ 1 ฟอง ต่อ 1 วัน ดังนั้น จึงกำหนดให้เครื่องสามารถลวกไข่ได้ครั้งละ 4 ฟอง

3.4 การสรุปพฤติกรรมการลวกไข่ด้วยเครื่องลวกไข่

เริ่มจากผู้ซื้อ ไข่ไก่แล้วนำมาทำความสะอาดเปลือกไข่ด้านนอก แล้วนำไข่มาวางบนฐานวางไข่ของเครื่องลวกไข่ ตามจำนวนที่ต้องการ เสียบปลั๊กไฟเปิดสวิทซ์การทำงานของเครื่องรอจนไฟที่แสดงว่าไข่สุกสว่างขึ้น ปิดสวิทซ์ ดึงปลั๊กออก ยกฝาครอบออก นำไข่มาวางบนภาชนะรองรับ และทำความสะอาดเครื่องลวกไข่

3.5 การสรุปพฤติกรรมการกินไข่ลวก

เริ่มจากนำไข่ลวกที่ลวกเสร็จแล้วนำมาใส่ภาชนะที่รองรับ กระเพาะไข่เปลือกครึ่งบนออกไป โดยใช้ช้อนกาแฟหรืออุปกรณ์ที่เหมาะสมเติมเครื่องปรุงต่าง ๆ ลงไป เริ่มรับประทานไข่ลวก ทำความสะอาดภาชนะต่าง ๆ เช่น ภาชนะรองไข่ลวก ช้อน ฯลฯ

3.6 การสรุปพลาสติกที่นำมาใช้

พลาสติกที่มีความเหมาะสมต่อการนำมาผลิตส่วนต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสม เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ต่าง ๆ มีดังนี้

1. CA
2. CAB
3. PS₂
4. PS₃
5. ABS

3.7 การสรุปสวิตซ์ที่นำมาใช้

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เพื่อให้สามารถอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้มากที่สุด ขณะใช้งาน จึงต้องมีการปรับระดับความร้อนของการลวกไข่ได้ สวิตซ์แบบหมุน จึงมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน เนื่องจากเลือกทางเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง

3.8 การสรุประบบไฟฟ้าภายในบ้าน

กระแสไฟฟ้าที่จ่ายจากหม้อแปลง คือ กระแสสลับ (AC) ไฟฟ้าโดยทั่วไปของบ้านพักอาศัยจึงใช้กำลังไฟขนาด 220 โวลต์ ดังนั้น เครื่องลวกไข่จึงต้องสามารถใช้ได้กับไฟฟ้าขนาด 220 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 การสรุปข้อมูลทางด้านสรีระศาสตร์

เครื่องลวกไข่ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งเป็นแม่บ้าน สัดส่วนต่าง ๆ จึงต้องใช้สัดส่วนสรีระของสตรีเป็นหลักในการออกแบบ คือ ความกว้างของ นิ้วมือทั้งหมดมีความกว้าง 2.9 นิ้ว ความสูงขณะยืนของสตรีเฉลี่ย 160.60 ซม. ความสูง ระดับมือเฉลี่ย 70.18 ซม. ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า 78.85 ซม.

ลักษณะการจับของมือประเภทต่าง ๆ ที่ต้องเกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์เครื่องลวกไข่

1. การจับแบบ (PALMAR)
2. การจับแบบ (CYLINDRICAL GRASP)
3. การจับแบบ (HOOK OR SNAP)

3.10 การสรุปข้อมูลสี

เนื่องจากผลิตภัณฑ์เครื่องลวกไข่เป็นผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับเครื่องประกอบอาหารซึ่งเป็นเรื่องของโภชนาการ และความสะอาด มีอนามัย ดังนั้น สีที่เลือกใช้ควรเป็นสีที่ดูแล้วบริสุทธิ์ สะอาด ไม่สกปรก เลอะเทอะ สีที่คุณสมบัติดังกล่าวได้แก่ สีขาว ครีมน หรือสี ขาวงาช้าง



บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำสู่การออกแบบ

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำสู่การออกแบบ

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 6 ส่วนหลัก ได้แก่

4.1 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงานของผลิตภัณฑ์ โดยจะแบ่งออกเป็น

- 4.1.1 การวิเคราะห์ระบบการทำงาน
- 4.1.2 การวิเคราะห์ส่วนให้พลังงานความร้อน
- 4.1.3 การวิเคราะห์หน่วยควบคุม
- 4.1.4 การวิเคราะห์สายไฟ

4.2 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ โดยจะแบ่งออกเป็น

- 4.2.1 การจัดวางตำแหน่งการใช้งาน
- 4.2.2 การวิเคราะห์การจัดวางตำแหน่งไซ
- 4.2.3 การวิเคราะห์ลักษณะการระบายอากาศภายใน
- 4.2.4 การวิเคราะห์ส่วนของฝาครอบ

4.3 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรม

4.4 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับวัสดุที่นำมาผลิต

4.5 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการผลิต

4.6 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาการผู้ใช้

4.7 การสังเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์นี้จะดำเนินไปตามขั้นตอนดังกล่าวข้างต้น เพื่อให้การออกแบบบรรลุผลตามเป้าหมายที่วางไว้ดังนี้คือ

4.1 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงานของผลิตภัณฑ์

4.1.1 การวิเคราะห์ระบบการทำงาน

- ก. การทำงานจากระบบไฟฟ้า
- ข. การทำงานจากระบบแก๊ส
- ค. การทำงานจากระบบเชื้อเพลิงสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 เปรียบเทียบระบบการทำงาน

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค
มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง	4	2	3
บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	3	3	4
มีความเหมาะสมต่อระยะเวลาการใช้งานขนาดเล็ก	4	2	2
มีความสะดวกต่อการใช้งาน	3	2	4
กระจายความร้อนได้ทั่วถึง	4	3	2
มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	4	1	2
รวมคะแนน	22	13	17

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป เลือกระบบไฟฟ้ามาเป็นระบบการทำงานของเครื่อง

4.1.1.1 การวิเคราะห์ระบบกระแสไฟที่ใช้ในผลิตภัณ์

ก. ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ข. ระบบไฟฟ้ากระแสตรง

ตารางที่ 19 การเลือกระบบกระแสไฟฟ้า

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข
มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง	2	4
ง่ายต่อการผลิต	4	3
บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	4	2
ความร้อนที่เกิดขณะใช้งานต่ำ	4	2
มีความเหมาะสมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็ก	3	4
มีความสะดวกต่อการใช้งาน	3	3
มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณ์	4	3
รวมคะแนน	24	21

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป เลือกระบบไฟฟ้ากระแสสลับมาใช้ในผลิตภัณ์

4.1.2 ตารางวิเคราะห์ส่วนให้พลังงานความร้อน

- ก. ระบบที่ใช้ขดลวดให้ความร้อน
- ข. อุปกรณ์สร้างความร้อนโดยใช้คลื่นความถี่สูง
- ค. อุปกรณ์สร้างความร้อนโดยใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า

ตารางที่ 20 การเลือกส่วนให้พลังงานความร้อน

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค
การติดตั้งทำได้ง่าย	4	3	2
ให้ความร้อนได้สูง	4	3	3
มีความปลอดภัย	4	3	3
สามารถตัดโค้งได้ตามรูปแบบที่ต้องการ	4	2	2
มีขนาดเล็กไม่เปลืองเนื้อที่	4	3	1
มีราคาถูก	1	1	1
รวมคะแนน	21	15	12

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป เลือกใช้ระบบที่ใช้ขดลวดให้ความร้อน

4.1.2.1 การวิเคราะห์ตำแหน่งการวางตัวให้ความร้อน

- ก. วางตรงจุดกลางของถาดน้ำร้อน
- ข. วางชดรอบถาดน้ำร้อนโดยให้เส้นรอบวงเป็นครึ่งเท่าของถาดน้ำร้อน
- ค. วางด้านใดด้านหนึ่งของถาดน้ำร้อน

ตารางที่ 21 ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งของตัวให้ความร้อน

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค
มีความมั่นคงแข็งแรง	4	4	4
ง่ายต่อการผลิต	4	4	4
บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	4	4	4
ความร้อนกระจายได้ทั่วถึง	3	4	2
มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	3	4	2
รวมคะแนน	18	20	16

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป เลือกวางตัวให้ความร้อนให้ชดรอบถาดน้ำร้อน

4.1.2.2 การวิเคราะห์การตัดระบบการให้พลังงานความร้อน

- ก. ตัดโดยใช้เทอร์โมสแตส
- ข. ตัดกำลังจากต้นพลังงาน
- ค. ตัดโดยใช้ระบบการตั้งเวลา

ตารางที่ 22 ตารางวิเคราะห์วิธีตัดพลังงานที่ส่งมา

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค
มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง	4	2	3
ง่ายต่อการผลิต	3	4	2
บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	3	4	2
ทนความร้อนได้ดี	4	4	3
มีความสะดวกต่อการใช้งาน	4	2	3
มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	4	2	2
รวมคะแนน	22	18	15

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป เลือกวิธีการตัดระบบการให้พลังงานความร้อนโดยใช้เทอร์โมสแตส

4.1.3 การวิเคราะห์สวิตช์ที่ใช้ควบคุม

- | | |
|-----------------|-------------------|
| ก. สวิตช์แบบกด | ข. สวิตช์แบบโยก |
| ค. สวิตช์เลื่อน | ง. สวิตช์แบบหมุน |
| จ. สวิตช์จีว | ช. สวิตช์แม่เหล็ก |
| ซ. รีเลย์สวิตช์ | |

ตารางที่ 23 ตารางวิเคราะห์สวิตช์

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค	ง	จ	ช	ซ
การติดตั้งทำได้ง่าย	3	3	3	3	2	2	3
มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน	2	1	1	4	1	1	1
สามารถเลือกหน้าที่ในการทำงานได้ง่าย	1	3	3	4	1	1	1
ทนทานต่อการใช้งาน	2	2	3	4	2	3	3
มีราคาถูก	3	3	3	2	1	1	2
มีความแม่นยำในการทำงาน	2	3	3	3	4	3	3
รวมคะแนน	13	15	16	20	11	11	13

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป เลือกใช้สวิตช์แบบหมุน

4.1.3.1 การวิเคราะห์การวัดวางตำแหน่งสวิทช์ควบคุม

- ก. ด้านข้างช่องเครื่อง
- ค. ด้านบนฝาครอบ
- ง. ด้านหน้าของตัวเครื่อง

ตารางที่ 24 ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งของสวิทช์

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค
ความสะดวกในการใช้งาน	1	4	4
มองเห็นได้ชัดเจน	1	4	4
มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	2	3	4
สามารถติดตั้งได้ง่าย	4	1	4
รวมคะแนน	8	12	16

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

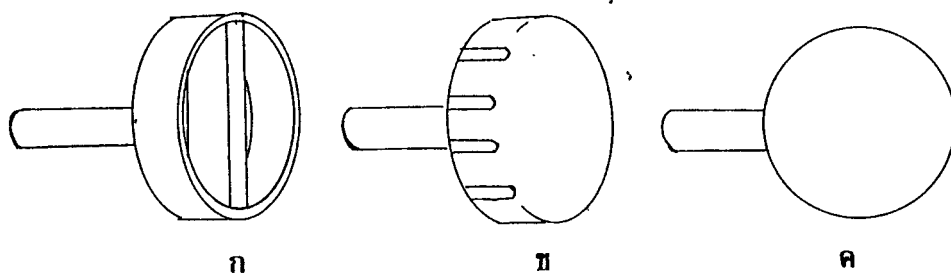
3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป เลือกจัดวางตำแหน่งสวิทช์ไว้ทางด้านหน้าของเครื่อง

4.1.3.2 การวิเคราะห์ลักษณะของสวิตช์ควบคุม



ตารางที่ 25 ตารางวิเคราะห์ลักษณะของสวิตช์

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค
มีความมั่นคงแข็งแรง	3	4	2
มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง	4	3	3
ง่ายต่อการผลิต	3	4	2
บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	4	3	2
มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน	4	3	2
จับได้กระชับมือและเข้ากับสรีระของมนุษย์	4	3	1
มีความสะดวกต่อการใช้งาน	4	3	2
มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	3	4	3
รวมคะแนน	29	27	17

