สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

เครื่องอัดข้าวตัง
KRAW TANG DEPRESSED MACHINE

โดย

นางสาวเชนิสา พระมาลา

นางสาวนุชจิรา ปัญญาดิลก

ปม.
ธ2130
2541

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....36261
วัน, เดือน, ปี.....20 ก.ค. 2543

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ
ปีการศึกษา 2542

ชื่อเรื่อง เครื่องอัดข้าวตัง

KRAW TANG DEPRESSED MACHINE

ชื่อ – สกุล นางสาวเชนิสา พระมาลา

นางสาวนุชจิรา ปัญญาดิลก

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร. กันยา ตันติวิสุทธิกุล

ผศ. ดร. วราวุฒิ เถาลัดดา

บทคัดย่อ

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ เป็นการประดิษฐ์เครื่องมือ เรื่อง เครื่องอัดข้าวตัง โดยทำการประดิษฐ์เป็นเครื่องต้นแบบที่สามารถใช้งานได้จริง การประดิษฐ์เครื่องอัดข้าวตังนี้ เพื่อเป็นประโยชน์ในการช่วยแก้ปัญหาทางด้านแรงงานให้กับผู้ผลิต และเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวตังให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้ผลิตและผู้บริโภค

เครื่องอัดข้าวตังที่ประดิษฐ์ประกอบด้วยส่วน 2 ส่วน คือ ตัวเครื่องและปั๊มลม แต่ส่วนที่ได้ทำการประดิษฐ์ขึ้น คือ ตัวเครื่อง ซึ่งใช้แรงอัดระบบนิวเมติคส์ หรือระบบลม เป็นตัวอัดข้าวให้แบนเป็นแผ่น แผ่นข้าวที่ผ่านการอัดแล้วจะสุก เหลือง กรอบ โดยการใช้ลวดให้ความร้อน (Heater) เป็นตัวสร้างความร้อนให้กับเครื่อง ตัวเครื่องจะมีขนาดความกว้าง 40 เซนติเมตร ความยาว 50 เซนติเมตร และสูง 75 เซนติเมตร

การเริ่มดำเนินการในการสร้างเครื่องอัดข้าวตัง เริ่มด้วยการวางแผนและออกแบบเครื่องอัดข้าวตัง จากนั้นทำการเลือกซื้อวัสดุ อุปกรณ์ที่จะนำมาสร้างเครื่องอัดข้าวตัง และดำเนินการสร้างเครื่องอัดข้าวตังโดยมีผู้เชี่ยวชาญและชำนาญในแต่ละด้านมาช่วยในการสร้างและติดตั้งอุปกรณ์ พร้อมทั้งให้คำปรึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดจนการจัดซื้ออุปกรณ์ เมื่อทำการสร้างเครื่องอัดข้าวตังเรียบร้อยแล้ว จึงทำการทดลองประสิทธิภาพของเครื่องเพื่อหาข้อบกพร่องและทำการแก้ไขให้เครื่องมีความสมบูรณ์มากที่สุด เพื่อที่จะนำไปใช้ได้จริง

ผลการทดสอบเครื่องอัดข้าวตัง ปรากฏว่าเป็นที่น่าพอใจของผู้จัดทำเป็นอย่างยิ่ง เครื่องอัดข้าวตังสามารถใช้งานได้จริงและได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นแผ่นข้าวใกล้เคียงกับการใช้แรงงานคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้จัดทำในครั้งต่อไป ผู้ที่จะจัดทำอุปกรณ์เกี่ยวกับระบบไฟฟ้า ควรมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องของระบบไฟฟ้าอยู่ด้วย และมีการศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างละเอียด มีเงินทุนสูงพอสมควร ควรคำนึงถึงหลักความเป็นจริงให้ได้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษเรื่อง เครื่องอัดข้าวตัง ในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับคำแนะนำจากท่านอาจารย์ ผศ. ดร. กันยา ตันติวิสุทธิกุล และ อาจารย์ ผศ.ดร. วรวุฒิ เถาลัดดา ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำเป็นอย่างดีตลอดเวลาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณอาคม ฤทธิ์ลา และ คุณนคร จุลพงษ์ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการหาซื้ออุปกรณ์ รวมทั้งให้คำแนะนำแนวทางในการสร้างเครื่องมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ พ่อ - แม่ ที่ให้กำลังใจ ให้กำลังทรัพย์ ดูแลและให้ความห่วงใยมาโดยตลอด

ขอบใจเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือ รวมทั้งกำลังใจที่ส่งมา จนทำให้ปัญหาพิเศษ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เชนิสา พระมาลา
นุชจิรา ปัญญาดิลก
พฤษภาคม 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ข้าว	4
2.2 ผลิตภัณฑ์จากข้าว	7
2.3 การใช้ Automation ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก	13
2.4 ระบบนิวแมติคส์	16
บทที่ 3 วิธีการสร้างอุปกรณ์	26
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้	26
3.2 ขั้นตอนในการสร้างอุปกรณ์	27
3.3 สถานที่ในการประดิษฐ์อุปกรณ์	36
ระยะเวลาในการประดิษฐ์อุปกรณ์	36
บทที่ 4 ผลการสร้างอุปกรณ์	37
4.1 แสดงวิธีการทดสอบประสิทธิภาพ	37
4.2 ผลการทดสอบ	37
4.3 การปรับปรุงแก้ไข	38
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	40
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงการเปรียบเทียบการบังคับการทำงานด้วยระบบต่าง ๆ	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	อุปกรณ์ระบบนิวแมติคส์	19
2	แสดงการอัดข้าวตังโดยการใช้แรงงานคนในการอัด	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

อาหารไทยจัดเป็นอาหารประจำชาติ ที่มีลักษณะเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว รวมไปถึงขนมไทย ขนมไทยมีด้วยกันหลายประเภท เช่น ขนมที่ใช้ในงานมงคล ขนมที่ใช้ในเทศกาล เช่น ขนมลูกโยนในเทศกาลออกพรรษา ขนมไทยที่เป็นอาหารว่าง เช่น ข้าวเกรียบปากหม้อ ขนมสาคูไส้หมู ปั้นขลิบ ถุงทอง และข้าวตัง (มล.อุบล ดิสวัสดิ์, 2538:1)

ข้าวตัง จัดเป็นขนมไทยประเภทอาหารว่าง ซึ่งมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป ในภาคเหนือ เรียกว่า ข้าวแต๋น ภาคกลาง เรียกว่า ข้าวตัง ภาคใต้ เรียกว่า ข้าวพอง ภาคอีสาน เรียกว่า ขนมนางเล็ด ลักษณะของข้าวตังนั้นจะมีลักษณะแตกต่างกันไปในแต่ละภาครวมถึงวิธีการทำ มีทั้งการนำข้าวไปทอดให้พองกรอบ หรือ การนำข้าวที่หุงสุกจนแฉะมาอัดให้เป็นแผ่นบาง กรอบ นำไปคลุกรวมกับเครื่องปรุงพวกหมูหยอง ใส่น้ำตาล ก็จะเรียกว่า ข้าวตังทรงเครื่อง (อรวสุ นพพรรค์, 2542:15)

การอัดข้าวตังให้เป็นแผ่นนั้นจะต้องอัดข้าวให้เป็นแผ่นบางมากที่สุด จะใช้แผ่นเหล็กรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 10 x 16 นิ้ว จำนวน 2 แผ่น นำข้าวที่นึ่งสุกแล้ววางระหว่างแผ่นเหล็กทั้ง 2 แผ่น ทำการกดให้ข้าวเป็นแผ่นบางประมาณ 0.1 เซนติเมตร จากนั้นนำไปปิ้งไฟให้เหลือง กรอบ จนข้าวตังอัดมีกลิ่นหอม (อรวสุ นพพรรค์, 2542:16)

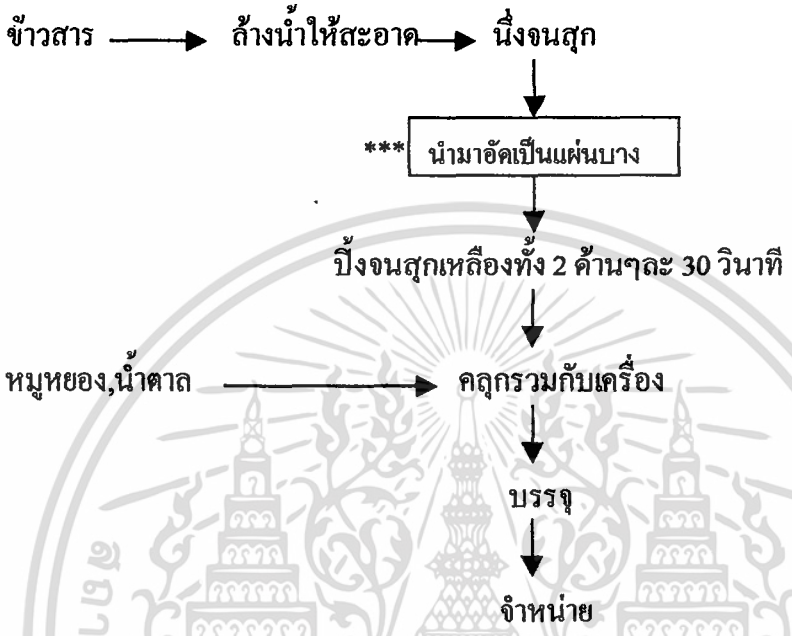
การอัดข้าวตังโดยวิธีนี้จะใช้แรงงานคนในการกดบนแผ่นเหล็กเพื่ออัดข้าว และต้องกด/อัดในขณะที่ข้าวยังร้อนจึงเป็นปัญหาในการผลิตข้าวตังเพื่อจำหน่าย เนื่องจากเกิดปัญหาต้องใช้แรงงานคนในการผลิตที่เป็นแรงงานชายมากกว่าแรงงานหญิงและแรงงานทางด้านนี้มีน้อยมากเนื่องจากเป็นงานที่ต้องอยู่กับความร้อนตลอดเวลา จึงเกิดปัญหาด้านแรงงานในการผลิตทำให้ผลผลิตต่อวันจะได้ในปริมาณน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงในด้านค่าจ้างแรงงาน ทำให้กำไรลดลง

จากปัญหาดังกล่าวนี้ จึงมีการศึกษากระบวนการผลิตข้าวตังทรงเครื่อง โดยเฉพาะในช่วงการนำข้าวมาอัดเป็นแผ่นบาง เพื่อช่วยลดปัญหาทางด้านแรงงานให้แก่ผู้ผลิต และเป็นการเพิ่มปริมาณการผลิตให้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะประดิษฐ์เครื่องอัดข้าวตัง ผลิตเป็นเครื่องต้นแบบ คาดว่าจะสามารถประยุกต์ใช้แทนแรงงานคนได้ เพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อำนวยความสะดวก รวดเร็ว และได้ผลิตภัณฑ์มากขึ้น เพียงพอต่อความต้องการของผู้ผลิต เป็นการลดปัญหาด้านแรงงานที่หายาก

กรรมวิธีในการผลิตข้าวตัง



หมายเหตุ *** เป็นหัวข้อที่ นำมาประดิษฐ์เครื่องอัดข้าวตัง

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อประดิษฐ์เครื่องอัดข้าวตังโดยใช้ระบบแรงลมในการอัด (PNEUMATIC) โครงสร้างทำด้วยเหล็กกล่องมีขนาดความกว้าง 40 เซนติเมตร ความยาว 50 เซนติเมตร ความสูง 75 เซนติเมตร

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1.จัดทำเครื่องอัดข้าวตังไฟฟ้า

ซึ่งเครื่องอัดข้าวตังไฟฟ้า มีส่วนประกอบดังนี้

1.1 โครงสร้างเครื่อง

1.1.1 เหล็กกล่อง

1.1.2 แผ่นแสตนเลสรองพื้น

1.1.3 แผ่นเหล็ก

1.1.4 สีสเปรย์ (สีเทา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 อุปกรณ์ควบคุม ซึ่งประกอบด้วย

1.2.1 กระบอกลม (PNEUMATIC)

1.2.2 สายลม

1.2.3 ข้อต่อลม

1.2.4 ถังลม

1.2.5 Valve (ควบคุมการกด ขึ้น-ลง)

1.2.6 Heater (แผ่นให้ความร้อน)

1.2.7 Filter Regulater (ชุดกรอง)

1.2.8 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ

1.2.9 วัสดุอื่น ๆ เช่น น๊อต

2. จัดทำเอกสารและคำบรรยายประกอบการใช้เครื่องอัดข้าวตังไฟฟ้าจำนวน 1 ชุด

3. นำเครื่องอัดข้าวตังไฟฟ้าไปทดลองใช้ที่ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง แขวงลำประทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ช่วยแก้ปัญหาทางด้านแรงงานให้กับผู้ผลิต
2. ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวตังเพียงพอต่อความต้องการแก่ผู้ผลิต ผู้บริโภค
3. ลดอัตราเสี่ยงในการทำงาน
4. เป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือที่ลักษณะคล้ายคลึงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