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป เลือกสวิตช์ควบคุมแบบทรงกระบอกที่มีครีบริดตรงกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.3 การวิเคราะห์ส่วนแสดงสัญญาณการทำงาน

- ก. เสี่ยง
ข. แสง
ค. ความสิ้นสะเทือน
ง. แถบสี

ตารางที่ 26 ตารางวิเคราะห์ส่วนแสดงสัญญาณ

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค	ง
มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง	3	2	1	4
ง่ายต่อการผลิต	2	3	1	4
บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	2	4	2	3
ระบบการทำงานไม่ยุ่งยาก	2	4	1	3
สื่อสัญญาณได้ชัดเจน	4	4	3	1
มีความเหมาะสมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็ก	3	4	2	3
มีความสะดวกต่อการใช้งาน	2	3	1	3
มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	3	4	1	2
รวมคะแนน	21	28	12	23

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป เลือกแสงมาเป็นส่วนแสดงการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 การวิเคราะห์สายไฟ

4.1.4.1 การวิเคราะห์ประเภทของสายไฟ

สายไฟมีอยู่ด้วยกัน 3 ประเภท คือ

- ก. สายไฟทั่วไป แบบนี้ใช้เส้นลวดทำเป็นสาย
- ข. สายขนาดเล็ก แบบนี้ใช้ฉนวนอ่อนชนิดหรืออโต้หุ้ม
- ค. สายเคเบิล แบบนี้เป็นสายขนาดใหญ่

ตารางที่ 27 ตารางวิเคราะห์ประเภทของสายไฟ

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค
ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็ก	3	4	1
มีขนาดที่เหมาะสม	3	4	1
ซ่อมแซมง่าย	3	3	1
ผลิตได้ง่ายในระบบอุตสาหกรรม	3	4	3
มีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์	2	4	1
รวมคะแนน	14	19	7

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป เลือกใช้สายไฟประเภทสายขนาดเล็ก

4.1.4.2 การวิเคราะห์ชนิดของสายไฟ

- ก. เส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว ฉนวนหุ้ม P.V.C.
 ข. เส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว ฉนวนหุ้ม P.V.C. มีเปลือก D.V.C. หุ้มข้างนอก 1 ชั้น
 ค. เส้นลวดทองแดงอบแล้ว ฉนวนหุ้ม โฟลีโอทอลีน

ตารางที่ 28 ตารางวิเคราะห์ชนิดของสายไฟ

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค
ใช้กับเครื่องไฟฟ้าขนาดเล็ก	4	4	4
ใช้กับเครื่องไฟฟ้าที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวลต์	4	4	4
มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	4	3	3
ซ่อมแซมได้ง่าย	4	3	3
ผลิตได้ง่ายในระบบอุตสาหกรรม	4	3	3
รวมคะแนน	20	17	17

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป เลือกใช้สายไฟชนิดเส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว ฉนวนหุ้ม P.V.C.

4.1.4.3 การวิเคราะห์การวางตำแหน่งสายไฟ

- ก. ด้านหน้าของเครื่อง
- ข. ด้านล่างของเครื่อง
- ค. ด้านข้างของเครื่อง
- ง. ด้านหลังของเครื่อง

ตารางที่ 29 ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งสายไฟ

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค	ง
การจัดวางทำได้สะดวก	2	2	4	4
ไม่เกะกะพื้นที่ในการจัดวางเครื่อง	3	2	3	2
สะดวกต่อการเสียบปลั๊กไฟ	3	3	1	4
มีความเรียบร้อยสวยงาม	1	4	2	4
มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	2	1	3	4
รวมคะแนน	10	12	13	18

ค่าคะแนนความถี่ของ
ลำดับค่าความสำคัญ

- 4 = ดี
3 = ปานกลาง
2 = พอใช้
1 = ใช้นไม่ได้

สรุป เลือกวางตำแหน่งสายไฟให้อยู่ทางด้านหลังของเครื่อง

4.1.4.4 การวิเคราะห์ทิศทางการออกของสายไฟจากตัวผลิตภัณฑ์

- ก. ด้านหลัง
- ข. ด้านข้างซ้าย
- ค. ด้านข้างขวา
- ง. ด้านล่าง
- จ. ด้านหน้า

ตารางที่ 30 ตารางวิเคราะห์ทิศทางการออกของสายไฟจากตัวผลิตภัณฑ์

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค	ง	จ
มีความมั่นคงแข็งแรง	3	3	3	2	3
มีความปลอดภัยในการใช้งาน					
สูง	3	4	4	2	2
ง่ายต่อการผลิต	3	3	3	2	3
บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	4	4	4	3	4
มีความเหมาะสมต่อพฤติกรรม	4	2	2	3	2
มีความสะดวกต่อการใช้งาน	4	2	2	4	1
มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	4	3	3	4	2
	25	21	21	20	17

ค่าคะแนนความถี่ของ
ลำดับค่าความสำคัญ

- 4 = ดี
- 3 = ปานกลาง
- 2 = พอใช้
- 1 = ใช้นไม่ได้

สรุป กำหนดให้ทิศทางให้สายไฟออกจากตัวผลิตภัณฑ์ทางด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4.5 การวิเคราะห์ลักษณะการเก็บสายไฟ

- ก. แบบพับเก็บ
- ข. แบบม้วนโดยใช้สปริง
- ค. แบบพันรอบตัวเครื่อง
- ง. แบบแยกออกมาจากตัวเครื่อง

ตารางที่ 31 ตารางวิเคราะห์การเก็บสายไฟ

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค	ง
มีความมั่นคงแข็งแรง	3	3	4	3
มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง	3	2	4	3
ง่ายต่อการผลิต	4	2	4	3
บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	4	2	4	3
มีความเหมาะสมต่อระบบการทำงาน	3	1	3	2
มีความสะดวกต่อการใช้งาน	2	4	2	3
มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	3	2	4	2
รวมคะแนน	22	12	25	19

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

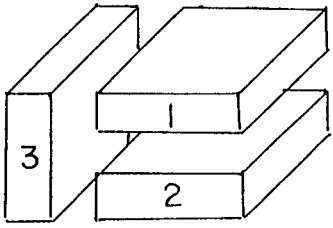
2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

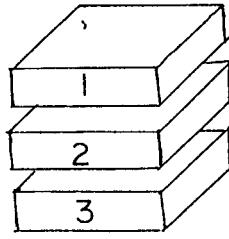
สรุป ลักษณะการเก็บสายไฟเป็นแบบพันรอบตัวเครื่อง

4.2 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวเนื่องกับการออกแบบ

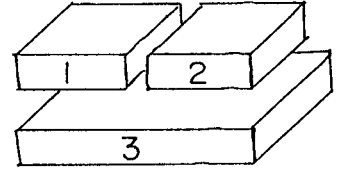
4.2.1 การวิเคราะห์การจัดวางตำแหน่งการใช้งาน



แบบ ก



แบบ ข



แบบ ค

หมายเหตุ 1. ส่วนใช้งาน 2. ส่วนให้ความร้อน 3. ส่วนควบคุม

ตารางที่ 32 ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งการใช้งาน

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค
มีความมั่นคงแข็งแรง	4	3	2
มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง	4	3	2
ง่ายต่อการผลิต	4	3	3
บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	4	4	4
ประหยัดพื้นที่ในการจัดวาง	4	4	3
ทนความร้อนได้ดี	3	3	3
มีความสะดวกต่อการใช้งาน	4	3	3
มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	4	4	3
รวมคะแนน	31	27	23

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

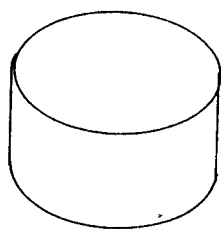
2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

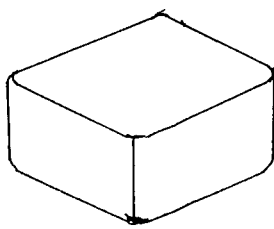
สรุป เลือกจัดวางตำแหน่งการใช้งานแบบ ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

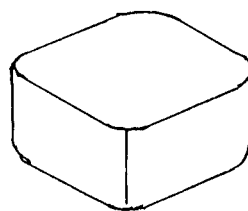
4.2.1.1 การวิเคราะห์รูปทรงความน่าจะเป็น



ก



ข



ค

ตารางที่ 33 ตารางการวิเคราะห์รูปทรงของผลิตภัณฑ์

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค
เข้ากับการจัดวางจำนวนไข่	3	3	4
มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	4	2	4
มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้	4	2	4
สะดวกในการจัดเก็บ	1	4	3
รวมคะแนน	12	11	15

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป เลือกรูปทรงในแบบ ค เพื่อนำมาออกแบบ

4.2.1.2 การวิเคราะห์การยึดติดของโครงสร้าง

- ลักษณะที่ 1 ใช้สกรูเกลียวปล้อยยึด โดยปลายด้านหนึ่งติดตายกับภาคน้ำร้อน
- ลักษณะที่ 2 ใช้การขัดล็อกกันเอง โดยส่วระบบขัดล็อกขึ้นมาระหว่างภาคน้ำร้อนและฐานของเครื่อง
- ลักษณะที่ 3 ยึดติดโดยนำระบบความเืดมาใช้

ตารางที่ 34 ตารางวิเคราะห์การยึดโครงสร้าง

ข้อพิจารณาในการเลือก	ลักษณะที่ 1	ลักษณะที่ 2	ลักษณะที่ 3
1. มีความมั่นคงแข็งแรง	4	2	2
2. มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง	4	3	2
3. ง่ายต่อการผลิต	3	4	4
4. บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	4	3	4
5. มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	4	3	2
รวมคะแนน	19	15	14

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

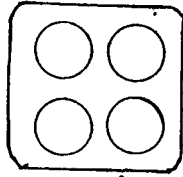
1 = ใช้ไม่ได้

สรุป เลือกใช้สกรูเกลียวปล้อยยึด โดยปลายด้านหนึ่งติดตายกับภาคน้ำร้อน

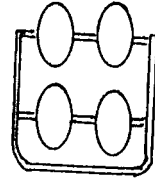
4.2.2 ตารางวิเคราะห์การจัดวางโต๊ะตามจำนวน



แบบที่ 1
(ภาพด้านบน)



แบบที่ 2
(ภาพด้านบน)



แบบที่ 3
(ภาพตัดด้านข้าง)

ตารางที่ 35 ตารางวิเคราะห์การจัดวางโต๊ะ

ข้อพิจารณาในการเลือก	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
1. จัดวางเป็นระเบียบสวยงาม	4	4	4
2. ความร้อนกระจายได้ทั่วถึง	3	4	2
3. ประหยัดพื้นที่ใช้งาน	2	4	4
4. นำสู่รูปทรงความน่าจะเป็นได้ดีกว่า	3	4	2
รวมคะแนน	12	16	12

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

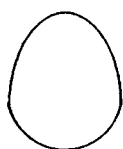
3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

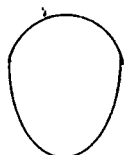
1 = ใช้ไม่ได้

สรุป เลือกใช้การจัดวางโต๊ะ แบบที่ 2

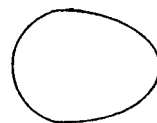
4.2.2.1 การวิเคราะห์การจัดวางไข่ตามรูปทรง



แบบ ก
(เอาด้านบนแหลมขึ้น)



แบบ ข
(เอาด้านบนแหลมลง)



แบบ ค
(แบบขวง)

ตารางที่ 36 ตารางวิเคราะห์การจัดวางรูปทรงของไข่

ข้อพิจารณาในการเลือก	แบบที่ ก	แบบที่ ข	แบบที่ ค
1. ความร้อนกระจายได้ทั่วถึง	4	2	4
2. ประหยัดพื้นที่ในการจัดวาง	4	4	2
3. จับไข่ได้ถนัดเมื่อจะนำมาเข้าหรือ ออก	4	4	3
4. ง่ายต่อการผลิตฐานวางไข่	4	4	3
5. มีความเหมาะสมต่อผลผลิตสัตว์	4	4	2
รวมคะแนน	20	18	14