จากการประดิษฐ์เครื่องอัดข้าวตัง ผู้ประดิษฐ์ได้ทำการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องในหัวข้อต่าง ๆ คือ

2.1 ข้าว

2.1.1 คุณภาพของข้าว

2.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของข้าว

2.1.3 สารระเหย

2.2 ผลิตภัณฑ์จากข้าว

2.3 การใช้ Automation ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

2.4 ระบบนิวแมติคส์

2.4.1 การวิวัฒนาการทางเทคนิคของลมอัด

2.4.2 ข้อดี และข้อจำกัดของระบบนิวแมติคส์

2.4.3 อุปกรณ์นิวแมคติคส์

2.1 ข้าว

"ธัญพืช" หมายถึง พืชวงศ์หญ้า (Gramoneae) ซึ่งมีความสำคัญต่อมนุษย์ทั่วโลกเนื่องจากมีหลายพันธุ์ ปลูกง่าย ขึ้นได้ดี เมล็ดเก็บรักษาได้นาน มนุษย์จึงใช้เมล็ดธัญพืชชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นอาหารหลักตามสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศที่ธัญพืชชนิดนั้นเจริญเติบโตได้ดี เมล็ดธัญพืชมีความสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในการใช้ประโยชน์ทางตรง คือ การนำมาแปรรูปเป็นอาหารหลักของมนุษย์ในรูปแบบต่าง ๆ ส่วนประโยชน์ทางอ้อม คือ การนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารอื่นที่ไม่ใช่อาหารหลัก เช่น การทำสตาร์ช การทำน้ำตาล รวมทั้งอุตสาหกรรมกึ่งอาหาร เช่น เบียร์ เหล้า และอุตสาหกรรมที่ไม่ใช่อาหาร เช่น สารเคมี และยา เป็นต้น

ข้าว (*Oryza sativa*)

มีต้นกำเนิดในภาคตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย ปลูกมากในพื้นที่แถบมรสุมซึ่งมีฝนตกชุกและแสงแดดพอเพียง ซึ่งได้แก่ พันธุ์อินดิคา (*O.sativa,indica*) ส่วนพันธุ์จาปอนิคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(*O.sativa,japonica*) จะขึ้นในพื้นที่ของเขตอบอุ่น นอกจากนั้นพันธุ์ข้าวอีกหลาย ๆ พันธุ์สามารถขึ้นในสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันมากจากสภาพที่ร้อนชื้นมากไปจนถึงสภาพที่เย็นตามชายเขาแอปส์ (Alps) ขึ้นได้ทั้งในที่เขาสูงถึง 3,050 เมตร ในประเทศอินเดีย และในที่ลุ่มซึ่งน้ำท่วมขังในเขตมรสุม ดังนั้นข้าวจึงเป็นธัญพืชที่มนุษย์มากกว่าครึ่งของโลกใช้บริโภคเป็นอาหารหลัก โดยประเทศจีนปลูกมากที่สุดในโลกและประเทศที่สามารถส่งข้าวเป็นสินค้าออกได้มาก คือ สหรัฐอเมริกา จีน และประเทศไทย

มาตรฐานวัดคุณภาพของข้าวจะแตกต่างกันไปตามปัจจัยทางเศรษฐกิจ ข้าวสารต่างพันธุ์จะหุงได้ข้าวสุกที่มีรสชาติและลักษณะเมล็ดต่างกัน รวมทั้งได้ปริมาณต่างกันด้วย ข้าวที่มีคุณภาพดีขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว แต่ขั้นตอนดูแลคุณภาพข้าวหลังการเก็บเกี่ยวก็เป็นสิ่งสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพข้าวมาก ตลาดข้าวสำหรับผู้บริโภคโดยทั่วไปเป็นตลาดข้าวสาร ลักษณะการหุงขึ้นหม้อของข้าวสารจึงกลายเป็นส่วนหนึ่งของคุณภาพข้าว และ รสนิยมที่ผู้บริโภคมีต่อข้าวชนิดอื่น ๆ ด้วย

2.1.1 คุณภาพของข้าว (Quality of rice)

เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture content) คือ สิ่งที่มีความสำคัญที่สุดต่อคุณภาพของข้าวเปลือกซึ่งจะมีผลต่อทั้งเมล็ดพันธุ์ และคุณภาพข้าวสาร ความชื้นต่ำ ๆ หรือน้อยที่สุดของข้าวเปลือกจะลดการขยายตัวของจุลินทรีย์และการเน่าเสีย (Spoilage) และทำให้เกิดการแตกหักเมื่อทำการสีน้อยลง จะได้ข้าวเต็มเมล็ด (Head milled rice) มากที่สุด คุณภาพข้าวตามความต้องการของตลาดจะพิจารณาจากคุณสมบัติของข้าวทางกายภาพ (physical properties) และพันธุ์ (variety) คุณภาพการหุงและการรับประทานจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางฟิสิกส์ – เคมี (physico – chemical) โดยเฉพาะปริมาณของ อะมิโลส (amylose) ส่วนคุณค่าอาหาร (Nutritional valve) จะพิจารณาจากปริมาณโปรตีนของข้าวสาร

จากการศึกษาของ IRRI และสถาบันวิจัยข้าวในหลายประเทศ เช่น อินโดนีเซีย มาเลเซีย ฟิลิปินส์ และประเทศไทย พบว่าคุณภาพของเม็ดข้าวและความชอบของผู้บริโภคจะแตกต่างกันตามพันธุ์และความนิยมของประชาชนในแต่ละประเทศ แต่ที่เหมือนกันคือ

- ปริมาณข้าวเต็มเมล็ด (higher head rice yield)
- ปริมาณข้าวเมล็ดใส (More translucent grain)

งามชื่น คงเสรี (2538 : 156)กล่าวว่า "ในเมล็ดข้าวมีส่วนประกอบของแป้ง 80 เปอร์เซนต์ โดยมีความชื้น 11 – 14% และ โปรตีน 7 – 9% นอกจากนี้คุณภาพของข้าวขึ้นอยู่กับ

1. สัดส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพคตินในแป้ง ถ้าข้าวพันธุ์ใดมีอะมิโลสสูง ก็จะมีอะมิโลเพคตินต่ำทำให้ข้าวมีลักษณะร่วนและแข็ง โดยปกติข้าวเจ้าจะมีปริมาณของอะมิโลสอยู่ระหว่าง 12 – 31% หากเป็นพันธุ์ข้าวหอมมะลิจะมีอะมิโลสประมาณ 12 – 18%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อุณหภูมิที่แป้งสุก (Gelatinization Temperature) หรือ GT หมายถึง อุณหภูมิน้ำที่ทำให้ 90% ของเม็ดแป้งอยู่ในสภาพเจลาติน หรือพองตัวในน้ำร้อน

3. ความคงตัวของแป้ง (Gel consistency) ข้าวที่มีอะมิโลสปริมาณมาก จะมีความนุ่มของข้าวสุกมากกว่าข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ

4. ความยืดของเมล็ดข้าว (Elongation) ข้าวสารเมื่อหุงจะมีการขยายตัวตามยาวและเส้นรอบวงของเมล็ดข้าวทำให้ข้าวมีขนาดยาวและใหญ่ขึ้น

5. กลิ่นหอม – เกิดจากสารน้ำมัน ซึ่งอยู่ในเมล็ดตั้งแต่เนื้อเยื่อของเมล็ดข้าวกล้อง จนเข้าไปในเมล็ดข้าวกล้อง

2.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของข้าว

1. แป้ง (Starch) ภายในเมล็ดข้าวจะประกอบไปด้วยแป้ง 80 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักแห้ง (dry matter) ของข้าวสาร แป้งข้าวสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1 อะมิโลเพคติน (amylopectin) แป้งส่วนนี้เมื่อสุกแล้วจะมีลักษณะเหนียวและดูดซึมน้ำไว้ในตัวมันได้จำกัด ดังนั้นแป้งอะมิโลเพคตินจึงมีส่วนทำให้ข้าวสุกเหนียวและนุ่ม และหากใส่น้ำมากเกินไป น้ำส่วนเกินนี้จะเกาะอยู่ตามผิวเมล็ด ทำให้ข้าวสุกมีลักษณะแฉะ ๆ

1.2 อะมิโลส (amylose) มีคุณสมบัติแตกต่างจากอะมิโลเพคติน คือ เมื่อสุกความเหนียวของข้าวจะลดลงและหากทิ้งไว้ให้เย็นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้ข้าวสุกแข็งกระด้างและร่วนยิ่งขึ้น อะมิโลสยังทำให้เมล็ดข้าวสามารถดูดซับน้ำไว้ได้ดีกว่าอะมิโลสเพคติน จึงทำให้ข้าวสุกไม่แฉะง่าย

2. โปรตีน (Protein) องค์ประกอบหลัก คือ กลูเตลิน (glutelin) และองค์ประกอบย่อยได้แก่ อัลบูมิน (albumin) และโกลบูลิน (globulin) 15% , โปรลามิน (prolamin) 5 – 8% , ส่วนที่เหลือคือ กลูเตลิน (glutelin) 84% และยังพบ ไลซิน (lysine) 3.5 – 4% (Tanaka et.al, 1973)

3. ไขมัน (Lipid) พบอยู่ในรำข้าว 20% ของน้ำหนักแห้ง, พบในเมล็ดข้าวสาร 1.5 – 1.7% กรดไขมันหลักของไขมัน คือ ไลโนเลอิก (Linoleic acid) ประมาณ 29 – 42% และยังพบ โอเลอิค (Oleic acid), ปามิติก (Palmitic)

นอกจากองค์ประกอบทางเคมีของข้าวที่กล่าวมาแล้วยังพบสารอาหารทั้งหมดในเมล็ดข้าว ซึ่งมีดังนี้

สารอาหารทั้งหมดของข้าว (Gross nutrient composition)

เมื่อข้าวผ่านกระบวนการสีข้าวอย่างสมบูรณ์แล้วจะได้ รำข้าว (bran) เป็นส่วนที่ให้พลังงานและโปรตีน เมื่อนำข้าวมาทำการขัดขาว (abrasive หรือ friction) ทำให้สูญเสีย ไขมัน, โปรตีน, ไทอะมีน, ไรโบฟลาวิน, ไนอะซิน และแอลฟ่า – โทโคฟีรอล (α-tocopherol) ส่วนที่เหลืออยู่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวสารส่วนใหญ่ คือ คาร์โบไฮเดรต (Carbohydate) ซึ่งจะอยู่ในรูปแป้ง (Starch) และสารอาหารที่พบ ดังนี้

- วิตามินบี และวิตามินอี พบมากในส่วนของรำข้าว
- ไม่พบวิตามินเอ, วิตามินดี และวิตามินซี ในข้าว
- มีปริมาณไทอะมิน มากกว่า ไรโบฟลาวิน, ไนอะซิน และ 50% ของไทอะมินทั้งหมด พบที่ส่วนของปลายข้าว
- 80 – 85% ของไนอะซินอยู่ที่เปลือกหุ้มเมล็ด (pericarp) และส่วนที่เก็บสะสมอาหาร (endosperm)
- 95% ของโทโคฟีรอลทั้งหมด อยู่ที่ส่วนที่เจริญไปเป็นต้นอ่อน (embryo) พบ ∝ - tocopherol มีประมาณ 1 ใน 3 ของโทโคฟีรอลทั้งหมด
- 90% ของฟอสฟอรัสที่พบในรำข้าว คือไฟติน ฟอสฟอรัส (phytin phosphorus) มีส่วนประกอบหลักคือ โปแทสเซียม (protassium) และแมกนีเซียม (magnesium)
- ในข้าวสารจะเหลือส่วนของแร่ธาตุ คือ 63% ของโซเดียม (sodium) และ 74% ของแคลเซียม (calcium)

2.1.3 สารระเหย (Volatiles)

กลิ่นหอมเกิดจากสารที่มีกลิ่นและระเหยได้ ซึ่งประกอบด้วย แอมโมเนีย (ammonia), ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulphine) และอะซีเตทดีไฮด์ (acetaldehyde) ส่วนที่ทำให้ข้าวมีกลิ่นหอมของข้าวหอม (Aromatic rices) ประกอบด้วยสารหอมหลัก คือ 2 – acetyl – 1 – pyrroline สารระเหยที่ทำให้ข้าวมีกลิ่นหืน คือ อัลดีไฮด์ (aldehydes) โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารพวก เฮกซานอล (hexanol) และคีโตน (Ketones)

2.2 ผลิตภัณฑ์จากข้าว

สุกัญญา ภัทราชัย (2538 : 165) กล่าวว่า "ข้าวเป็นเมล็ดพืชตระกูลหญ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งคนไทยรู้จักปลูกเพื่อนำมาเป็นอาหารมาแต่โบราณ คนไทยนำข้าวมาบริโภคเป็นอาหารหลักและนำมาทำเป็นของหวาน"

ม.ร.ว.ถนัดศรี สวัสดิวัตน์ (2538 : 229) กล่าวว่า "ข้าวสามารถนำมาทำอาหารได้หลายชนิด เป็นอาหารหลัก หรือนำมาทำเป็นของหวาน"