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ไข่ไม่ได้

สรุป เลือกจัดวางไข่ตามแนวตั้ง โดยให้ด้านบนแหลมอยู่ด้านบน

4.2.2.2 การวิเคราะห์รูปทรงของภาชนะที่วางไข่

- ก. รูปทรงสี่เหลี่ยม
- ข. รูปทรงสามเหลี่ยม
- ค. รูปทรงกลม
- ง. รูปทรงรี

ตารางที่ 37 ตารางวิเคราะห์รูปทรงของที่วางไข่

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค	ง
มีความมั่นคงแข็งแรง	4	3	4	3
มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง	4	3	4	2
ง่ายต่อการผลิต	4	4	4	4
บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	4	4	4	4
มีความสะดวกต่อการใช้งาน	4	4	4	2
กระจายความร้อนได้ทั่วถึง	4	3	4	2
มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	4	3	4	2
รวมคะแนน	28	12	28	19

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป เลือกภาชนะที่วางไข่ให้มีรูปทรงสี่เหลี่ยมและลบมุมโค้งมน

4.2.3 การวิเคราะห์ลักษณะการระบายอากาศภายใน

4.2.3.1 การวิเคราะห์การระบายความร้อนให้กับระบบภายใน

- ก. ทางด้านล่าง
- ข. ทางด้านบน
- ค. ทางด้านข้าง

ตารางที่ 38 ตารางวิเคราะห์ลักษณะการระบายอากาศภายใน

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค
มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง	2	3	4
ง่ายต่อการผลิต	4	4	3
บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	3	3	4
ระบายความร้อนได้เหมาะสม	2	2	4
มีความเหมาะสมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า			
ขนาดเล็ก	2	3	4
มีความสะดวกต่อการใช้งาน	2	2	4
มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	2	3	4
รวมคะแนน	17	20	27

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป การระบายความร้อนให้กับระบบภายในให้ออกทางด้านข้าง

4.2.3.2 การวิเคราะห์สื่อกลางในการช่วยกระจายความร้อน

- ก. อากาศ
- ข. น้ำ
- ค. แกนโลหะ

ตารางที่ 39 ตารางวิเคราะห์สื่อกลางในการช่วยกระจายความร้อน

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค
มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง	4	3	1
ง่ายต่อการผลิต	3	4	3
บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	3	4	3
ทนความร้อนได้ดี	3	3	2
มีความสะดวกต่อการใช้งาน	4	3	4
กระจายความร้อนได้ทั่วถึง	4	4	2
มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	2	4	2
รวมคะแนน	23	25	17

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป ให้น้ำเป็นสื่อกลางในการช่วยกระจายความร้อน

4.2.4 การวิเคราะห์ส่วนของฝากรอบ

4.2.4.1 การวิเคราะห์รูปทรงของฝากรอบ

- ก. รูปทรงกลม
- ข. รูปทรงกระบอก
- ค. รูปทรงตามเหลี่ยม
- ง. รูปทรงสี่เหลี่ยม

ตารางที่ 40 ตารางวิเคราะห์ส่วนของฝากรอบ

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค	ง
มีความมั่นคงแข็งแรง	4	3	1	2
มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง	3	3	3	3
ง่ายต่อการผลิต	4	4	2	3
บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	3	3	2	3
สามารถตรวจสอบผลิตภัณฑ์ภายในได้ง่าย	2	1	1	4
จับได้กระชับมือและเข้ากับสรีระของมนุษย์	1	2	1	4
การระบายความร้อนได้เหมาะสม	1	3	2	4
ความสะดวกต่อการใช้งาน	1	3	2	3
กระจายความร้อนได้ทั่วถึง	2	2	1	3
มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	3	2	1	3
รวมคะแนน	24	26	16	32

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป รูปทรงของฝากรอบจะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครู/ช่างานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4.2 การวิเคราะห์ลักษณะการวางฝาครอบบนตัวผลิตภัณฑ์

- ก. วางบนฐานของผลิตภัณฑ์โดยตรง
- ข. วางบนฐานโดยมีครีบยึด
- ค. วางบนผลิตภัณฑ์โดยมีเส้นพลาสติกในการยึดติด

ตารางที่ 41 ตารางวิเคราะห์ลักษณะการวางฝาครอบบนตัวผลิตภัณฑ์

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค
มีความมั่นคงแข็งแรง	2	3	4
ความรวดเร็วในการประกอบ	4	3	2
ปลอดภัยในการใช้งาน	2	4	4
เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	2	4	3
สะดวกต่อการซ่อมแซม	4	3	2
ป้องกันไอร้อนภายในได้ดี	2	3	4
รวมคะแนน	16	20	19

ค่าคะแนนความถี่ของ
ลำดับค่าความสำคัญ

- 4 = ดี
3 = ปานกลาง
2 = พอใช้
1 = ใช้ไม่ได้

สรุป ฝาครอบเครื่องที่วางบนตัวผลิตภัณฑ์ วางไว้บนฐานโดยมีครีบยึด

4.2.4.3 การวิเคราะห์การระบายไอรื้อนภายในส่วนลวกไข่

- ก. การระบายความร้อนส่วนกลางตอนบน
- ข. การระบายความร้อนบริเวณด้านข้างตอนบน
- ค. การระบายความร้อนบริเวณด้านข้าง

ตารางที่ 42 ตารางวิเคราะห์การระบายไอรื้อนภายในส่วนลวกไข่

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค
ปลอดภัยต่อการใช้งาน	3	4	2
สะดวกต่อการผลิต	4	4	4
สอดคล้องต่อพฤติกรรม	3	4	2
เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	3	4	2
ไม่ก่อให้เกิดผลข้างเคียงต่อระบบการทำงาน	4	4	2
ง่ายต่อการทำความสะอาด	4	3	4
รวมคะแนน	21	23	18

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป ให้การระบายไอรื้อนภายในส่วนลวกไข่ ระบายออกส่วนข้างตอนบนของฝาครอบ

4.3 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรม

4.3.1 การวิเคราะห์ตำแหน่งการจับเพื่อการใช้งาน

- ก. การจับด้านข้าง
- ข. การจับประกอภกันทั้ง 2 ด้าน
- ค. การจับทางด้านบน
- ง. การจับทางด้านใต้

ตารางที่ 43 ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งการจับเพื่อการใช้งาน

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค	ง
มีความมั่นคงแข็งแรง	3	4	1	2
มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง	3	4	1	1
ง่ายต่อการผลิต	4	2	2	3
บำรุงซ่อมแซมได้ง่าย	4	3	3	2
เหมาะสมกับสรีระของมนุษย์	4	2	2	1
มีความเหมาะสมต่อพฤติกรรม	4	2	1	2
มีความสะดวกต่อการใช้งาน	4	2	2	2
มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	4	3	1	2
รวมคะแนน	30	22	16	15

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

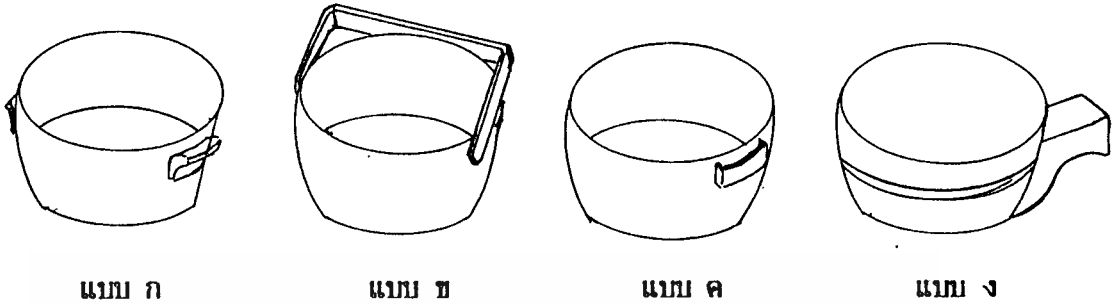
3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป ตำแหน่งการจับเพื่อการใช้งานกำหนดให้จับทางด้านข้าง

4.3.2 การวิเคราะห์รูปแบบการจับถือผลิตภัณฑ์



ตารางที่ 44 ตารางวิเคราะห์รูปทรงเพื่อการจับถือ

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค	ง
เคลื่อนย้ายได้สะดวกสบาย	2	3	2	4
มีความมั่นคงในการจับและถือ	3	2	2	4
ขั้นตอนในการผลิตไม่ยุ่งยาก	1	1	3	4
มีความสวยงามทันสมัย	3	2	4	2
มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	2	1	2	3
จับได้ถนัดมือเพียงมือเดียว	1	3	2	4
รวมคะแนน	30	22	15	21

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป เลือกใช้แบบ ง นำมาผลิตเป็นหูจับ

4.4 การวิเคราะห์วัสดุเพื่อใช้ในการผลิต

4.4.1 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างภายนอก

- ก. CA ข. CAB ค. PS₂
 ง. PS₃ จ. ABS

ตารางที่ 45 ตารางวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างภายนอก

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค	ง	จ
มีความแข็งแรงทนทาน	3	4	3	2	4
ทนความร้อนได้ดี	2	2	4	1	2
ทนการขีดข่วนได้ดี	3	3	3	2	2
ทนความชื้นได้ดี	2	3	4	3	4
ทนกรดและด่างได้ดี	1	3	4	3	1
ผลิตได้ง่ายในระบบอุตสาหกรรม	3	3	3	3	4
รวมคะแนน	14	18	21	14	17

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้นไม่ได้

สรุป เลือกใช้พลาสติก PS₂ นำมาผลิตเป็นโครงสร้างภายนอก

4.4.2 การวิเคราะห์ฝาครอบ

ก. CA	ข. CAB	ค. PS ₂
ง. PS ₀	จ. ABS	

ตารางที่ 46 ตารางวิเคราะห์ฝาครอบ

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค	ง	จ
แข็งแรงทนทาน	3	3	3	2	4
ทนความชื้นได้ดี	2	4	4	3	4
ทนความร้อนได้ดี	2	3	4	1	2
ทนการขีดข่วนได้ดี	3	3	4	2	2
ทนต่อความเปลี่ยนแปลงของดินฟ้าอากาศ	3	4	3	3	3
ทนเสียง	2	4	3	2	3
เกิดประจุไฟฟ้าน้อย (ไม่ดูดฝุ่นง่าย)	2	4	3	2	3
ผลิตได้ง่าย	4	4	4	4	4
รวมคะแนน	21	29	21	19	25

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป เลือกพลาสติก CAB นำมาผลิตเป็นฝาครอบเครื่อง

4.4.3 การวิเคราะห์ฐานวางไข่

ก. CA

ข. CAB

ค. PS₂ง. PS₉

จ. ABS

ตารางที่ 47 ตารางวิเคราะห์ฐานวางไข่

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค	ง	จ
มีความแข็งแรงทนทาน	3	4	3	2	4
ทนความร้อนได้ดี	2	2	4	1	2
ทนการขีดข่วนได้ดี	3	3	3	2	2
ทนความชื้นได้ดี	2	3	4	3	4
ทนกรดและด่างได้ดี	1	3	4	3	1
ผลิตได้ง่ายในระบบอุตสาหกรรม	3	3	3	3	4
รวมคะแนน	14	18	21	14	17

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้นไม่ได้

สรุป เลือกใช้พลาสติก PS₂ นำมาผลิตเป็นฐานวางไข่

4.4.4 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำถาดใส่น้ำ

- ก. อลูมิเนียม
- ข. พลาสติก
- ค. สแตนเลส
- ง. แก้วทนไฟ

ตารางที่ 48 ตารางวิเคราะห์ถาดใส่น้ำ

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค	ง
ทนความร้อนได้ดี	2	1	4	3
ง่ายต่อการผลิต	3	2	4	1
ทนต่อการขีดข่วนภายนอก	3	2	4	3
มีความเหมาะสมต่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม	3	4	3	1
นำความร้อนได้ดี	4	1	3	3
เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี	1	3	2	4
ทนต่อการกัดกร่อนของน้ำ	2	1	4	4
มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์	4	2	4	1
รวมคะแนน	26	18	28	20

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้ไม่ได้

สรุป เลือกสแตนเลสมาเป็นวัสดุที่ใช้ทำถาดใส่น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการผลิต

4.5.1 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตถาดใส่น้ำ

- ก. แบบอัดขึ้นรูป
- ข. แบบพับขึ้นรูป
- ค. แบบเป่าขึ้นรูป

ตารางที่ 49 ตารางวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตถาดใส่น้ำ