เมื่อได้ข้าวเปลือกจากรวงข้าวมาแล้ว ก่อนจะนำมารับประทานจะต้องผ่านกรรมวิธีหลายขั้นตอน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. นำข้าวเปลือกมากะเทาะให้เปลือกหลุดโดยใช้ครกตำข้าว หรือในปัจจุบันใช้เครื่องสีข้าวแทน เปลือกข้าวที่หลุดออกมานี้เรียกว่า แกลบ สามารถนำไปผสมทำอิฐได้

2. นำข้าวที่ตำหรือสีแล้วมาใส่กระด้งฝัดให้เนื้อข้าวแยกออกจากเปลือก เมล็ดข้าวที่ได้เรียกว่า ข้าวกล้อง มีลักษณะเป็นสีมะขาม

3. นำข้าวกล้องมาใส่ครก ใช้สากตำข้าวโขลก เรียกว่า ซ้อมข้าว ทำให้ผิวของข้าวกล้องที่เป็นสีน้ำตาลหลุดออกกลายเป็นผงสีน้ำตาลอ่อน เรียกว่า รำข้าว ข้าวกล้องเมื่อผ่านการซ้อมแล้ว จะกลายเป็นข้าวขาวกลายเป็นข้าวสาร เมล็ดข้าวส่วนที่หักเราเรียกว่า "ปลายข้าว" (สุกัญญา ภัทราชัย, 2538 : 165)

ข้าวแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ ข้าวเจ้า และข้าวเหนียว ทางภาคเหนือ ภาคอีสานจะรับประทานข้าวเหนียว หรือที่เรียกว่า ข้าวนึ่ง ส่วนทางภาคกลาง ภาคเหนือตอนล่าง จะรับประทานข้าวเจ้าเป็นหลัก ข้าวที่นำมาบริโภคเป็นอาหารหลักมีวิธีการทำให้สุก ดังนี้

ข้าวเจ้า มีวิธีหุง 3 วิธี ได้แก่ หุงข้าวแบบเช็ด หุงข้าวไม่เช็ดน้ำ และนึ่งข้าว

1. หุงข้าวแบบเช็ดน้ำ คือ การนำข้าวสารใส่ในภาชนะที่หุง ซาวข้าวสารให้สะอาดก่อน นำไปตั้งไฟเดี่ยวน้ำให้เดือด เมื่อเมล็ดข้าวสุกแล้วจะรินน้ำทิ้งไป เรียกว่า "เช็ดน้ำข้าว" แล้วเอาหม้อข้าวมาตั้งไฟอ่อน ๆ เพื่อให้น้ำข้าวในหม้อแห้งหมด เรียกว่า ดงข้าว จนข้าวสุกระอุดี

2. หุงข้าวแบบไม่เช็ดน้ำ คือ การนำข้าวสารที่ซาวแล้วใส่ภาชนะที่จะหุงต้ม เติมน้ำสะอาดให้ท่วมข้าวประมาณ 1 – 2 นิ้ว ยกหม้อขึ้นตั้งไฟแรง เมื่อเดือดทั่วดีแล้วเปิดฝาคนให้ทั่วแล้วปิดฝา ลดไฟให้อ่อนลง เรียกว่า "ราไฟ" เมื่อน้ำแห้งสนิทและข้าวสุกระอุดีแล้วจึงยกลงได้

3. นึ่งข้าว คือ การทำให้ข้าวสารสุกโดยใช้ไอน้ำ นำกระทะมาตั้งบนเตาไฟใส่น้ำ แล้ววางรังถึงสำหรับนึ่ง ซาวข้าวแล้วใส่ภาชนะทนความร้อน ใส่น้ำในข้าวให้ท่วมข้าว 1 – 1.5 นิ้ว ปิดฝากระทะ นึ่งจนข้าวสุกระอุ

ข้าวเหนียว มีวิธีหุงด้วยการนึ่ง ก่อนจะนึ่งต้องนำข้าวไปแช่น้ำไว้ก่อนประมาณ 5 ชั่วโมงขึ้นไป หลังจากนั้นจึงสงข้าว สง คือ การนำข้าวขึ้นจากน้ำแล้วใส่กระชอนพักไว้ ภาชนะที่ใช้นึ่งข้าวเหนียว เรียกว่า หวด ปูผ้าขาวบางที่ก้นหวดแล้วจึงใส่ข้าวเหนียว ยกหวดวางบนปากหม้อปิดฝา นึ่งจนข้าวเหนียวสุกระอุดี

ข้าวที่คนไทยรับประทานเป็นของหวานมีทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียว เช่นเดียวกับอาหารหลัก และมีทั้งนำมาทำจากเมล็ดข้าวโดยตรงและนำมาบดเป็นแป้ง

ขณะที่ข้าวยังอ่อนอยู่ในรวงข้าวมีลักษณะเป็นน้ำนม เราเกี่ยว นำมาโขลกจนแหลกแล้วใส่น้ำลงไป กรองด้วยผ้าขาวบางจะได้น้ำแป้งมีสีเขียว นำไปตั้งไฟ ใส่น้ำตาลแล้วกวนพอเดือดทั่วสุกดีจะมีลักษณะข้นอย่างแป้งเปียก เรียกว่า*ข้าวยาคู*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเมล็ดข้าวพ้นจากเป็นน้ำนมแต่ยังไม่แก่จัด นำข้าวมานวดเอาเมล็ดออก คั่วจนสุกพรมด้วยน้ำเกลือแล้วนำไปตำพอเมล็ดแบน เรียกข้าวนี้ว่า ข้าวเม่า นิยมใช้ข้าวเหนียวดำ ข้าวเม่าของคนไทยยังสามารถนำไปทำอาหารดัดแปลงได้อีกหลายชนิด ได้แก่

ก. ข้าวเม่าราง คือ ข้าวเม่าที่โขลกแล้วยังไม่ฝัดเปลือกออก นำมาคั่วจนเมล็ดพอง มีลักษณะกรอบ รสเค็มนิด ๆ

ข. ข้าวเม่าคลุก คือ นำข้าวเม่ามาพรมน้ำ พอนุ่มคลุก กับมะพร้าว ใส่เกลือ น้ำตาล รับประทานคู่กับกล้วยไข่

ค. ข้าวเม่าทอด คือ ข้าวเม่ารางนำมาคลุกปนกับหน้ากระฉีก นำมาปั้นห่อหุ้มกล้วยไข่ที่ปอกแล้วจนมิด นำไปทอดในน้ำมันร้อนจัดจนสุก

ง. ข้าวเม่าหมี่ คือ ข้าวเม่าที่นำไปทอดให้กรอบ ผสมเครื่องปรุง กุ้งแห้ง ถั่วลิสงคั่ว เต้าหู้เหลือง ไข่เจียวหั่นฝอย กระเทียมเจียว ใส่เกลือ น้ำตาล เก็บรับประทานได้หลายวัน

ข้าวเหนียวมูน คือ ข้าวเหนียวที่นึ่งสุกใส่กะทิคลุกเข้ากัน รับประทานกับหน้าต่าง ๆ เช่น หน้ากุ้ง หน้าสังขยา หน้ามะม่วง เป็นต้น

ข้าวต้มผัด คือ ข้าวเหนียวผัดในน้ำกะทิ ห่อด้วยใบตอง นึ่งให้สุก ทางภาคอีสานเรียกว่า เข้าต้ม ทางภาคเหนือ เรียก ข้าวต้มกะทิ ส่วนทางภาคใต้จะใช้ใบพ้อห่อเป็นรูปกรวยหรือรูปสามเหลี่ยม เรียกว่า ข้าวต้ม ถ้าห่อด้วยใบจากอ่อน ๆ มัดด้วยเชือกเป็นเปลาะ ๆ นำไปต้มจนสุก เรียกว่า ปัดหรือขั้ง

ข้าวต้มมัดไต้ คือ ข้าวเหนียวผัดกับกะทิแต่มีไส้ถั่วเขียวผัด ห่อยาวกว่าข้าวต้มผัด

ข้าวต้มจิ้ม คือ ข้าวเหนียวไส้กล้วยน้ำว้า เวลารับประทานตัดเป็นคำ ๆ คลุกกับมะพร้าวขูดเป็นเส้น ๆ ผสม เกลือ น้ำตาล ทางภาคอีสาน เรียกว่า ข้าวต้มเกลือก, ข้าวต้มทรง ภาคเหนือเรียก ข้าวต้มโคน

ข้าวต้มลูกโยน คือ ข้าวต้มผัดหรือข้าวต้มจิ้มที่นำไปห่อใบไม้บางชนิด เช่น ใบเตย ใบลำเจียก ใบมะพร้าว ห่อม้วนพันแล้วทิ้งชายให้ยาวพอจับโยนได้ เป็นขนมที่ใช้ในเทศกาลออกพรรษา

ข้าวต้มน้ำวุ้น คือ ข้าวเหนียวห่อใบตองเป็นรูปสามเหลี่ยม ต้มจนสุก นำมารับประทานกับน้ำเชื่อม

ข้าวเหนียวปิ้ง คือ ข้าวเหนียวมูนใส่ไส้กล้วย หรือ ไส้เผือก ห่อใบตองรูปกรวยนำไปปิ้งจนเกรียม

ข้าวแดกงา คือ ข้าวเหนียวนึ่งโขลกปนงา ทางอีสานและทางเหนือผสมน้ำตาล เรียกว่า ขนมแดกงา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวหลามตัด คือ ข้าวเหนียวนึ่งอัดใส่ถาดพรมน้ำกะทิโรยถั่วทอง ตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม

ข้าวเหนียวตัด คือ ข้าวเหนียวนึ่งใส่น้ำกะทิตัดเป็นชิ้น ๆ

ข้าวเหนียวแก้ว คือ ข้าวเหนียวที่เอามากวนกับกะทิและน้ำตาลทราย

ข้าวเหนียวแดง คือ ข้าวเหนียวที่เอามากวนกับกะทิและน้ำตาลอ้อยมีสีแดงน้ำตาลไหม้

ข้าวพอง คือ ขนมที่ทำด้วยเมล็ดข้าวผสมน้ำตาลอัดเป็นแผ่น ทอดให้พอง ข้าวพองของทางอีสานทำด้วยข้าวเหนียวนึ่งตากแห้ง ทางภาคใต้ เรียกว่า ขนมพอง เป็นขนมสำคัญในงานบุญเดือนสิบ

ข้าวจี่ เป็นขนมของชาวอีสานและชาวเหนือ ข้าวจี่ คือ ข้าวเหนียวนึ่ง ปั้นเป็นก้อนใช้ไม้เสียบ โรยเกลือแล้วปิ้งไฟให้สุก ทาทับด้วยไข่ ชาวอีสานนิยมทำข้าวจี่กันในเดือนสามจนเป็นประเพณี เรียกว่า บุญข้าวจี่

ขนมนางเล็ด คือ ข้าวเหนียวนึ่งแผ่เป็นแผ่นกลม ตากแห้ง แล้วทอดน้ำมันให้พอง โรยน้ำตาลเคี่ยว ทางอีสาน เรียกว่า ข้าวเลียนเม็ด ข้าวนางเล็ด

ข้าวสาระวง หรือ ขนมสาระวงกงเกวียน เป็นขนมของทางอีสาน ทำด้วยข้าวเหนียวนึ่งเคล้าน้ำตาล หรือน้ำอ้อยทำเป็นแผ่นกลม ๆ คล้ายกงเกวียน

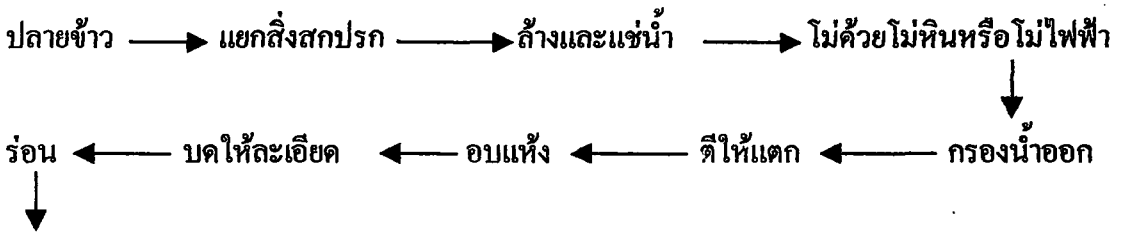
ข้าวหมาก หรือข้าวหมัก คือ ข้าวเหนียวนึ่งหมักกับแป้งเชื้อประมาณ 2 – 3 วัน จนมีรสหวาน นิยมรับประทานกับข้าวหลามตัด

ข้าวตัง คือ ข้าวสุกที่ติดเป็นแผ่นเกรียมอยู่ที่ก้นหม้อหรือกระทะ นิยมนำไปกินเป็นของกินเล่น ถ้านำไปทอดกินพร้อมผักกาดดองห่อไส้ที่เรียกว่า เมี่ยงลาว เรียกว่า ข้าวตังเมี่ยงลาว ข้าวตังทอดโรยหน้ามะพร้าวขูด งาและน้ำตาล เรียกว่า ข้าวตังทรงเครื่อง ข้าวตังทอดกินกับหลนที่ทำจากหมู กุ้ง กะทิ เรียกว่า ข้าวตังหน้าตั้ง (สุกัญญา ภัทราชัย, 2538 : 166 – 173)

ในการทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากข้าว บางชนิดทำจากข้าวทั้งเมล็ด บางชนิดทำจากแป้งข้าว สุกัญญา ภัทราชัย (2538 : 173) กล่าวถึงวิธีการทำแป้งข้าวว่า " ในสมัยโบราณแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียวได้มาจากการเอาเมล็ดข้าวแช่ในน้ำให้นิ่ม แล้วนำไปโม่บดให้ละเอียดพร้อมกับน้ำ จากนั้นนำไปกรองและเกรอะเอาน้ำออก นำไปผึ่งแดดจนแห้ง

งามชื่น คงเสรี (2538 : 161) กล่าวว่า "แป้งข้าวมีทั้งแป้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ส่วนใหญ่แป้งข้าวทั้ง 2 ชนิดนี้มักจะนำไปใช้ทำเป็นขนมหรืออาหาร แป้งข้าวที่ผลิตในประเทศส่วนใหญ่เป็นชนิดที่ผ่านการโม่น้ำ โดยใช้ข้าวหักหรือปลายข้าวเป็นวัตถุดิบ โดยมีหลักการผลิต ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แป้งที่ได้จากข้าวนี้เป็นส่วนประกอบสำคัญในการทำขนมหวานของไทย ซึ่งมีหลากหลายชนิด ดังนี้

ข้าวเกรียบ คือ แป้งข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวที่ทำเป็นแผ่นตากให้แห้ง แล้วปิ้งหรือทอดมีหลายชนิด เช่น ข้าวเกรียบงา ข้าวเกรียบว่าว ข้าวเกรียบกุ้ง ทางภาคเหนือ เรียกว่า เข้เขียบหรือเข้าโป่ง เรียกข้าวเกรียบงา ว่า เข้าควบ และเรียกข้าวเกรียบว่าวว่า เข้าแคบ ทางภาคอีสาน เรียกว่า เข้าเขียบ เข้าโป่ง และเข้าเขิบ

ข้าวเกรียบปากหม้อ คือ ของว่างที่ทำด้วยแป้งข้าวเจ้า ละเลงบนผ้าที่ขึงปากหม้อ มีไส้ทำด้วยหมูหรือกุ้ง

ข้าวเกรียบอ่อน คือ ขนมที่ทำจากแป้งข้าวเจ้า ละลายกับน้ำตาลโตนดหรือน้ำตาลมะพร้าว มีไส้ทำด้วยถั่วและมะพร้าว รับประทานกับน้ำตาลคลุกงา

ข้าวตู คือ ข้าวตากตั่วแล้วตำเป็นผงเคล้ากับน้ำตาลและมะพร้าว ใช้เป็นเสบียงยามเดินทางไกล

ขนมครก คือ ข้าวสารโม่เป็นแป้งเหลว ผสมกะทิ หยอดในภาชนะที่ทำเป็นหลุมตั้งบนเตาไฟ

ขนมถ้วย คือ ขนมที่ทำจากแป้งข้าวเจ้า ผสมกะทิ น้ำตาลปีป ใส่ถ้วยนึ่งตะไล

ขนมลา คือ ขนมของภาคใต้เป็นหนึ่งในขนมประจำสารทเดือนสิบ ทำจากแป้งข้าวเจ้าคลุกกับน้ำผึ้งนำไปทอด โดยการโรยแป้งวนไปวนมาทั่วกะทะ

ขนมดีซำ คือ ขนมที่ทำจากแป้งข้าวเจ้าผสมน้ำตาลเคี่ยว แล้วนำมาปั้นเป็นรูปกลม ๆ แบน ๆ นำไปทอดในน้ำมันร้อน เป็นอีกหนึ่งขนมในเทศกาลสารทเดือนสิบ

กะละแม คือ ขนมที่ทำด้วยแป้งข้าวเหนียว กะทิและน้ำตาล กวนจนเหนียวเป็นสีดำ

ขนมน้ำดอกไม้หรือขนมชักหน้า คือ ขนมที่ทำจากแป้งข้าวเจ้าผสมแป้งมัน ละลายกับน้ำเชื่อมใส่ถ้วยตะไลนึ่ง เมื่อสุกหน้าจะปุ่ม (สุกัญญา ภัทราชัย, 2538 : 171)

ผลิตภัณฑ์เส้นและแผ่น ข้าวสำหรับทำผลิตภัณฑ์เหล่านี้ต้องผ่านการโม่น้ำให้เป็นแป้ง จึงนิยมใช้ปลายข้าวเป็นวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. การทำขนมจีนแป้งหมัก จะมีเส้นเหนียวกว่าขนมจีนแป้งสด เพราะการหมักจะช่วยให้แป้งแตกตัวและเนื้อแป้งละเอียด แต่จะทำให้สีเส้นขนมคล้ำ

ข. การทำเส้นหมี่ ใช้วิธีอัดแป้งผ่านรูเล็ก ๆ วิธีการทำเช่นเดียวกับการทำขนมจีน

ค. การทำแป้งแผ่นหรือใบเมี่ยงญวน ในการผลิตต้องหมักแป้งนาน 2 – 3 วัน และมีการเติมน้ำเกลือเพื่อช่วยดูดความชุ่มชื้น ทำให้แผ่นแป้งไม่แห้งกรอบ แตกหักง่ายในระหว่างการผลิต

ง. ลอดช่อง จะมีการเติมน้ำปูนใสในน้ำแป้ง เพื่อให้แป้งเหนียวมากขึ้นเนื่องจากแป้งเกิดการแตกตัวและทำให้แป้งมีสีเหลืองอ่อน ๆ และกลิ่นเปลี่ยนไป

ขนมอบกรอบ ในการผลิตขนมอบกรอบสามารถแบ่งชนิดขนมอบกรอบจากข้าวออกเป็น 3 ประเภท คือ

ก. ชนิดทำจากข้าวเหนียว หรือที่เรียกเป็นชื่อญี่ปุ่นว่า อะราเร่ (arare) มีขั้นตอนการผลิตโดยสังเขป ดังนี้

ข้าวเหนียว → แช่น้ำ → นึ่งสุก → นวดจนเป็นแป้งเหลว → แช่เย็น → ตัดเป็นชิ้น → อบแห้ง → ย่างให้พอง → ปรุงรส → ขนมอะราเร่

วิธีการผลิต จะคล้ายกับการผลิตขนมของไทยชนิดหนึ่ง คือ ข้าวเกรียบว่าว แต่ข้าวเกรียบว่าวมีการเติมน้ำมันและน้ำตาล เมื่อนำไปย่างจะขยายตัวมากจนแตกหักได้ง่ายกว่า

ข. ชนิดทำจากข้าวเจ้า มีชื่อว่าญี่ปุ่นว่า เซมเบ่ (senbei) ในการทำขนมเซมเบ่มีวิธีการต่างจากอาราเร่ คือ

ข้าวเจ้า → แช่น้ำ → บดเป็นแป้ง → นึ่งสุก → แผ่เป็นแผ่นบางขณะร้อน → ตัดเป็นชิ้น → อบแห้ง → ย่างให้พอง → ปรุงรส → ขนมเซมเบ่

ค. ข้าวกล้องอบกรอบ หรือที่เรียกว่า ไรส์เค้ก (rice cake) เป็นการนำเมล็ดข้าวกล้องมาอัดไว้ระหว่างแผ่นให้ความร้อน (hot plate) 2 แผ่น ภายในแม่พิมพ์กลม เมื่อคลายแรงอัดโดยเคลื่อนแผ่นให้ความร้อนออกห่างจากกัน ไอน้ำภายในจะระเหยออกมาทันทีและดันให้เมล็ดข้าวพองและแข็งตัว ผลิตภัณฑ์จึงมีลักษณะกรอบ

ข้าวกึ่งสำเร็จหรือข้าวสุกอบแห้ง ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ ได้แก่ โจ๊ก, โจ๊กกึ่งสำเร็จรูป และข้าวต้มกึ่งสำเร็จรูป และมีการเติมสารปรุงรสหรือสารอาหารต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์ที่พบปัจจุบันมี 2 ลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. เป็นข้าวสุกอบแห้ง เมื่อจะรับประทานเพียงเติมน้ำร้อน หรือต้มให้ข้าวดูดซึมน้ำเข้าไปและอ่อนตัวลง ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีทั้งที่เป็นข้าวต้มและโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป

ข. เป็นข้าวผ่านการถูกแรงอัดสูงในสภาพความร้อนจัด ทำให้เมล็ดพองตัวแล้วจึงนำมาบดอย่างหยาบ ๆ การพองตัวของเมล็ดช่วยให้ดูดซึมน้ำได้รวดเร็วขึ้น เมื่อจะรับประทานเพียงแต่เติมน้ำร้อนและคนให้เข้ากัน

ข้าวแช่แข็ง เป็นการนำข้าวสุกไปแช่เย็นจนแข็ง ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มักจำหน่ายพร้อมกับข้าว

ข้าวนึ่ง การผลิตข้าวนึ่งเป็นการนำข้าวเปลือกที่มีคุณภาพต่ำมาผ่านขบวนการนึ่งเพื่อให้คุณภาพการสีดีขึ้น วิธีการทำข้าวจึงมีหลักการ ดังนี้

ข้าวเปลือก ⟶ แช่น้ำ ⟶ นึ่ง ⟶ ลดความชื้น ⟶ ขัดสี ⟶ ข้าวนึ่ง

ผลิตภัณฑ์หมักดอง ได้จากการนำเชื้อราและยีสต์มาหมักกับข้าวสุก เพื่อให้เชื้อรายย่อยแป้งเป็นน้ำตาล หลังจากนั้นยีสต์จะย่อยน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์ นอกจากเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์แล้วข้าวยังสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการหมักน้ำส้มสายชู แต่มีราคาค่อนข้างสูง

น้ำมันรำข้าว น้ำมันจากรำข้าวจัดเป็นน้ำมันคุณภาพดี แต่รำข้าวเมื่อสีออกจากข้าวกล้องจะเกิดกลิ่นหืนได้ง่าย ในน้ำมันรำข้าวจะมีไขรำข้าวปะปนอยู่ ในส่วนนี้อาจนำมาใช้อุตสาหกรรมเครื่องสำอางค์ และนำมาเคลือบผลไม้ช่วยให้ยืดอายุอยู่ได้นาน (งามชื่น คงเสรี,2541 : 161 – 165)

2.3 การใช้ Automation ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

การลงทุนต่ำ และใช้เวลาในการผลิตน้อยที่สุด ผลกำไรก็จะมีมากขึ้น สิ่งเหล่านี้ทำให้บทบาทของเครื่องจักรอัตโนมัติได้เพิ่มความสำคัญ เนื่องจากช่วยให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำกว่าใช้แรงงานมนุษย์ เวลาที่ผลิตก็น้อยกว่า ที่สำคัญความแน่นอนของการทำงานมีประสิทธิภาพมากกว่าแรงงานมนุษย์

ชาตรี อติโพธิ (2531 : 11) กล่าวว่า "การที่เราเอาระบบอัตโนมัติมาใช้ในอุตสาหกรรมเล็กนั้น ก็เป็นเพียงเพื่อนำเครื่องจักรมาทดแทนข้อบกพร่องในการทำงานของคนเราเป็นสำคัญ และขณะเดียวกันก็มิใช่การทำลายหรือแย่งงานของคนแต่อย่างใด หากแต่จะช่วยให้เราจัดแบ่งงานได้เหมาะสมกับความสามารถของเรามากที่สุดเป็นสำคัญ"

วัตถุประสงค์ของการใช้ Automation ในอุตสาหกรรม

1. เพื่อลดหรือป้องกันความเสียหายอันเกิดจากความบกพร่องของคน เช่น ความง่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งุนงง เมาค้าง เลินเล่อ

2. เพื่อปรับปรุงคุณภาพและมาตรฐานในการผลิต

3. เพื่อปรับปรุงการใช้ประโยชน์จากแรงงาน วัตถุดิบ เครื่องมือ ตลอดจนพื้นที่โรงงาน ให้มีประสิทธิภาพและความเหมาะสมกว่าเดิม

4. เพื่อทดแทนแรงงานคนในกรณีที่เกิดภาวะขาดแคลนทางแรงงาน

5. เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมคนงานในกรณีที่ต้องรับคนงานใหม่อยู่เสมอ

6. เพื่อช่วยให้คนงานมีความปลอดภัยในการทำงานมากขึ้น

7. เพื่อลดต้นทุนการผลิต

ในระยะต้นของอุตสาหกรรม ระบบเครื่องจักรกล คือ การผลิตเครื่องจักรที่สามารถใช้แทนแรงงานคนได้ ต่อมานักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้นพลังงานต่าง ๆ ที่จะช่วยในการผลิตให้ได้ผลยิ่งขึ้น เช่น ก๊าซ เชื้อเพลิงของเหลว ไฟฟ้า และพลังงานความร้อน