ข้อพิจารณาในการเลือก	ก	ข	ค
ง่ายต่อการผลิต	4	2	3
ข้อจำกัดในการผลิตน้อย	4	2	3
ปริมาณต่อหน่วยเวลามาก	3	4	2
เหมาะสมกับรูปแบบผลิตภัณฑ์	4	2	3
สะดวกต่อการตรวจสอบ	3	3	2
ต้นทุนในการผลิตต่ำ	2	4	3
รวมคะแนน	20	17	19

ค่าคะแนนความถี่ของ

ลำดับค่าความสำคัญ

4 = ดี

3 = ปานกลาง

2 = พอใช้

1 = ใช้นไม่ได้

สรุป กรรมวิธีการผลิตถาดใส่น้ำใช้แบบอัดขึ้นรูป

4.6 วิเคราะห์การใช้สี

สีหมายถึงลักษณะความเข้มของแสงสว่างที่ปรากฏต่อสายตา ที่มีอิทธิพลต่อจิตใจมนุษย์ สีแต่ละสีให้ความรู้สึกไม่เหมือนกัน ซึ่งบางครั้งทำให้เกิดความรู้สึกสงบ บางทีทำให้เกิดความรู้สึกตื่นเต้น ร้อนแรง ในการใช้สีให้มีอิทธิพลต่อจิตใจมนุษย์จึงจำเป็นต้องใช้ให้เหมาะสมกับอิทธิพลของสีแต่ละสี ตลอดจนเวลาและโอกาส วัฒนธรรม ประเพณี สภาพดินฟ้าอากาศ และความเป็นอยู่

การใช้สี

ข้อพิจารณาของสีสำหรับเครื่องลวกไข่ในครอบครัว

1. เป็นสีที่แลดูสะอาด ถูกอนามัย
2. เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี

ในแง่จิตวิทยาของสีที่ใช้กับผลิตภัณฑ์ สามารถพิจารณาจากความรู้สึกที่ได้รับดังนี้

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| -ดูสะอาด ปลอดภัย ถูกสุขลักษณะ | ได้แก่ สีขาว งาช้าง สีครีม |
| -สกปรกมาก | ได้แก่ สีโทนโทบ ๆ สีเทาเข้ม สีน้ำตาล |
| -เข้ากับสภาพแวดล้อม | ได้แก่ สีครีม เทา ดำ |
| -ความสบายตา สดชื่น | ได้แก่ เขียว เทา ฟ้า น้ำเงิน |
| -แสดงถึงลักษณะของน้ำ | ได้แก่ ฟ้า น้ำเงิน |
| -ทำความสะอาดง่าย | ได้แก่ ดำ น้ำเงิน |

จะเห็นได้ว่าสีที่เข้าเกณฑ์พิจารณาได้แก่ สีเทา สีฟ้า สีเขียว สีน้ำเงิน สีขาวงาช้าง สีครีม ดำ ซึ่งเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี และเกิดความสบายตาแก่ผู้พบเห็น

แต่ที่เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีที่สุด คือ ครีม และดำ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสองสีจะสังเกตเห็นได้ว่าสีครีมมีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์นี้มากที่สุด

สรุปสีที่ใช้กับผลิตภัณฑ์

เมื่อวิเคราะห์แล้วได้สีที่เหมาะสมคือ สีครีม เป็นสีหลัก เพราะให้ความรู้สึกสะอาดตา และสามารถเข้ากับสีอื่นได้ดี ทำความสะอาดง่าย ไม่ทำลายค่าสีอื่น ๆ

ศาสตราจารย์ ดร. คณิศ โขติ และวิศิษฐ์ ศิริสัมพันธ์ "การออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ" พิมพ์

ครั้งที่ 1 พิมพ์ที่ สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ ปี 2529, หน้า 83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การสังเคราะห์ข้อมูล

ในการสังเคราะห์ข้อมูลนี้จะเป็นการนำเอาผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาสรุปเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการสังเคราะห์ข้อมูลนี้ แบ่งได้เป็นขั้นตอนคือ

4.7.1 การสังเคราะห์ในส่วนของระบบการทำงาน

ระบบการทำงานของเครื่องลวกไข่นี้ใช้พลังงานความร้อนจากขดลวดความร้อนแบบปิด พลังงานที่ใช้จากไฟฟ้า 220 โวลต์ การควบคุมเป็นการใช้สวิทช์แบบหมุน นั่นคือ เครื่องลวกไข่จะทำงานได้ต่อเมื่อแกนสวิทช์ไปทำให้สพานไฟเชื่อมติดกัน ทำให้วงจรปิดและกระแสไฟเดินครบวงจร

4.7.2 การสังเคราะห์ในส่วนของการออกแบบ

การออกแบบนี้เป็นลักษณะผลิตภัณฑ์สำหรับครอบครัวภายในบ้านพักอาศัย ในโครงการนี้คือ เครื่องลวกไข่ กลุ่มผู้บริโภคคือ แม่บ้าน ในระบบการทำงานของเครื่องลวกไข่คือ ไฟฟ้า 220 โวลต์ จะเข้าทางขั้วเชื่อมทางเข้าสายไฟ ผ่านสวิทช์ปิด-เปิด เข้าสู่หม้อแปลงไฟฟ้าและแยกเข้าเทอร์โมสตัทกับหลอดไฟ จากนั้นจะต่อไปยังขดลวดความร้อน

4.7.3 การสังเคราะห์ในส่วนของการใช้งาน

การใช้งานของเครื่องลวกไข่ที่ออกแบบนี้มีการใช้งานดังนี้ คือ เติมน้ำในถาดใส่น้ำตามจำนวนไข่ที่จะลวก นำไข่ที่ล้างสะอาดแล้ววางบนฐานวางไข่ เสียบปลั๊กเปิดสวิทช์การทำงานของเครื่อง รอสักครู่จนไฟสัญญาณติดและมีเสียงสัญญาณดังขึ้น แล้วปิดสวิทช์การทำงานของเครื่อง นำไข่วกออกมาใส่ภาชนะที่รองรับ รับประทานไข่วก

4.7.4 การสังเคราะห์ในส่วนของวัสดุเพื่อการผลิต

จากการวิเคราะห์ขั้นตอนจะเห็นได้ว่า ใช้พลาสติกเป็นวัสดุหลักในการผลิต พลาสติกที่ใช้เพื่อการผลิตคือ ประเภทเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) (TP) ชนิดที่ใช้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

ส่วนแรก คือส่วนโครงสร้างประกอบด้วย ระบบการทำงานของขดลวดความร้อนแบบปิด พลาสติกที่ใช้ผลิตคือ PS₂

ส่วนที่สอง คือ ส่วนของฝาครอบและที่เติมน้ำ พลาสติกที่ใช้ผลิตคือ CAB

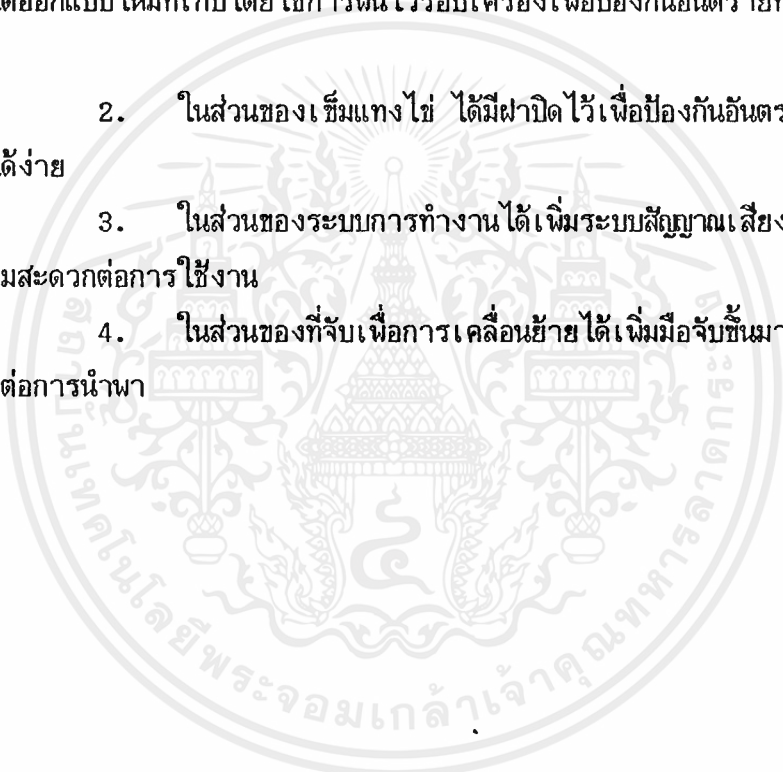
4.7.5 การสังเคราะห์ในส่วนของกรรมวิธีการผลิต

ในส่วนของกรรมวิธีการผลิตนั้น ในกรรมวิธีการผลิตแบบฉีดขึ้นรูป (Injection Molding)

4.7.6 การสังเคราะห์ในส่วนเสริมของการออกแบบ

ส่วนเสริมของการออกแบบคือ ส่วนที่นำมาช่วยในการออกแบบให้สะดวกในการใช้งานมากขึ้น ส่วนเสริมมีดังนี้คือ

1. ระบบเก็บสายไฟ จากเดิมปล่อยสายไฟลอยไว้ โดยไม่มีส่วนที่เก็บ ได้ออกแบบให้มีที่เก็บโดยใช้การพันไว้รอบเครื่อง เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดแก่สายไฟได้
2. ในส่วนของเข็มแทงไข ได้มีฝาปิดไว้เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดกับผู้ใช้ได้ง่าย
3. ในส่วนของระบบการทำงาน ได้เพิ่มระบบสัญญาณเสียงเข้ามาช่วยเพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน
4. ในส่วนของที่จับเพื่อการเคลื่อนย้าย ได้เพิ่มมือจับขึ้นมา เพื่อความสะดวกต่อการนำพา





บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะในการ
ดำเนินโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะในการดำเนินโครงการ

5.1 สรุปผลการทำวิจัย

แนวความคิดเริ่มแรก เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้คนกลุ่มใหญ่ โดยเฉพาะผู้ที่อาศัยอยู่ตามเมืองใหญ่ ๆ ให้ได้มีโภชนาการที่ดี โดยไม่ต้องเสียเวลาในการทำอาหารเข้ามากิน ผู้วิจัยจึงได้คิดปรับปรุงและออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องลวกไข่ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้คนกลุ่มนี้ เพื่อให้คนกลุ่มนี้ได้มีโภชนาการที่ดี จากการได้รับอาหารประเภทไข่ลวก ซึ่งการรับประทานอาหารประเภทไข่ลวกนี้ จะทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารอย่างครบถ้วนเท่าที่ไข่ไก่มี โดยไม่มีการสูญเสียคุณค่าทางอาหารไปเหมือนกับการแปรสภาพอาหารประเภทไข่โดยวิธีอื่น ๆ

การรวบรวมปัญหา จากความต้องการในการลวก ไข่ซึ่งต้องเสียเวลามากอันเป็นปัญหาเริ่มแรก สำหรับการลวกไข่แต่เดิมนั้น ปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถแบ่งออกได้เป็นปัญหาทางด้านพฤติกรรม ขั้นตอนในการ "ลวก" และจากผลิตภัณฑ์เดิม การรวบรวมปัญหาจะเริ่มตั้งแต่การเตรียม ไข่ที่จะลวก การประกอบกิจกรรมและหลักการประกอบกิจกรรม การบำรุงรักษาจนถึงความสะดวกอื่น ๆ

การตีปัญหา ปัญหาทางด้านพฤติกรรม ในกรณีที่ผู้บริโภคจะทำการลวก ไข่เองนั้น จำเป็นต้องอาศัยระยะเวลาและขั้นตอนที่ยุ่งยากทำให้ผู้ที่ทำการลวก ไข่อยู่เกิดความเบื่อหน่าย อันเนื่องจากการที่จะต้องมาลวก ไข่ในแต่ละครั้ง ปัญหาจากผลิตภัณฑ์เดิมเกิดการใช้น้ำมันเนื่องมาจากขั้นตอนการทำงานที่ยุ่งยาก และวัสดุที่ใช้ประกอบในการลวก ไข่มีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป อีกทั้งขั้นตอนการ "ลวก" ที่ต้องอาศัยระยะเวลาซึ่งเป็นผลให้มีการนำระบบใหม่มาใช้เพื่อช่วยในการลวก แต่ยังไม่สามารถสนองต่อความต้องการ ได้อย่างตรงจุดเป้าหมาย