เครื่องจักรเป็นเครื่องจักรกลที่ทำงานโดยอัตโนมัติมากกว่าที่จะเป็นเครื่องจักรที่หนักไปในด้านการควบคุม ระบบเครื่องกลต่าง ๆ จำแนกรายละเอียดออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. ระบบเครื่องกล (Mechanical Means)

เน้นหนักทางด้านการออกแบบแต่ละชิ้นส่วนของแต่ละระบบ ซึ่งต้องใช้ทักษะทางด้านวิศวกรรมที่สามารถยืดหยุ่นให้เหมาะสมกับแต่ละงาน เพื่อให้มีประสิทธิภาพและมาตรฐาน เมื่อเรารวมเครื่องอัตโนมัติเข้ากับเครื่องกลจะทำให้เครื่องจักรมีราคาแพงมากขึ้น แต่ผลิตได้รวดเร็วและได้ผลคุ้มค่า ข้อดีของการผลิตด้วยเครื่องจักรกลที่ทำงานแบบอัตโนมัติ คือ เชื่อถือได้ ระยะเวลาในการทำงานแน่นอนและบำรุงรักษาง่าย

2. ระบบเครื่องจักรที่ใช้แรงอัดของลม (Pneumatic Means)

มีระบบคล้ายคลึงกับระบบเครื่องกลเป็นระบบที่ง่ายต่อการผลิต แต่ละชิ้นส่วนเป็นชิ้นส่วนเฉพาะตัว เช่น กระบอกสูบลม มอเตอร์ลม ซึ่งเป็นขนาดมาตรฐาน จุดเด่นของระบบที่ใช้แรงอัดของลม มีดังนี้

2.1 เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบใช้งานง่ายในระบบต่าง ๆ ของแต่ละงาน

2.2 แรงอัดที่ใช้สามารถควบคุมได้

2.3 เมื่อเปรียบเทียบกับระบบไฮโดรลิคแล้ว ระบบนี้ง่ายกว่ามาก

2.4 แรงอัดของอากาศที่ใช้กับเครื่องขนาดกลางปลอดภัย คือ ระดับ 7 – 10 บาร์ หรือ 100 – 150 บาร์ ต่อ ตารางนิ้ว

2.5 ความทนทานของเครื่องยาวนาน ใช้ได้โดยไม่มีอันตราย

2.6 ความดันของอากาศที่ใช้สามารถแยกระบบไปควบคุมส่วนต่าง ๆ ได้ ใช้วาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Valve) ปิด – เปิด โดยง่าย ไม่ทำให้งานหยุดชะงัก มีเครื่องมือหรือเครื่องกลที่ใช้แรงดันของอากาศขนาดเล็กที่ใช้เป็นส่วนมาก คือ เครื่องเจาะ เครื่องขันน๊อต เครื่องเจียร เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องใช้ไฟฟ้าจะมีผลดีกว่า คือ

1. มีน้ำหนักเบาสามารถนำไปใช้ได้หลายสภาวะ เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องไฟฟ้าที่ใช้กำลังขนาดเดียวกัน

2. การเปลี่ยนรอบความเร็วก็สามารถทำได้โดยการลดหรือเพิ่มกำลังอัด

3. รอบความเร็วสูงสามารถใช้ได้ถึง 100,000 รอบต่อนาที

4. สามารถทำงานเกินกำลังได้โดยไม่เป็นอันตราย

5. ชิ้นส่วนสามารถเปลี่ยนใช้งานที่แตกต่างกันได้

3. ระบบไฮโดรลิค (Hydraulic Means) สิ่งที่ทำให้ระบบนี้เหมาะสมกับงานด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.1 กระทัดรัด เช่น ปั๊ม (pumps) มอเตอร์ และกระบอกสูบ สามารถใช้ในบ้านหรือสถานที่จำกัดได้

3.2 สามารถปรับกำลังให้มากน้อยได้

3.3 ความสามารถในการทำงานระยะยาว และทุกสภาวะ

3.4 มีระบบหล่อลื่นตัวเอง และมีการสึกหรอน้อย

3.5 สามารถรับน้ำหนักสูง เหมาะสมกับเครื่องที่ต้องการใช้งานนาน ๆ

3.6 ความถูกต้องแน่นอนในการบังคับอัตรากำลัง และตำแหน่งการงาน

3.7 สามารถทำงานตามแนวตั้งหรือแนวนอนของเครื่องได้ ซึ่งทำให้เหมาะสมกับงานที่ใช้การเคลื่อนไหว เช่น ขนถ่ายวัสดุ

3.8 การทำงานเหมือนกับระบบที่ใช้กำลังอัดของลม ซึ่งสามารถนำเอาระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เข้าควบคุมได้

โดยทั่วไประบบไฮโดรลิคราคาสูงกว่าเครื่องใช้กำลังอัดอากาศ แต่ละส่วนของเครื่องทำงานด้วยตัวเอง เครื่องไฮโดรที่ต้องการความเที่ยงตรงแน่นอนสูง แต่ละชิ้นส่วนต้องการ การออกแบบอย่างดี การประกอบอย่างดีและการบำรุงรักษาที่ดีมากกว่าระบบอื่น ๆ

4. ระบบไฟฟ้า (Electrical Means)

ระบบไฟฟ้าเป็นระบบที่ใช้เครื่องจักรน้อย เป็นระบบที่เป็นที่สนใจมาก เพราะสามารถควบคุมโดยสวิทช์ และควบคุมในระยะไกลได้ การทำงานทำได้อย่างรวดเร็ว ชิ้นส่วนของส่วนประกอบราคาถูก แต่การออกแบบต้องใช้เวลานานและค่าใช้จ่ายสูงชิ้นส่วนและส่วนประกอบส่วนมากจะเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าและใช้กำลังผลัก – หรือกำลังดูดของสนามแม่เหล็กซึ่งใช้กำลังและระยะเวลาที่คอลล์ (Coil) ของแม่เหล็กทำงาน สวิทช์มีไว้สำหรับควบคุมที่ทำให้เกิดการทำงานที่แน่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอน เพราะสวิทซ์จะเป็นตัวส่งสัญญาณให้เครื่องกลทำงาน สำหรับองค์ประกอบของการควบคุมในระบบนี้มีอุปกรณ์ที่ใช้เป็นส่วนมาก คือ รีเลย์ (Relay) ซึ่งออกแบบให้เหมาะสมกับงานต่าง ๆ และรีเลย์ (Reley) นี้จะทำงานในองค์ประกอบต่าง ๆ คือ

1. Amplifying a Singnal
2. Multiplying a Singnal
3. เปลี่ยนการกระตุ้นของสัญญาณเป็นสัญญาณเก็บไว้ (Memory) สามารถนำมาใช้ได้อีก
4. เปลี่ยนสัญญาณที่เก็บไว้ (Memory) มาเป็นสัญญาณกระตุ้นให้เครื่องทำงานอีก ยังมีเครื่องนับกับการทำงานอีกประเภทหนึ่งซึ่ง Programmer หรือ วงจรควบคุมเวลา (Cycle timer) สามารถส่งข้อมูลที่ต้องการจะเป็นสัญญาณเลยในครั้งเดียว โดยการตั้งเวลาให้ Programer ทำงานต่อเนื่องกันจนสำเร็จชิ้นงาน
5. ระบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Means)

ระบบนี้ต้องการผู้ชำนาญการโดยเฉพาะที่จะออกแบบระบบบังคับการทำงานนี้ ส่วนใหญ่ผู้ประกอบการรายย่อยมักจะไม่สนใจที่จะต้องการที่จะมีวิศวกรไฟฟ้าอยู่ในโรงงานเพราะถือว่าเครื่องมือเครื่องใช้อิเล็กทรอนิคส์เป็นเครื่องมือสำเร็จรูป การทำงานหรือใช้งานก็เพียงกดปุ่มเท่านั้น แต่อุตสาหกรรมได้พัฒนาไปมาก เช่น มีการผลิตเครื่อง Photo Electricell เข้าของโรงงานจะทราบวิธีการใช้จากโรงงานประกอบเครื่อง แต่ควรจะทราบว่าเครื่องมีมาตรฐานในการทำงานและบำรุงรักษาอย่างไร เมื่อเปรียบเทียบกับระบบไฟฟ้าจะเห็นได้ ดังนี้

- ไม่มีชิ้นส่วนหนึ่งเมื่อเกิดชำรุดจะต่อให้ติดกัน หรือเชื่อมเข้าด้วยกัน
- ไม่มีชิ้นส่วนใดที่มาใช้แทนส่วนที่เคลื่อนไหวได้
- ทนทานต่อการใช้งาน ถ้าไม่ใช้งานเกินกำลังเครื่อง
- สามารถทำการผลิตได้มาก ส่งสัญญาณได้สูง เหมือนกลไกไฟฟ้า มีความเปลี่ยนแปลงสูง การสร้างจะต้องประกอบด้วยมาตรฐานสูง ซึ่งจะมีการผิดพลาดไม่ได้

2.4 นิวแมติคส์ (PNEUMATIC)

2.4.1 การวิวัฒนาการทางเทคนิคของลมอัด (Development of Compressed Air-Technique)

อากาศที่อัดตัวจนมีแรงดัน (Compressed air) ซึ่งเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มนุษย์ได้นำเอามาดัดแปลงใช้งาน โดยนำเอาคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่เปลี่ยนไปของอากาศ เมื่อมีแรงดันเพิ่มขึ้นโดยมนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์กับงานต่าง ๆ มากมาย

การนำเอาอากาศมาเป็นวัสดุใช้งานนั้น มนุษย์ได้รู้จักทำกันมาเป็นพัน ๆ ปี แล้ว แต่ลักษณะการนำไปใช้งานก็แตกต่างกันออกไป การนำเอาแรงลมมาใช้ให้เป็นประโยชน์มีมากมาย เช่น การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ใช้แรงลมไปขับเรือให้เคลื่อนที่ไป (เรือใบ) หรือ เอาแรงลมมาหมุนกังหัน และ ต่อเอากำลังที่เพลาของกังหันไปใช้งานในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น วิดน้ำ สีข้าว โม่แป้ง เป็นต้น (มนูญ ชื่นชม, 2536 : 5)

มนุษย์คนแรกที่รู้จักนำลมอัดมาใช้มีมาประมาณ 2,000 กว่าปีมาแล้ว คือ เทซิเบียส (Ktezibios) ชาวกรีก ได้สร้างกระบอกปืนใหญ่และใช้ลมอัดเป็นต้นกำลังในการยิงปืนใหญ่ มีกำลังในการยิงสูงพอควร ส่วนลมอัดอีกชนิดหนึ่งมาจากพวกอินเดียแดง คือ การใช้ไม้ซางสำหรับเป่าลูกดอกเพื่อการล่าสัตว์และการต่อสู้ป้องกันตัว (ชาตรี อติโพธิ, 2531 : 25)

พาสคาล, เกอร์ริค และพาพิน (Pascal, Guericke and Papin) เป็นผู้ปูทางในสาขานิวแมติคส์ โดยพาสคาลได้ค้นคว้าเกี่ยวกับสูญญากาศและกล่าวว่า "อากาศมีลักษณะเป็นกึ่งรูปร่างจะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน หดตัวเมื่อได้รับความเย็น และสามารถถูกอัดได้ (ควบแน่น) การอัดให้หนาแน่นและเจืองางมีขอบข่ายของมัน อากาศอัดและออกแรงกดต่อทุกสิ่งรอบ ๆ ตัว แรงกดของอากาศเท่ากับแรงกดของลำน้ำที่สูง 20 Ellen (ประวิตร ลิมปะวัฒนะ,2536 : 3)

วิวัฒนาการได้เปลี่ยนไปใช้เครื่องจักรแบบใหม่ ๆ และการใช้เครื่องจักรแทนแรงคน มนุษย์รู้จักใช้ลมอัด และยอมรับผลผลิตของลมอัด แม้กระทั่งโรงงานต่าง ๆ ก็นิยมใช้เพิ่มขึ้นอย่างมาก เช่น เครื่องจักรในการประกอบในงานอุตสาหกรรม เครื่องจักรในการบรรจุหีบห่อ เครื่องจักรผลิตอาหาร เครื่องพิมพ์ และเครื่องมือเครื่องจักรอื่น ๆอีกมากมาย

เหตุผลที่มีการนำลมอัดมาใช้อย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรมที่เป็นระบบอัตโนมัติ เนื่องจากเป็นการประหยัดพลังงาน โครงสร้างอุปกรณ์บังคับลมอัดเป็นแบบง่าย ๆ มีความปลอดภัยในการทำงานสูง เพราะมีอุณหภูมิในการทำงานต่ำ เครื่องจักรที่ใช้พลังงานลมอัดจะมีราคาถูกกว่าระบบอื่น ๆ มีการบำรุงรักษาและควบคุมง่าย นอกจากนั้นระบบลมอัดยังง่ายต่อการดัดแปลง สามารถใช้ร่วมกับไฟฟ้าได้ จึงเป็นที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ระบบลมอัดได้พัฒนามาใช้ในงานอุตสาหกรรมมากขึ้น ส่วนมากจะเรียกระบบลมอัดนี้ว่า "ระบบนิวแมติคส์" (ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์, 2541 : 9)