การวิเคราะห์ปัญหา เริ่มวิเคราะห์จากพฤติกรรมการลวก ไข่เดิมเกี่ยวกับ

1. การเตรียม ไข่ที่จะลวก คือการนำ ไข่ออกมาล้างทำความสะอาด
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการลวก ไข่อื่นได้แก่ ผลิตภัณฑ์เดิม
3. พฤติกรรมการลวก ไข่โดยการ ใช้ผลิตภัณฑ์ เครื่องลวก ไข่ที่มีอยู่เดิม

แนวความคิดสร้างสรรค์เบื้องต้น จากปัญหาที่พบทำให้ผู้วิจัยพบว่า การดำเนินงาน เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ จะต้องทำการศึกษาและวิเคราะห์ในหลายส่วน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อการทำให้เกิดผลตามที่คาดหวังที่ได้กำหนดไว้ในการวิจัย โดยได้ทำการศึกษาจากพฤติกรรมในการlovak ไม่ใช่เป็นหลัก และนำเข้าสู่การออกแบบควบคุมไปกับการศึกษาในเรื่องของการทำงานของผลิตภัณฑ์เดิมดังกล่าวไว้ข้างต้น จากการศึกษาในครั้งนี้เองที่ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าหากจะทำการออกแบบงานผลิตภัณฑ์ชิ้นใหม่ขึ้นมา งานผลิตภัณฑ์นี้จะต้องไม่ให้เสียรูปแบบการlovak มีระบบการทำงานของเครื่องไม่ซับซ้อน และจะต้องสนองต่อพฤติกรรมได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม พร้อมทั้งยังส่งเสริมและสนับสนุนในการlovak ในครั้งนี้ด้วย

การวิเคราะห์แนวทางในการออกแบบ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคือการ เริ่มจากการเลือกระบบการทำงานที่ต้องทำงานโดยผ่านขั้นตอนที่น้อยที่สุด เพื่อที่จะเป็นการประหยัดเวลา ระบบการทำงานที่เลือกใช้ได้แก่ ระบบการทำงานโดยอาศัยหลักการของขดลวดความร้อน การควบคุมจะกระทำได้ด้วยตัวของผู้ใช้เอง โดยจะมีสวิทช์เป็นตัวเชื่อมระหว่างระบบของเครื่องและแหล่งพลังงาน

ขั้นตอนลงใจในการออกแบบ การดำเนินการออกแบบในขั้นตอนนี้จะเอาผลการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนแรกมาทำการสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อที่การออกแบบครั้งนี้จะสามารถทำการออกแบบให้ตอบสนองความต้องการในการใช้งานจริงได้อย่างเต็มที่ และการออกแบบมาแล้วนั้น ยังอำนวยความสะดวกในเรื่องของการlovak ได้อย่างสะดวกและรวดเร็วมากที่สุด รวมถึงการที่จะต้องส่งเสริมต่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม และสำคัญที่สุดก็คงจะได้แก่ "การที่จะบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในการวิจัย"

สรุปผลการออกแบบ การวิจัยโครงการออกแบบเครื่องlovak ในครอบครัวเมื่อดำเนินการสำเร็จลุล่วงไปแล้ว ทำให้ได้เครื่องlovak ที่สามารถทำงานได้โดยอาศัยระบบขดลวดความร้อนเข้ามาช่วยในการlovak ใช้สำหรับครอบครัวขนาดเล็ก ซึ่งจะเป็นอุปกรณ์ที่สนับสนุนการlovak ที่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังสามารถจะใช้ทอดไข่ ต้มไข่ และอุ่นนม อุ่นกาแฟ เพื่อที่จะอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ได้อย่างเต็มที่

5.2 ข้อเสนอแนะในการดำเนินงาน

ในโครงการวิจัยและออกแบบปรับปรุง "เครื่องlovak ในครอบครัว"

เนื่องจากการดำเนินการวิจัยในโครงการนี้ จะเป็นโครงการในลักษณะของการเสนอแนะเพื่อที่จะทำการพัฒนาปรับปรุง การlovak ให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นเพื่อเป็นการประหยัดเวลา ประหยัดพลังงาน และสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการให้น้อยที่สุด จากระยะเวลาที่ผ่านมาตั้งแต่การเสนอหัวข้อ การดำเนินงานจนกระทั่งการทำให้เป็นผลสำเร็จนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยมีความภูมิใจและพอใจมาก ในการที่ได้มีโอกาสทำงานวิจัยชิ้นนี้ เพราะทำให้ได้ทราบถึงอุปสรรค และปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยชิ้นนี้จะ เป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจที่จะดำเนินงานในโครงการนี้ หรือลักษณะที่ใกล้เคียงกันต่อไป และใคร่เสนอแนะไว้ว่า

ในการดำเนินการศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบในการดำเนินงาน และการรวบรวมข้อมูลต่างต้องมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมและกาลเวลา เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพของปัจจุบันมากที่สุด

ในการดำเนินการออกแบบ ปัญหาที่ควรระวังมากที่สุดคือ พฤติกรรมของผู้บริโภค เนื่องจากสังคมได้เปลี่ยนแปลงค่านิยมไปตลอดเวลา สิ่ง que คิดว่าสมบูรณ์ที่สุดในวันนี้ อาจจะใช้ไม่ได้เลยสำหรับวันพรุ่งนี้ หรือสิ่งที่ถูกมองข้ามว่าใช้ไม่ได้เลยในอดีต และอาจจะเป็นสิ่งที่ดีในวันนี้ เพราะฉะนั้นนักออกแบบต้องคำนึงถึงส่วนนี้ให้มากที่สุด ควบคุมไปกับภาคทฤษฎี เนื่องจากมีผลทางด้านการตลาดเป็นอย่างมาก

ในการที่เราจะสรรค์สร้างงานออกแบบใด ๆ ก็ดีนั้น โปรดระลึกไว้เสมอว่า ไม่มีสิ่งใดที่สมบูรณ์แบบที่สุด และไม่มีข้อบกพร่องเลย หากแต่ที่เราควรที่จะให้มีข้อบกพร่องน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ หรืออาจจะต้องถึงกับสมบูรณ์แบบในช่วงเวลาปัจจุบันที่เป็นอยู่ กาลเวลาสภาพสังคม ความเชื่อ และค่านิยมต่าง ๆ จะเป็นตัวแปรที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เพื่อให้เหมาะสมกับช่วงเวลานั้น ๆ ต่อไป

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์

อาจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร -ควรกำหนดพื้นที่ปลักในการใช้งานจากสภาพแวดล้อมของอาคาร เช่น คอนโดมิเนียม
-ควรเพิ่มมือจับแผ่นล๊อคไซ้ เพื่อการจับที่สะดวก

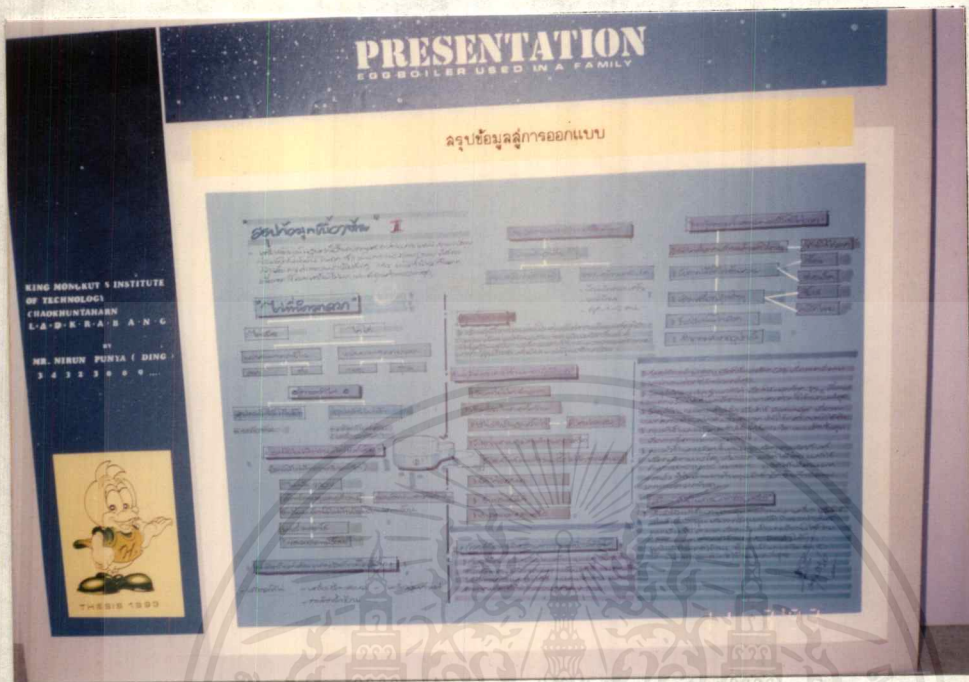
อาจารย์ธเนศ ภิรมย์การ -กำหนดวัตถุประสงค์ให้ชัดเจน

อาจารย์สภาพร ดิบุญมี ณ ชุมแพ

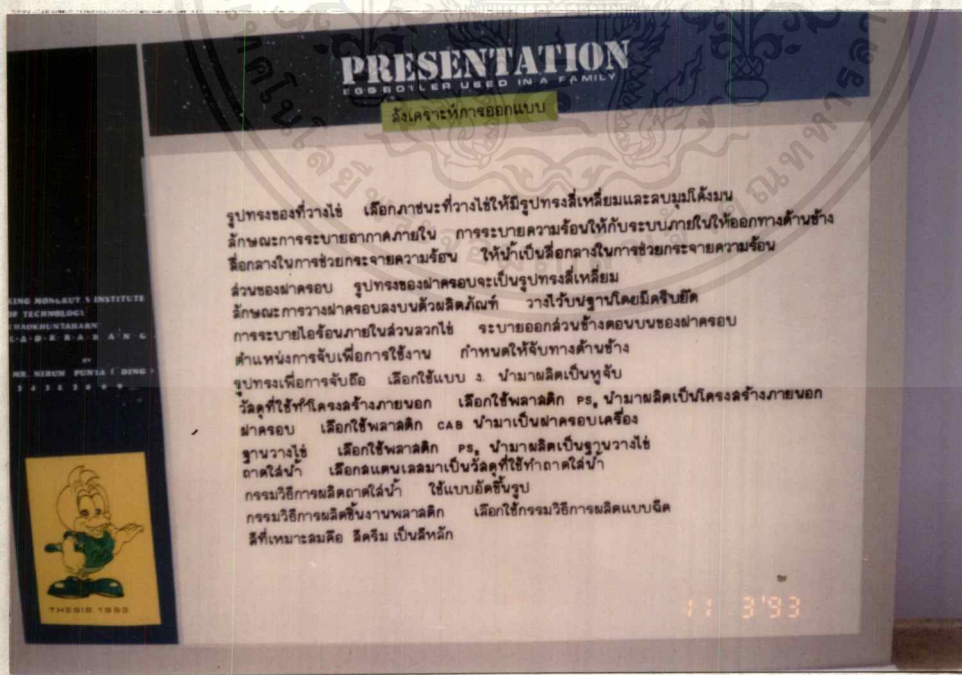
-กำหนดวัตถุประสงค์ให้ชัดเจน เพียงข้อเดียวก็ได้