คำว่า "นิวแมติคส์" (Pneumatic) มาจากคำกรีกว่า pneuma หมายถึง การนำลมอัดในสภาวะหยุดนิ่ง หรือ สภาวะไหล ซึ่งมีหลักการทางทฤษฎีคล้ายกับไฮโดรลิค

คำว่า "PNEUMA" นั้นเป็นคำมาจากภาษากรีกโบราณ มีความหมายว่า "ลม" หรือ "ลมหายใจ" และคำว่า "PNEUMATIC" นั้นแผลงมาจากคำว่า "PNEUMA" (หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของอากาศ และการเกิดลม) (มนูญ ชื่นชม, 2536 : 1)

นิวแมติคส์ หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของลม แต่ในปัจจุบัน หมายถึง การนำลมอัดไปใช้กับเครื่องมือกลในงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการนำมาใช้ขับและควบคุมอุปกรณ์เครื่องมือกลต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36261

"ระบบนิวแมติคส์" คือ ระบบงานเทคนิคที่ใช้พลังลมอัดส่งแรงและการเคลื่อนที่ ประยุกต์ใช้รวมกับระบบเครื่องกล ระบบไฟฟ้า และระบบอิเล็กทรอนิกส์ เป็นทั้งตัวขับและตัวควบคุมด้วยลมอัด

"ระบบนิวแมติคส์" คือ ระบบการทำงานซึ่งใช้ลมอัดเป็นตัวต้นกำลังในการขับเคลื่อนอุปกรณ์การทำงานของกลไกต่าง ๆ

2.4.2 ข้อดี และข้อจำกัดของระบบนิวแมติคส์

สิ่งสำคัญเกี่ยวกับการนำเอาลมอัดไปใช้งานก็คือ ความดัน ซึ่งจะอยู่ในช่วง 80 ถึง 100 ปอนด์/ตารางนิ้ว หรือประมาณ 5.5 – 7 บาร์ เมื่อมีความต้องการใช้ลมเพิ่มมากขึ้นก็ควรติดตั้งถังเก็บลมเข้ากับระบบและลมจะถูกอัดเข้าถึงเก็บอย่างช้าตลอดเวลา โดยคอมเพรสเซอร์ ข้อดีที่สำคัญมีดังนี้

1. ความสะอาด - โดยใช้ไส้กรองอากาศที่เหมาะสม ลมที่ซึมหรือรั่วไม่ก่อให้เกิดอันตราย ลมที่ระบายออกจากวาล์วควบคุมสามารถนำไปใช้กับการควบคุมวาล์วอื่น ๆ

2. ความปลอดภัย – อุปกรณ์นิวแมติคส์สามารถใช้งานในอุณหภูมิสูงได้ เช่น หม้อไอน้ำ ความดัน

3. ข้อได้เปรียบในด้านราคา – อุปกรณ์นิวแมติคส์ เช่น วาล์วควบคุม กระบอกสูบ และชุดอุปกรณ์ช่วยมีราคาต่ำกว่าอุปกรณ์ไฮโดรลิค นอกจากนี้ยังประหยัดในข้อที่ว่าอากาศมีอยู่ทั่วไปไม่ต้องซื้อหาให้เปลืองค่าใช้จ่าย ราคาของถังเก็บลมและคอมเพรสเซอร์ค่อนข้างถูกกว่าระบบไฮโดรลิค

4. มีรอบการทำงานด้วยความเร็วสูง – วาล์วควบคุมนิวแมติคส์ มีความเร็วในการทำงานถึง 800 รอบต่อนาที ในงานอุตสาหกรรม เช่น ค้อนลมความเร็วสูง ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์นิวแมติคส์ที่ได้ออกแบบไว้เฉพาะงาน

5. ลำดับขั้นการทำงาน – วงจรนิวแมติคส์สามารถได้รับการออกแบบ ให้ทำงานเป็นลำดับได้อย่างง่ายดายและตามปกติจะต่ออนุกรมกับวาล์วแบบชักนำ (Pilot Valve) เมื่อปรับแต่งไว้ถูกต้องแล้ว กระบอกสูบจะทำงานได้เหมาะสมตามที่ตั้งไว้

ข้อจำกัดของระบบนิวแมติคส์

1. ความล่าช้า แม้ว่าลมที่ถูกอัดจะขยายตัวได้อย่างรวดเร็ว เพื่อทำให้วาล์วและลูกสูบเคลื่อนตัวที่ความเร็วสูง แต่ก็ยังมีความล่าช้าเกิดขึ้นในระบบนิวแมติคส์แบบใหญ่ ๆ ปัญหาเช่นนี้จะเกิดในงานที่ใช้กระบอกสูบมีขนาดเล็กแต่มีช่วงชักยาว หรือกระบอกสูบที่มีความโตมาก ๆ หรือระยะห่างจากวาล์วควบคุมถึงกระบอกสูบ เกินกว่า 20 ฟุต ความล่าช้าเป็นเวลาหลายวินาที จะเกิดขึ้นระหว่างการเลือกวาล์ว (Valve Selection) และการเคลื่อนที่ของก้านสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ค่าใช้จ่ายในการอัดลม แม้ว่าอุปกรณ์นิวแมติคส์มีราคาถูกเมื่อเทียบกับไฮโดรลิคแต่ลมที่ถูกอัดไม่เป็นเช่นนั้น ประสิทธิภาพของคอมเพรสเซอร์ต่ำ เพราะฉะนั้นต้องระมัดระวังเรื่องการซึมรั่วของลมในระบบ

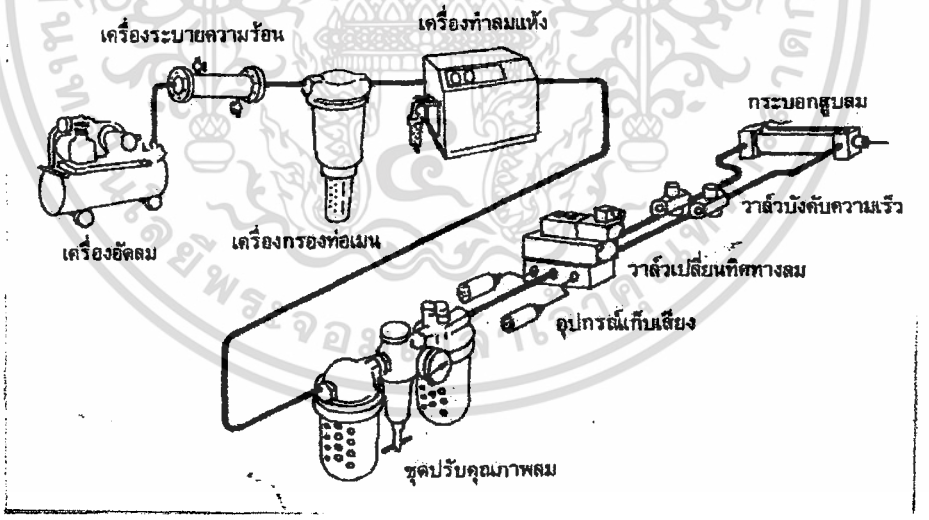
3. งานหนัก การใช้นิวแมติคส์จะไม่ประหยัดเมื่อใช้กับงานหนัก เนื่องจากต้องใช้อุปกรณ์ขนาดใหญ่ขึ้นจำต้องใช้ซีลที่มีความกระชับกับกระบอกสูบและต้องใช้ก้านสูบที่มีความเรียบสูง เพื่อใช้กับงานที่ต้องการนี้ การใช้งานหนักเหมาะที่จะใช้ในระบบไฮโดรลิคมากกว่า

4. ปัญหาด้านความชื้น ในทางปฏิบัติยากที่จะกำจัดความชื้นออกจากท่อลม ความชื้นในท่อลมเมื่อแข็งตัวจะอุดท่อทาง ไส้กรอง วาล์วและกระบอกสูบ จำเป็นต้องติดต้องอุปกรณ์ให้ความร้อน ซึ่งเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายให้สูงขึ้น

5. ด้านการหล่อลื่น ระบบการหล่อลื่นโดยอัตโนมัติ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมด

2.4.3 อุปกรณ์ของระบบนิวแมติคส์

ระบบนิวแมติคส์ได้กำหนดการใช้อุปกรณ์ให้เป็นระบบขึ้น ระบบนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์ 5-8 ตัว ดังภาพ



ภาพที่ 1 อุปกรณ์ระบบนิวแมติคส์

ที่มา : ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และ ปานเพชร ชินินทร, 2541 : 11 - 12

1. เครื่องอัดลม (air compressor)

คือ เครื่องที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นลมอัด ทำให้มีความดันสูงกว่าบรรยากาศ แบ่งขนาดความสามารถของเครื่องอัดลมออกเป็น 3 ขนาด คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาด	ระบบระบายความร้อน	กำลังเครื่องอัดลม
เล็ก	อากาศ	0.2 ถึง 7.5 กิโลวัตต์
กลาง	อากาศและน้ำ	7.5 ถึง 75 กิโลวัตต์
ใหญ่	น้ำ	75 กิโลวัตต์

เครื่องอัดลมจะมีหน้าที่ดูดอากาศเข้ามาทางท่อดูด แล้วอัดอากาศให้มีความดันสูงขึ้นกว่าเดิมจากนั้นจึงส่งอากาศที่ถูกอัดตัวแล้วไปยังถังพักลมอีกทีหนึ่งก่อนที่จะถูกส่งไปใช้งานในการควบคุมระบบนิวแมติคส์เครื่องอัดลมที่มีใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมีวิธีการติดตั้งอยู่ 2 วิธี คือ

<u>การติดตั้งแบบถาวร</u> – การติดตั้งแบบนี้ต้องการใช้ปริมาณลมอัดไม่มากนัก ตัวเครื่องอัดลมจะมีขนาดไม่ใหญ่โต สะดวกในการเคลื่อนย้าย ดังนั้นเครื่องอัดลมแบบนี้จึงมีขีดจำกัดในการผลิตลม ลักษณะของเครื่องอัดลมและถังพักลมจะอยู่ เป็นชุดเดียวกัน

ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ (2531 : 21) กล่าวว่า "บริเวณที่ติดเครื่องอัดลม ควรพิจารณาถึงสิ่งแวดล้อมรอบเครื่องอัดลม อากาศที่จะเข้าเครื่องอัดลมจะต้องแห้ง เย็น ปราศจากความชื้น และไม่มีฝุ่นละอองเจือปน" การหลีกเลี่ยงปัญหาเรื่องฝุ่นละอองจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพอากาศเสียก่อน โดยใช้ชุดกรองอากาศเพื่อกรองฝุ่นละอองที่ปนอยู่ในอากาศ ถ้าอากาศเข้าไปในเครื่องอัดลมสะอาดก็จะช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องอัดลมได้นานขึ้น

ชนิดของเครื่องอัดลม

เครื่องอัดลมที่มีใช้อยู่ทั่วไปมีอยู่หลายประเภท แต่อาจจำแนกได้ 6 ประเภท คือ

1. เครื่องอัดลมแบบลูกสูบ (Piston compressors) ทำงานโดยการอัดอากาศภายในกระบอกสูบให้มีปริมาตรลดลงเพื่อให้มีความดันเพิ่มขึ้น เครื่องอัดลมแบบลูกสูบสามารถสร้างความดันได้ตั้งแต่ 4 ถึง 300 บาร์ ขึ้นอยู่กับจำนวนขั้นของการอัด และสามารถจ่ายลมได้ตั้งแต่ 2 ถึง 500 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที ถ้าขั้นในการอัดมากก็จะสามารถสร้างความดันให้สูงขึ้นตามไปด้วย เครื่องอัดลมแบบลูกสูบมีอยู่ 2 ลักษณะ คือเครื่องอัดลมแบบลูกสูบชัก (Recirocating piston compressor) และเครื่องอัดลมแบบลูกสูบหมุน (Rotary piston compessor)

2. เครื่องอัดลมแบบไดอะเฟรม (Diaphragm compresser) นิยมใช้อัดอากาศเพื่อไม่ให้มีสิ่งเจือปน เช่น น้ำมันหล่อลื่น เพื่อไปใช้งานในด้านเคมีภัณฑ์ต่างๆ เพราะแผ่นไดอะเฟรม (Diaphragm) จะกั้นไม่ให้น้ำมันหล่อลื่นผ่านไปยังห้องอัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เครื่องอัดลมแบบเวนโรตารี (Slie vane rotary compressor) การทำงานของเครื่องอัดลมชนิดนี้จะไม่มีเสียงดัง การหมุนทำงานได้เงียบ ผลิตลมได้คงที่ สามารถผลิตลมได้ 4 ถึง 100 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ในกรณีที่เครื่องอัดลมมีจำนวนขั้นอัดเพียงขั้นเดียวจะได้ความดัน 7 บาร์ แต่ถ้าเป็น 2 ชั้น จะได้ความดันถึง 10 บาร์

4. เครื่องอัดลมแบบสกรู (Screw compressor) โครงสร้างของเครื่องถูกพัฒนาขึ้นใหม่ โดยคอมเพรสเซอร์ชนิดนี้จะมีเพลาสกรูสองเพลาที่หมุนขบกันได้พอดีตลอดเวลา เพลาตัวแรกจะมีสกรูซึ่งมีสันนูนเรียกว่า "เพลาตัวผู้" และเพลาตัวที่สองมีสันเว้า เรียกว่า "เพลาตัวเมีย" เพลาตัวผู้จะหมุนเร็วกว่าเพลาตัวเมียเพียงเล็กน้อย มีทิศทางการหมุนเข้าหากัน ทำให้ได้ลมจากด้านหนึ่ง แล้วอัดส่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้ สามารถให้ค่าความดันสูงถึง 10 บาร์ และมีอัตราการจ่ายลมได้ถึง 170 ลูกบาศก์เมตร ต่อ นาที

5. เครื่องอัดลมแบบใบพัดหมุน (Roots compressor) ลักษณะโครงสร้างคล้ายเกียร์ปั๊ม ให้เกียร์ 2 ตัวขบกัน เกียร์ของเครื่องอัดลมแบบนี้มีลักษณะพิเศษ คือ มีเพียง 2 ฟัน หมุนขบกันด้วยความเร็วรอบที่เท่ากันโดยที่ปลายอีกข้างของฟันเฟืองจะต้องหมุนเกือบแตะสัมผัสกับผนังของเครื่องอัดลมรีดและอัดลมขณะหมุนอากาศจะถูกอัดจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่งโดยไม่ถูกเปลี่ยนแปลงปริมาตร ข้อควรระวัง เนื่องจากระยะห่างระหว่างโรเตอร์กับผนังเครื่องมีช่องว่างเพียงเล็กน้อย จึงควรระวังฝุ่นละอองที่ปนเข้าไปกับลมอัด จะทำให้โรเตอร์เกิดการสึกหรอได้รวดเร็ว

6. เครื่องอัดลมแบบกังหัน (Turbo compress or flow compressor) ใช้หลักการของกังหัน โดยใบพัดจะดูดลมเข้าหาเครื่องอัดลมให้ออกไป ความเร็วของลมที่ถูกดูดไหลผ่านใบกังหันจะทำหน้าที่เปลี่ยนเป็นพลังงานอัดลมสามารถผลิตอัตราการจ่ายลมได้ตั้งแต่ 170 ถึง 20,000 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ทำค่าความดันได้ประมาณ 4 ถึง10 บาร์

2. เครื่องระบายความร้อนลมอัด (heat exchanger)

เครื่องอัดลมจะจ่ายลมอัดที่มีอุณหภูมิสูง ดังนั้นอากาศที่มีความดันสูงนี้จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น ถ้าใช้ลมอัดนี้ไปใช้งานโดยตรงจะสร้างความเสียหายให้แก่ซีลต่างๆ ของอุปกรณ์ จะทำให้ซีลเสียหาย เกิดข้อบกพร่องต่างๆ ตามมาจึงจำเป็นจะต้องลดอุณหภูมิของลมอัดด้วยเครื่องระบายความร้อน

3. เครื่องกรองท่อเมน (main air filter)

เป็นตัวกรองฝุ่นละออง สนิม น้ำมัน และน้ำที่มีปะปนมากับลมอัดให้สะอาดก่อนนำไปใช้งานกับเครื่องจักรในระบบนิวแมติคส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เครื่องทำลมให้แห้ง (air dryer)

ลมอัดที่ออกจากเครื่องอัดลมจะมีความชื้นปนอยู่มาก ซึ่งจะเย็นตัวลงจนถึงอุณหภูมิห้อง เมื่อปล่อยให้ระบายออกจากท่อจะเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ซึ่งบางครั้งจะหยดออกจากรูระบายลมของวาล์ว เครื่องทำลมให้แห้งโดยใช้ความเย็นจะทำให้ลมอัดเย็นตัวลงจนเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำแยกออกไป ปล่อยลมแห้งผ่านออกไปใช้งาน หรืออาจจะใช้สารเคมีในการขับความชื้นออกจากลมอัดได้

5. กรองลม (air filter)

จะทำหน้าที่คล้ายกับเครื่องกรองลมในท่อเมน เพื่อป้องกันการเสียหายของอุปกรณ์ที่ใช้ลม ในกรณีที่ไม่มีเครื่องทำลมให้แห้ง ตัวกรองลมจะทำหน้าที่ดึงน้ำที่ปนมากับลมด้วย

6. วาล์วลดความดัน (pressure reducing valve)

เครื่องอัดลมจะทำหน้าที่อัดลมไว้ในถังพักซึ่งจะมีความดันสูงกว่าความดันใช้งานเล็กน้อย ในการใช้งานจึงจำเป็นจะต้องลดค่าความดันลงมาโดยใช้วาล์วความดัน

7. อุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่น (oil lubricator)

อุปกรณ์นิวแมติคส์ส่วนใหญ่จะต้องมีการหล่อลื่นชิ้นส่วนภายใน จำเป็นต้องมีน้ำหล่อลื่นปนไปกับลมอัดเพื่อทำการหล่อลื่น โดยปกติแล้ว กรองลม วาล์วลดความดัน และอุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่นมักจะอยู่ในชุดเดียวกันเรียกว่า ชุดปรับคุณภาพลม (Service unit)

8. อุปกรณ์เก็บเสียง (air silencer)

ลมอัดเมื่อถูกใช้แล้วจะระบายทิ้งออกสู่บรรยากาศ โดยออกมาทางรูระบาย เนื่องจากเมื่อวาล์วเปลี่ยนทางลมไหลทำงานจะเกิดเสียงดังเนื่องจากการระบายลม

9. วาล์วเปลี่ยนทิศทางลม (air flow change valve)

ทำหน้าที่เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่อุปกรณ์การทำงานของระบบนิวแมติคส์ เช่น บังคับกระบอกสูบลมให้เลื่อนออกและเข้า วิธีการบังคับเปลี่ยนทิศทางนั้นอาจจะใช้การป้อนสัญญาณไฟฟ้า

10. วาล์วบังคับความเร็ว (speed control valve)

ทำหน้าที่บังคับลมอัดให้เคลื่อนที่เร็วหรือช้าซึ่งมีผลทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ออกเร็วหรือช้า รวมทั้งการหมุนของมอเตอร์นิวแมติคส์ บางครั้งเรียกวาล์วประเภทนี้ว่า "วาล์วควบคุมการไหล" (flow control valve)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. กระบอกสูบ (ail cylinder)

เป็นอุปกรณ์ให้กำลังในการอัด ทำงานร่วมกับเครื่องมือกล โดยเปลี่ยนพลังงานความกดดันให้เป็นพลังงานกล กระบอกสูบทำงานเคลื่อนที่ในลักษณะเส้นตรง สามารถทำงานลักษณะหมุนได้บ้างโดยต่อแขน แต่ไม่เหมือนการทำงานของมอเตอร์

หลักการทำงาน ลูกสูบและก้านสูบในกระบอกสูบลมทำงานได้ โดยป้อนลมอัดเข้าไปด้านหนึ่งของกระบอกสูบ (ด้านหัวลูกสูบ) ดันให้ลูกสูบและก้านเคลื่อนที่ ในขณะเดียวกันถ้าต้องการให้ก้านสูบเคลื่อนที่เข้า ป้อนลมอัดเข้ากระบอกสูบทางด้านก้านสูบ ลูกสูบจะกลับเข้าที่เดิม

ตัวกระบอกสูบมักจะทำด้วยท่อชนิดไม่มีตะเข็บ เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม ทองเหลือง สแตนเลส ขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่ใช้ ภายใน ท่อจะต้องเจียรให้เรียบ เพื่อลดการสึกหรอของซีลที่จะเกิดขึ้น และยังลดแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบอีกด้วย ตัวฝาสูบทั้งสองด้านส่วนใหญ่นิยมการหล่อขึ้นรูป บางแบบอาจใช้การอัดขึ้นรูป การยึดตัวกระบอกสูบลมกับฝาอาจใช้เกลียวขัน ซึ่งเหมาะสำหรับกระบอกสูบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 25 มิลลิเมตรลงมา ถ้าโตกว่านี้นิยมใช้สกรูร้อยขันรัดหัวท้ายไว้ สำหรับก้านสูบอาจทำด้วยสแตนเลสหรือ เหล็กชุบผิวโครเมียม ที่เกลียวปลายก้านสูบจะทำด้วยกรรมวิธีรีดขึ้นรูป

เนื่องจากในงานอุตสาหกรรม การบังคับการทำงานด้วยระบบกลไก ระบบไฟฟ้า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ ระบบไฮดรอลิก และระบบนิวแมติคส์ ซึ่งในแต่ละระบบก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการบังคับการทำงานด้วยระบบต่าง ๆ

รายละเอียดของระบบ	บังคับการทำงานด้วยระบบ			
	กลไก	ไฟฟ้า / อิเล็กทรอนิกส์	ไฮดรอลิก	นิวแมติคส์
โครงสร้าง	ค่อนข้างซับซ้อน	ค่อนข้างซับซ้อน	ค่อนข้างซับซ้อน	ง่าย
ความสามารถ	ดีมาก	ดีมาก	ดี	ดีแต่ต้องระวัง
เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง	ง่าย	ง่าย	ยาก	ง่าย
เคลื่อนที่แบบหมุน	ง่าย	ง่าย	ค่อนข้างยาก	ค่อนข้างยาก
กำลังขับ	น้อย -มาก	น้อยมาก	กลาง-มากกว่า	น้อย-กลาง
การปรับกำลังขับ	ยาก	ยาก	ง่าย	ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

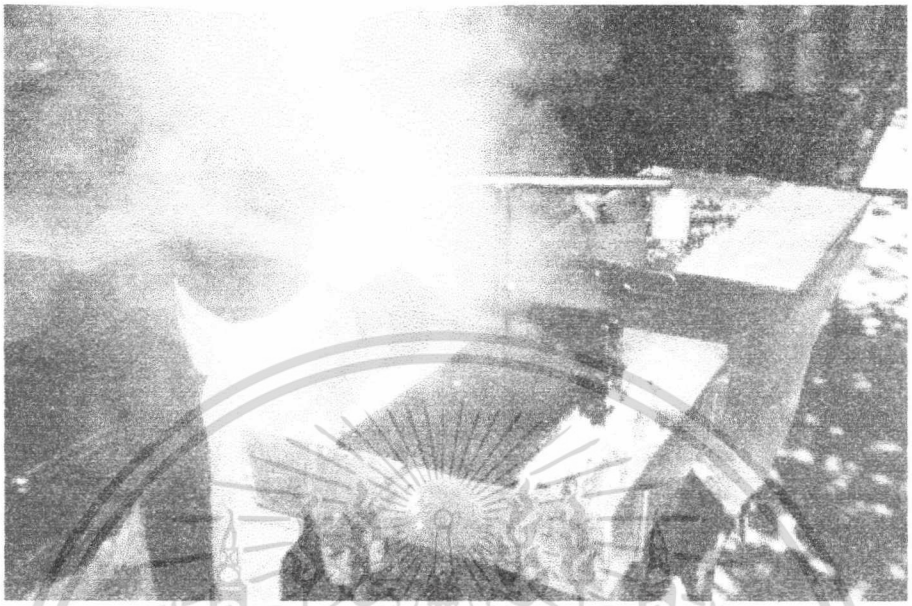
ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายละเอียดของระบบ	บังคับการทำงานด้วยระบบ			
	กลไก	ไฟฟ้า / อิเล็กทรอนิกส์	ไฮดรอลิก	นิวแมติคส์
การปรับกำลังขับ	ยาก	ยาก	ง่าย	ง่าย
การบำรุงรักษา	ง่าย	ต้องใช้เทคโนโลยี	ค่อนข้างง่าย	ง่าย
ความเร็วคงที่	ดีมาก	ดี	ดี	ไม่คงที่ความดันต่ำ
การรับภาระเกินกำหนด	ค่อนข้างยาก	ยาก	ค่อนข้างยาก	ง่าย
การเลือกรูปแบบการติดตั้ง	น้อย	กลาง	มาก	มากกว่า
การใช้อุปกรณ์ช่วยทำงานเมื่อขาดกระแสไฟฟ้า	ค่อนข้างจะเป็นไปได้	ยาก	เป็นไปได้	เป็นไปได้
การส่งสัญญาณ	ยาก	ง่ายมาก	ค่อนข้างยาก	ง่าย
การป้องกันการติดไฟ	ดี	ต้องใช้อุปกรณ์ช่วย	ดี	ดีมาก
ความรู้สึกไวต่อความชื้น	น้อย	มาก	น้อย	ต้องระบายออก
ความรู้สึกไวต่ออุณหภูมิ	น้อย	มาก	กลาง	น้อย
การเลือกวิธีการบังคับ	น้อย	มากกว่า	น้อย	มาก
การคำนวณในระบบ	น้อย	มาก	น้อย	คำนวณยากปานกลาง
การคำนวณความเร็ว	สูง	สูงมาก	กลาง	คำนวณยากปานกลาง
การคำนวณการบังคับ	อะนาลอก	ดิจิตอล	อะนาลอก	ดิจิตอล
ข้อเสียเมื่อเกิดการสั่นสะเทือน	ปกติ	มีผลเสีย	ปกติ	ปกติ