5.4 การนำเสนอผลงาน

5.4.1 แนวความคิดเริ่มแรก

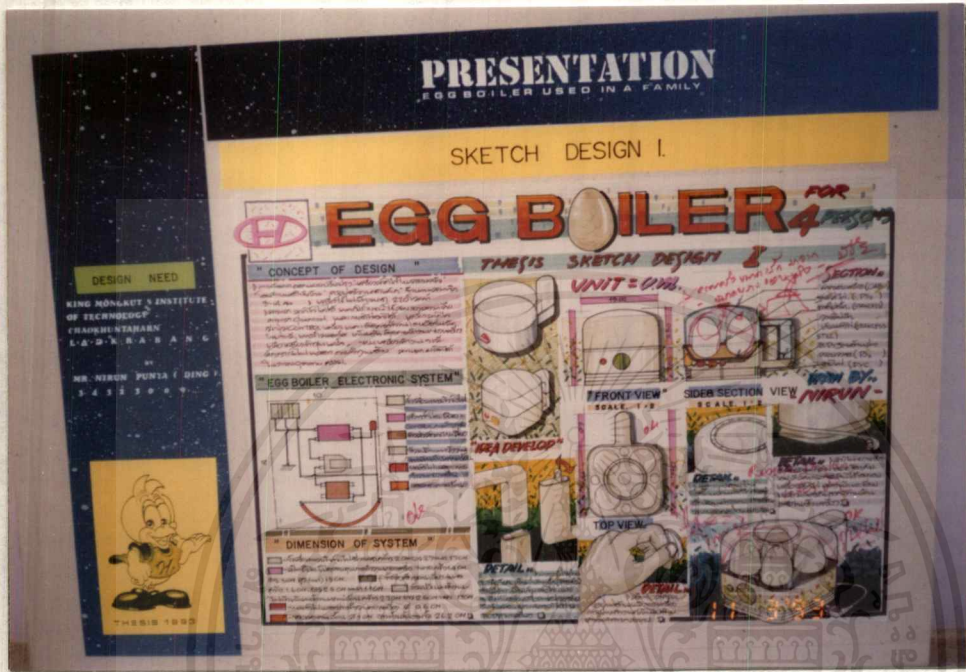


ภาพที่ 92 แสดงสรุปข้อมูลพื้นฐาน



ภาพที่ 93 แสดงสรุปข้อมูลสู่การออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



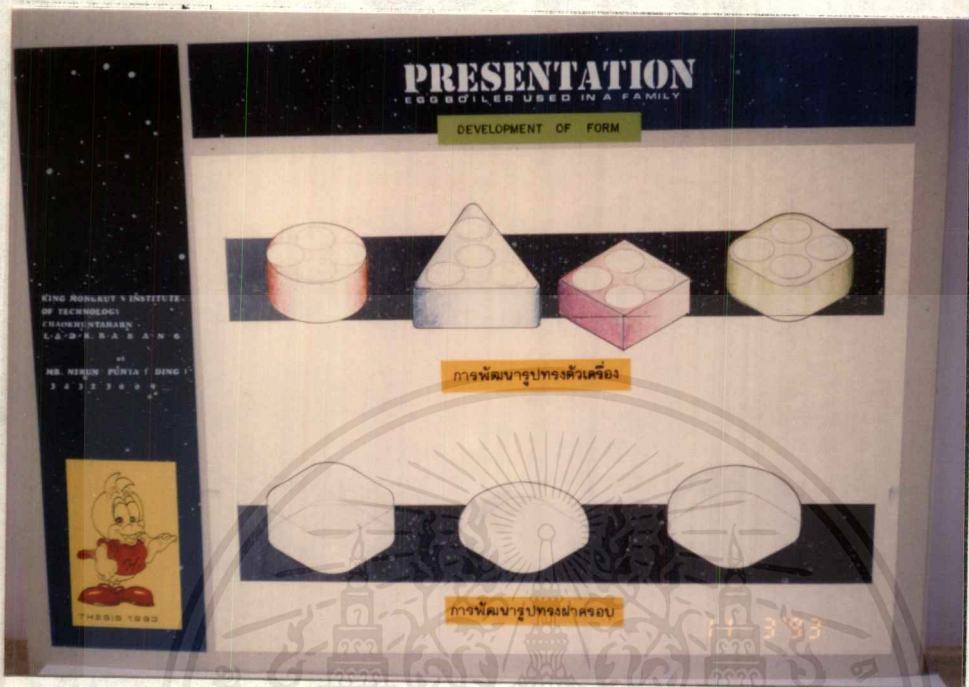
ภาพที่ 94 Sketch Design 1



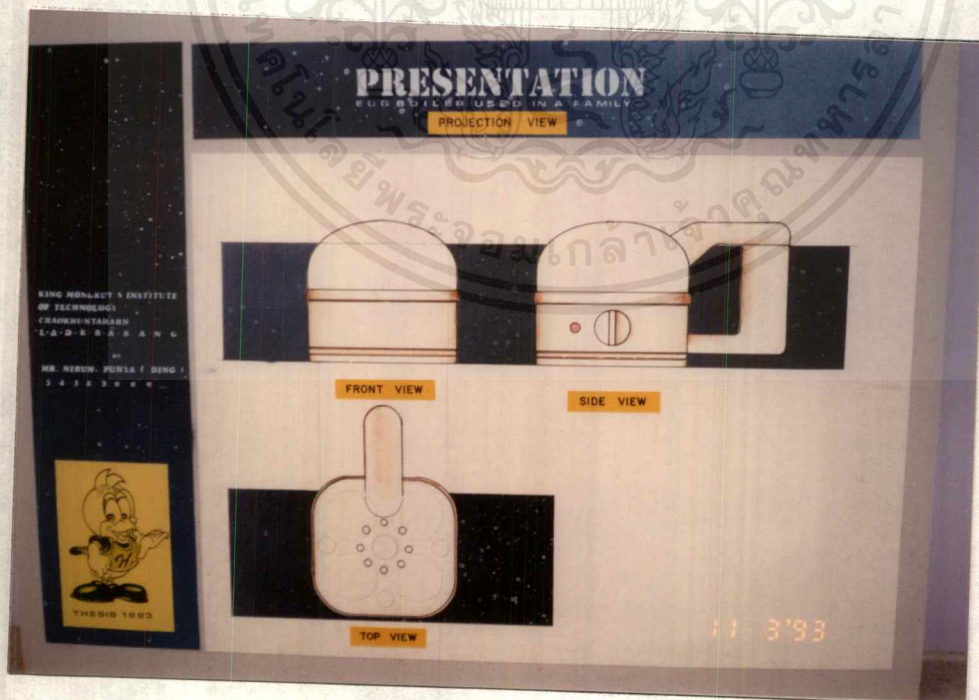
ภาพที่ 95 Sketch Design 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 แบบเพื่อการนำเสนอ

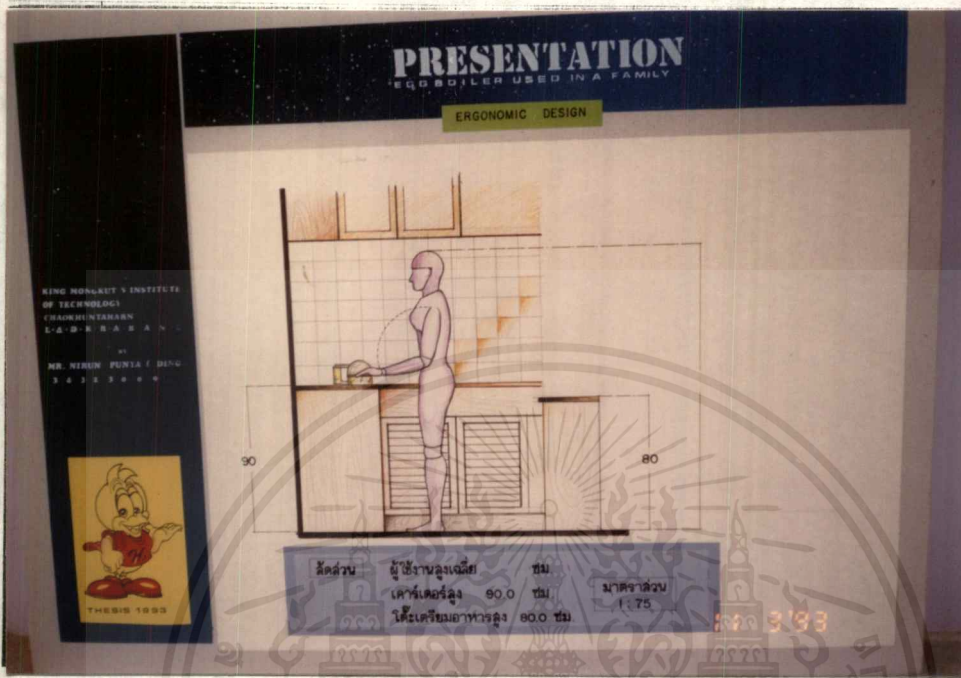


ภาพที่ 96 Presentation 1

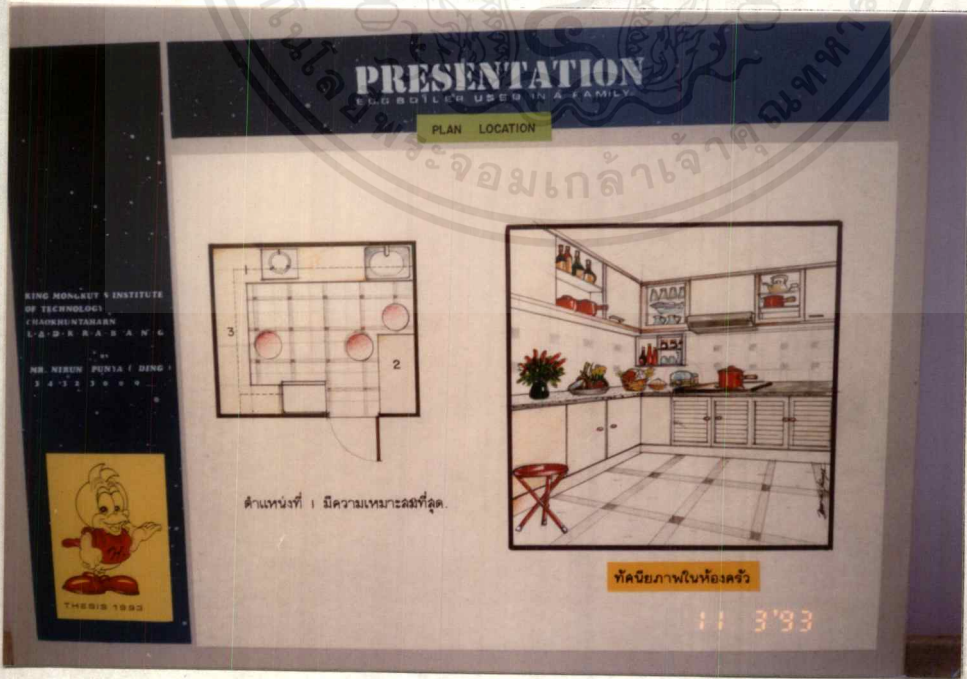


ภาพที่ 97 Presentation 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 98 Presentation 3

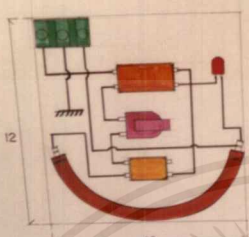


ภาพที่ 99 Presentation 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRESENTATION
BOILER USED IN A FAMILY

DEVELOPMENT OF SYSTEM



- ซีวเชื่อมทางเข้าสายไฟ (ไฟฟ้า 220 โวลท์)
- ลวรีซีปิด- เปิด
- หลอดไฟแสดงการทำงานของเครื่อง
- หม้อแปลงไฟฟ้า
- ตัวล่งสัญญาณเสียง
- ชุดลดความเร็วแบบปิด

● ขนาดกว้าง 2 ซม. ยาว 27 ซม. ทนไฟ 1.7 ซม.	● ขนาดกว้าง 1.4 ซม. ยาว 3 ซม.
● หลอดขนาด ๑๐๐ ซม.	● กว้าง 22 ซม. ยาว 25 ซม. ทนไฟ 1.7 ซม.
● ขนาดกว้าง 1.6 ซม. ยาว 2.5 ซม. ทนไฟ 1.1 ซม.	● ชุดลดความเร็ว
● ขนาด ๑ - 1 ซม. ยาวทั้งเส้นรวมซีว 2๐.2 ซม.	
ระบบทั้งหมดจัดวางในแผงขนาด 10x12 ซม. กินพื้นที่ 120 ตารางเซนติเมตร	

11 3'93

ภาพที่ 100 Presentation 5

PRESENTATION
BOILER USED IN A FAMILY

CONCEPT LIMITATION

พฤติกรรมกรรมการรับประทานใช้ลว

นำใช้ลวในสภาวะของใช้

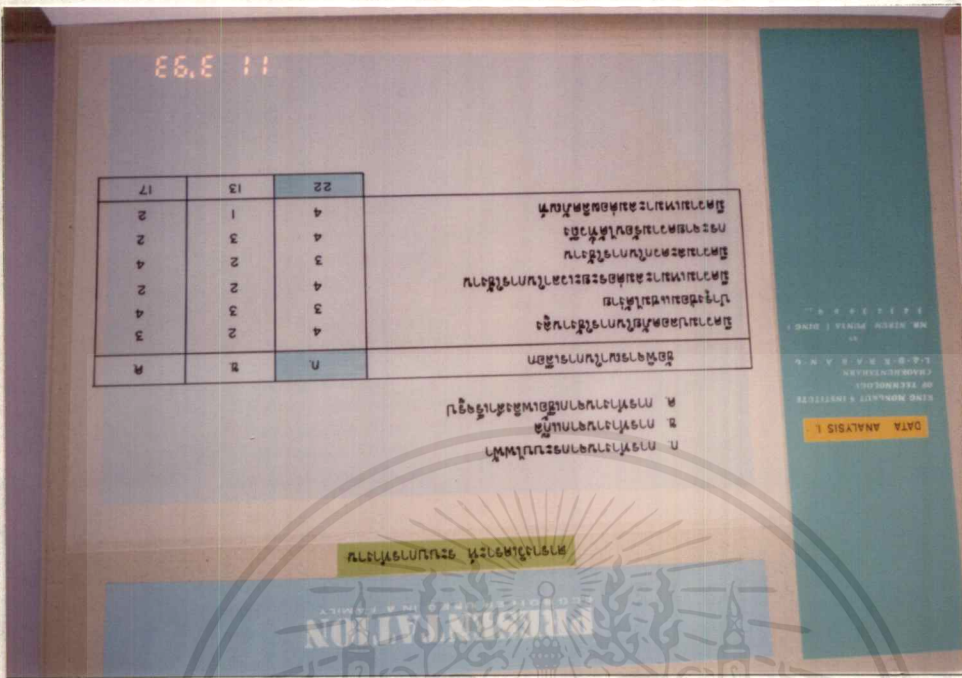
```

graph TD
    A[นำใช้ลวในสภาวะของใช้] --> B[กระทะใช้ลวเอาเบ็ดอกด้านบนออก]
    A --> C[อุปกรณ์ ซ็องกาแพ]
    B --> D[พริกไทย]
    B --> E[เดิมเครื่องปรุงต่างวางไป]
    B --> F[ชอล]
    E --> G[รับประทานใช้ลว]
    E --> H[อุปกรณ์ ซ็องกาแพ]
    G --> I[ทำความและอากาศชนะ]
  
```

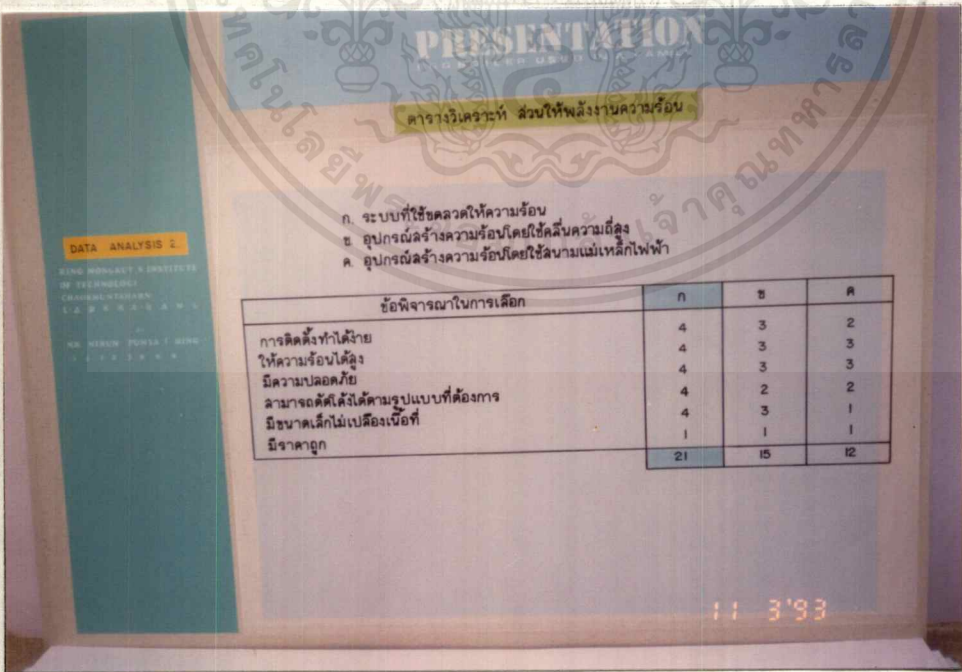
11 3'93

ภาพที่ 101 Presentation 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



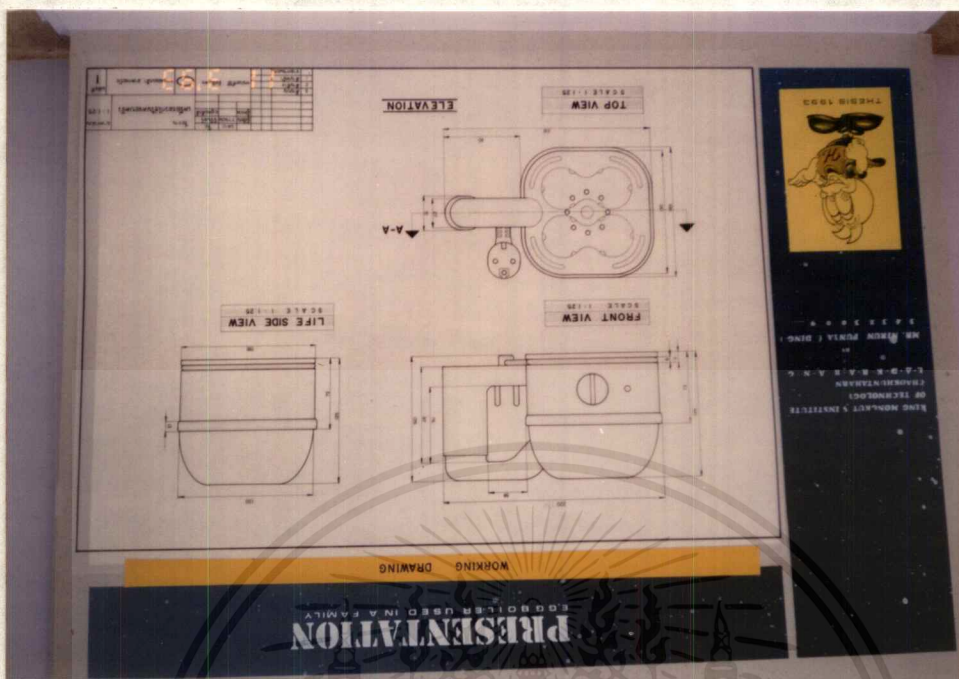
ภาพที่ 102 Presentation 7



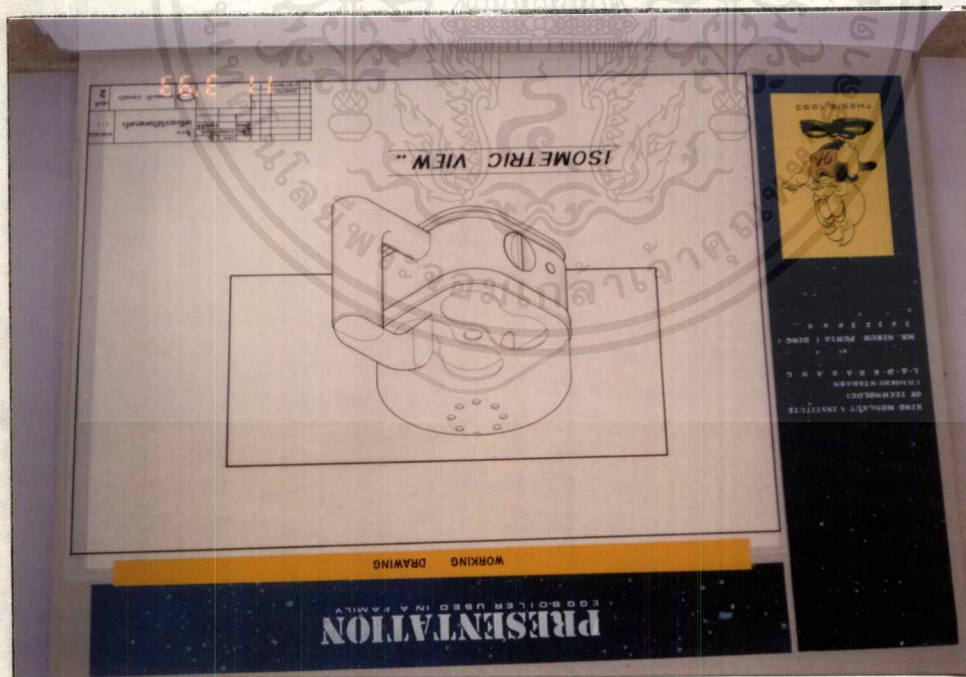
ภาพที่ 103 Presentation 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 แบบเพื่อการผลิต (Working Drawing)

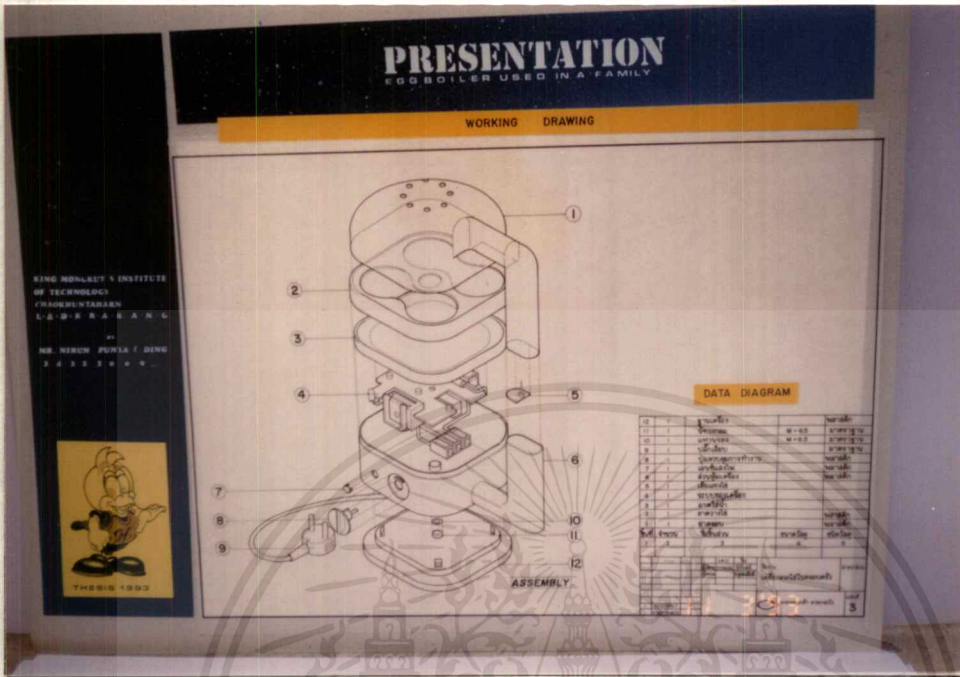


ภาพที่ 104 แบบเพื่อการผลิต 1

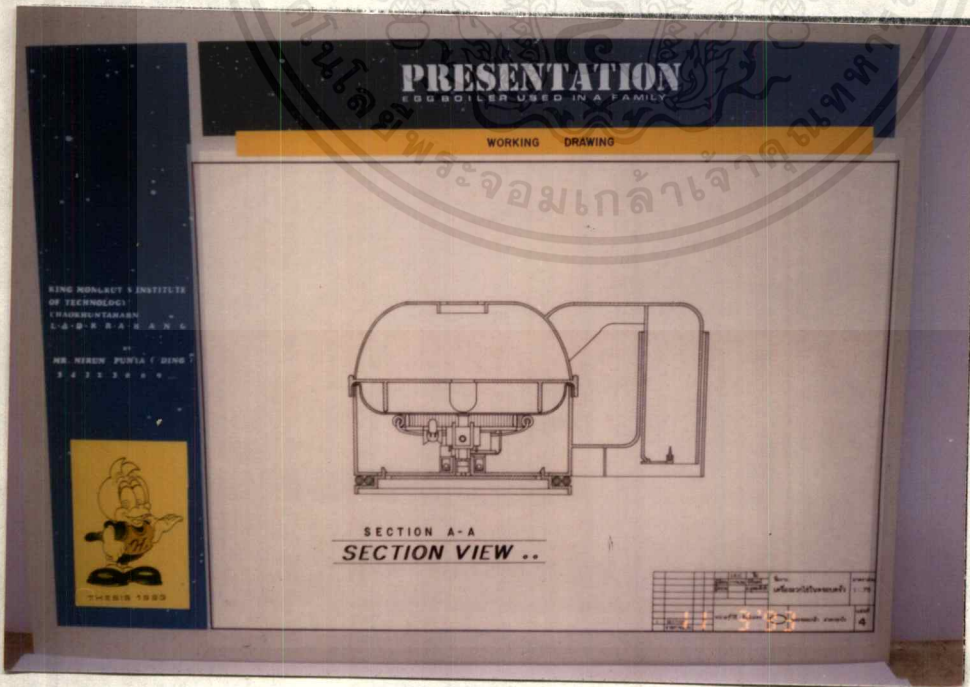


ภาพที่ 105 แบบเพื่อการผลิต 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

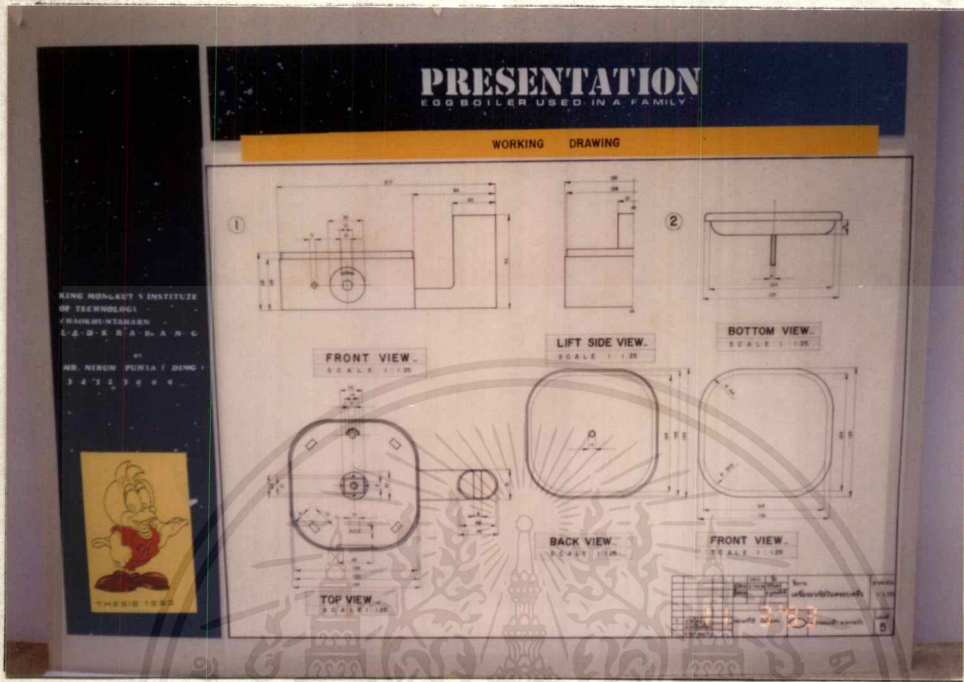


ภาพที่ 106 แบบเพื่อการผลิต 3

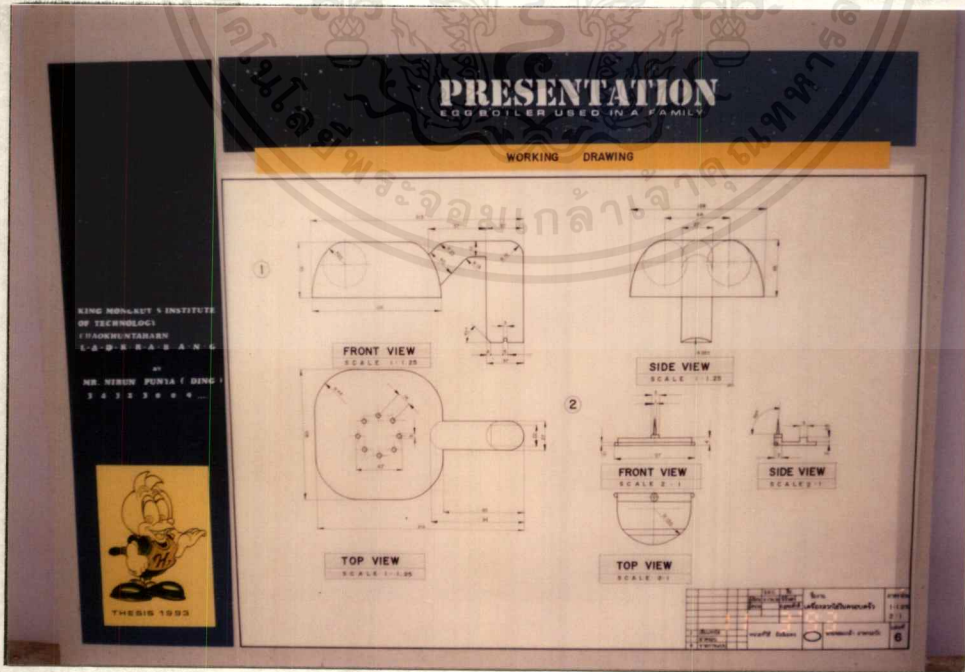


ภาพที่ 107 แบบเพื่อการผลิต 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

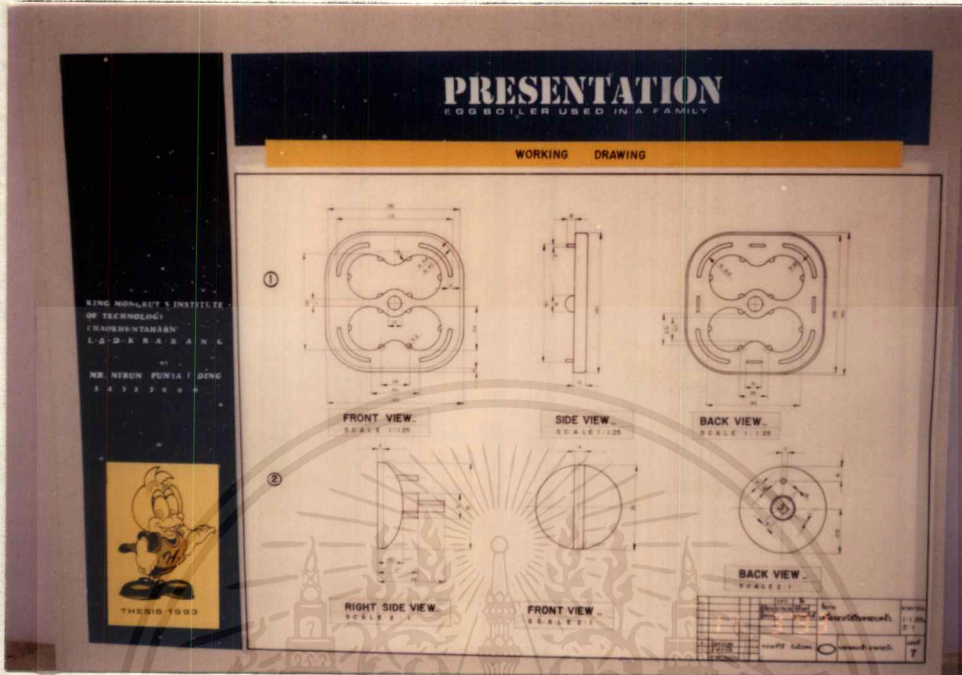


ภาพที่ 108 แบบเพื่อการผลิต 5

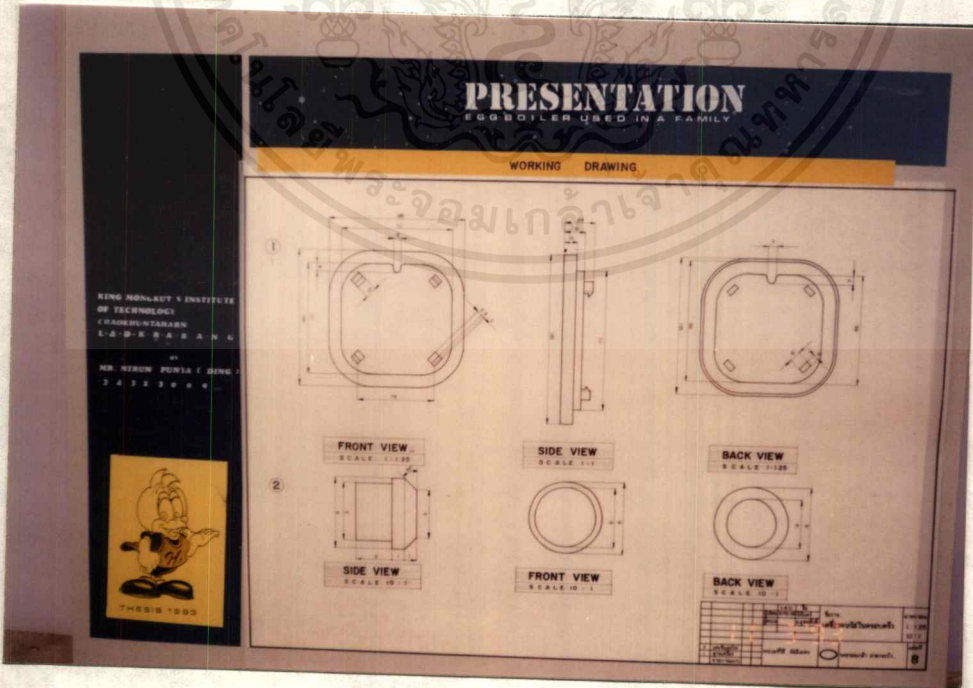


ภาพที่ 109 แบบเพื่อการผลิต 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 110 แบบเพื่อการผลิต 7



ภาพที่ 111 แบบเพื่อการผลิต 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- ทองใหญ่ ทองใหญ่ มาตรฐานบ้านราคาถูกสำหรับประเทศไทย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
2521
- นุกูล กระจาย พิลึกสี่ในชีวิตประจำวัน
เนตรทิพย์ คู่คงวิริยะพันธ์ เทคนิคเครื่องกลไฟฟ้าอุตสาหกรรม ฉบับที่ 28 ปีที่ 4 :
กรุงเทพฯ 2530
- บรรเลง ศรีนิค เทคโนโลยีพลาสติก สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
พิมพ์ครั้งที่ 3 2528
- ถนอม มโนทัย คู่มือเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน
วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล อุปกรณ์การแลกเปลี่ยนความร้อน สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี
(ไทย-ญี่ปุ่น) : กรุงเทพฯ 2526
- สุวรรณ เกษตรสุวรรณ ไขและเนื้อไก่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพฯ
396 หน้า
- อาชีวศึกษา กรม คู่มือการเรียนการสอนวิชาเกษตรกรรม การปักไข่ และการจัดโรงปัก
กษ 025 : กรุงเทพฯ ครูสภา 2523 (88 หน้า)
- สำนักนายกรัฐมนตรี สามะโนประชากรและเคหะที่วราชอาณาจักร งานสถิติแห่งชาติ :
กรุงเทพฯ
- จุลพัฒน์ พจน์โยธิน หนังสือวารสารพลาสติกของสมาคมพลาสติกแห่งประเทศไทย
ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง สถาบันวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย ข้อมูลสถิติส่วนบุคคลไทย

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายรินทร์ ัญญา

วิทยานิพนธ์เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องลาวกไซในครอบครัว
สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม



ประวัติ

เกิดวันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2513 ที่อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นบุตรคนที่ 1 ในจำนวนพี่น้อง 2 คน บิดาชื่อ นายนิคม ัญญา อาชีพ รับจ้าง มารดาชื่อนางบัวเทพ ัญญา อาชีพ ค้าขาย มีน้องสาว 1 คน กำลังศึกษาอยู่ที่สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ คณะวิชาออกแบบ แผนกวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ ชั้น ปวช. 3

การศึกษาในระดับประถมศึกษา ที่โรงเรียน มงฟอร์ต แผนกประถม ศึกษาต่อในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่โรงเรียน มงฟอร์ตมัธยม เข้าศึกษาต่อในระดับ ปวช. ที่สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ ในแผนกวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ระดับ ปวส. แผนกออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่สถาบันเดิม และศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาวิชาศิลป-อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2534