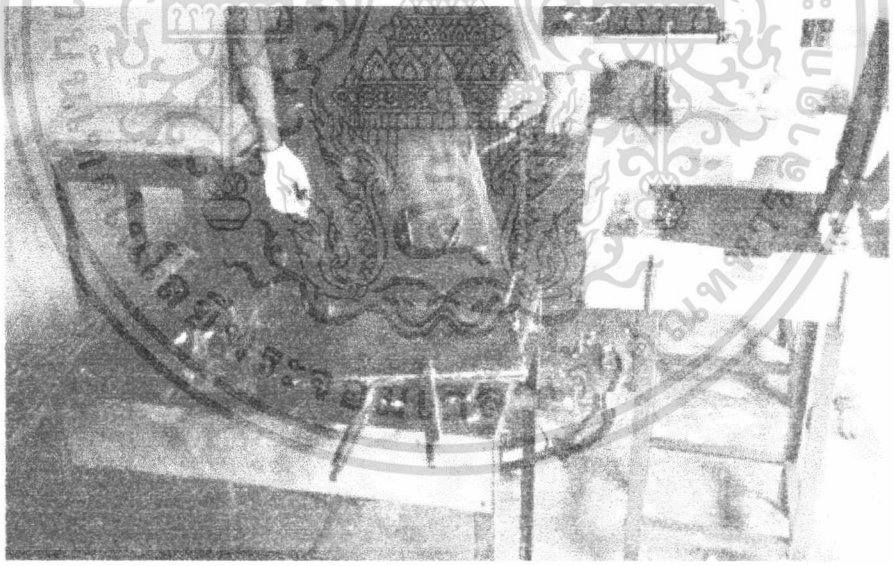
ที่มา : ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และ ปานเพชร ชินินทร, 2541 : 11 - 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงการอัดข้าวตังโดยการใช้แรงงานคนในการอัด



ภาพที่ 1 แสดงวิธีการอัดข้าว



ภาพที่ 2 แสดงวิธีการปิ้งแผ่นข้าวที่ผ่านการอัดให้เหลืองสุกโดยการใช้เตาแก๊ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา,และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการสร้างอุปกรณ์

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้

เครื่องอัดข้าวตังเป็นการประดิษฐ์เครื่องมือที่ใช้ผลิตแผ่นข้าวตังโดยตัวเครื่องจะมีขนาดความกว้าง 40 เซนติเมตร ความยาว 50 เซนติเมตร ความสูง 75 เซนติเมตร โดยการทำโครงสร้างใช้เหล็กกล่องทำเป็นโครงเหล็ก เพื่อให้ความแข็งแรงกับตัวเครื่อง ในการประดิษฐ์เครื่องนี้จะใช้กระบอกสูบลมแบบระบบนิวแมติกส์เป็นตัวกดข้าวให้เป็นแผ่น และใช้ลวดให้ความร้อน (Heater) เป็นตัวให้ความร้อนโดยใช้ระบบไฟฟ้า

อุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์เครื่องอัดข้าวตังนี้จะมีทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ทำโครงเหล็ก และอุปกรณ์ในการควบคุมระบบนิวแมติกส์และการให้ความร้อน ดังนี้

อุปกรณ์ในการทำโครงเหล็ก

1. เหล็กกล่อง
2. แผ่นสแตนเลสรองพื้น
3. แผ่นเหล็ก
4. สี สเปรย์ (สีเทา)

อุปกรณ์ควบคุมในระบบนิวแมติกส์ และการให้ความร้อน

1. กระบอกสูบลม (PENUMATIC)
2. วาล์ว (Valve)
3. กรองลม
4. สายลม
5. ข้อต่อลม
6. ลวดให้ความร้อน (Heater)
7. เทอร์โมสตัส (Thermostate)
8. แมกเนติกส์ (Magnetic)
9. ซีเร็กเตอร์ (Seletor swich)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ไพรอท แลมป์ (Pilot lamp)

11. เทอร์มินัล (Terminal)

3.2 ขั้นตอนในการสร้างอุปกรณ์

3.2.1 วิธีการดำเนินการ

การทำปัญหาพิเศษในเรื่อง เครื่องอัดข้าวตัง นั้นมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาปัญหาของการผลิตแผ่นอัดข้าวตัง ในการผลิตแผ่นข้าวตังชนิดนี้จะพบปัญหาในขั้นตอนการอัดข้าว ซึ่งจะต้องใช้แรงกดมากและร้อนมากเช่นเดียวกัน ในขั้นตอนการผลิตจะมีปัญหาด้านคนงานที่หายากและค่าแรงสูงทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ผู้จัดทำจึงคิดประดิษฐ์เครื่องอัดข้าวตังขึ้น เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นข้างต้น

2. ศึกษาวิธีการสร้างเครื่องอัดข้าวตัง ศึกษาข้อมูลวิธีการสร้างเครื่องอัดข้าวตังจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเครื่องจักร และจากหนังสือเกี่ยวกับระบบนิวแมติกส์จากผู้แต่งหลายท่าน นอกจากนี้ยังได้มีการสอบถามจาก พล.อ.ท สันทรรศน์ ทุมมานนท์ ซึ่งท่านเป็นผู้ผลิตการทำข้าวตังชนิดนี้ และอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

3. ดำเนินการวางแผนในการสร้างเครื่องอัดข้าวตัง การวางแผนการสร้างเครื่องอัดข้าวตังจะต้องมีการศึกษาหาข้อมูล แล้วทำการออกแบบลักษณะเครื่อง โดยการเขียนแบบโครงสร้างเครื่องมานำเสนอกับอาจารย์ที่ปรึกษา เมื่อแบบโครงสร้างเครื่องผ่านจึงทำการประดิษฐ์เครื่องอัดข้าวตังที่สมบูรณ์เพื่อนำมาทดลองใช้และแก้ปัญหาต่อไป

4. เลือกและจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ ที่จะนำมาสร้างเครื่องอัดข้าวตัง ในการเลือกซื้ออุปกรณ์ที่จะนำมาสร้างเครื่องอัดข้าวตัง จะทำการเลือกซื้อวัสดุอุปกรณ์จากร้านค้าที่ รู้จักเพื่อที่จะได้วัสดุที่ราคาถูกและมีคุณภาพ แต่อุปกรณ์บางชนิด เช่น ลูกสูบที่ใช้เป็นตัวกดในระบบนิวแมติคส์ นั้นอาจจะใช้อุปกรณ์ที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว เพื่อที่จะลดต้นทุนการผลิต และปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเพื่อช่วยในการจัดซื้อของให้มีลักษณะและคุณภาพที่ดี แล้วนั้นก็นำอุปกรณ์ต่างๆ มาสร้างเครื่องอัดข้าวตัง

5. ดำเนินการสร้างเครื่องอัดข้าวตัง (ดูที่ข้อ 3.2.2)

6. ตรวจสอบความสมบูรณ์ ความถูกต้องของเครื่องอัดข้าวตัง โดยอาจารย์ที่ปรึกษาสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร และผู้เชี่ยวชาญ

7.ทดลองนำเครื่องอัดข้าวตัง นำเครื่องอัดข้าวตังที่ประดิษฐ์สมบูรณ์แล้วไปทดลองที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง แขวงลำประทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. จัดทำการแก้ไขเครื่องอัดข้าวตังหลังทำการตรวจสอบและทดลอง เมื่อทำการทดลองใช้แล้วยังมีข้อผิดพลาดที่จะต้องแก้ไข เราจะต้องนำเครื่องนั้นมาปรับแก้ไขเพื่อให้เครื่องอัดข้าวตังสมบูรณ์มากที่สุด

9. จัดทำคู่มือการใช้และคำอธิบาย ประกอบการใช้เครื่องอัดข้าวตัง การจัดทำคู่มือการใช้เครื่องอัดข้าวตัง เพื่อเป็นประโยชน์และอำนวยสะดวกให้กับผู้ที่ใช้เครื่อง ภายใจคู่มือจะมีคำอธิบายอย่างละเอียดในการใช้เครื่องอัดข้าวตัง

10. ทำเอกสารปัญหาพิเศษเป็นรูปเล่ม เมื่อสร้างอุปกรณ์ คือ เครื่องอัดข้าวตังเสร็จเรียบร้อยแล้วเราก็จะทำเอกสารปัญหาพิเศษเป็นรูปเล่มขึ้นเพื่อเรียบเรียงข้อมูลทั้งหมดมาเป็นเอกสารเพื่อความสมบูรณ์ของปัญหาพิเศษในครั้งนี้

3.2.2 การประดิษฐ์เครื่องอัดข้าวตัง

การประดิษฐ์เครื่องอัดข้าวตัง ขนาดความกว้าง 40 เซนติเมตร ความยาว 50 เซนติเมตร ความสูง 75 เซนติเมตร จะมีขั้นตอนการปฏิบัติ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการทำโครงเหล็กและขั้นการติดตั้งอุปกรณ์ระบบต่าง ๆ

<u>ขั้นตอนการผลิตเครื่องอัดข้าวตัง</u>

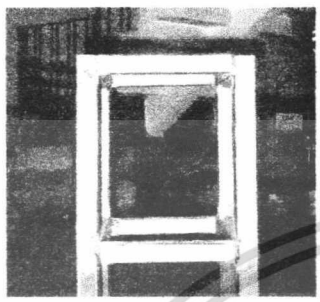
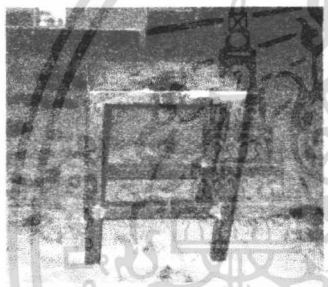
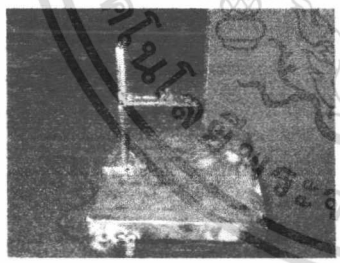
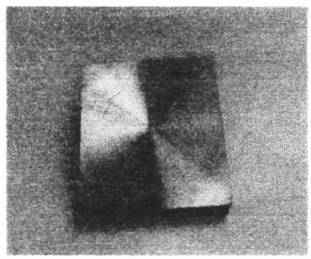
<u>ตอนที่ 1</u> การทำโครงเหล็ก

1. ในการทำโครงเหล็ก จะใช้เหล็กกล่องทำเป็นโครงสร้างเครื่อง ด้านบนจะรองพื้นด้วยสแตนเลสเพื่อป้องกันการเกิดสนิม ทำความสะอาดได้ง่าย และเป็นอันตรายต่อผลิตภัณฑ์รวมทั้งผู้บริโภค

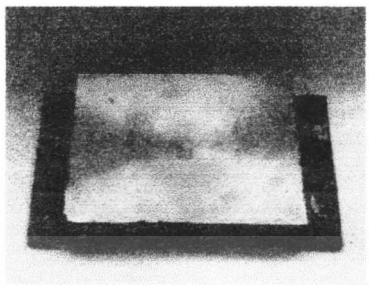
2. การติดตั้งอุปกรณ์ในระบบ ทำการติดตั้งแผ่นเหล็กขนาดความกว้าง 16 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร หนา 1.5 นิ้ว ซึ่งใช้เป็นฐานรองรับในการอัดรวมทั้งเป็นตัวให้ความร้อน แผ่นเหล็กจะถูกเจาะเพื่อใส่ลวดให้ความร้อน ทำการเสายึดกระบอกสูบลมและแขนรับกระบอกสูบลม สร้างด้วยสแตนเลสและทำการเชื่อมติดกับโครงเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตอนที่ 1</u> โครงสร้างเครื่องอัดข้าวตัง

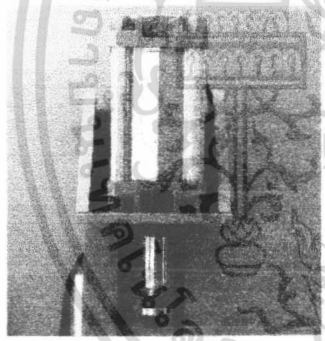
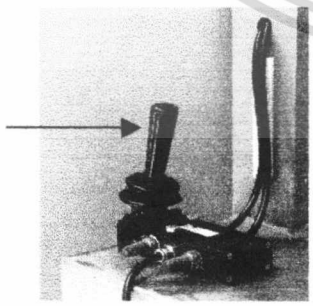
รูปภาพ	คำอธิบาย
	โครงเหล็กความสูงจากพื้น 75 เซนติเมตร กว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร
	การติดตั้งแผ่นรองรับ (แผ่นสแตนเลส)
	การติดตั้งเสายึดและแขนรับกระบอกลม ความสูงของแผ่นอัด 36 เซนติเมตร
	แผ่นสแตนเลส ขนาด 16 x 20 เซนติเมตร หนา 4 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

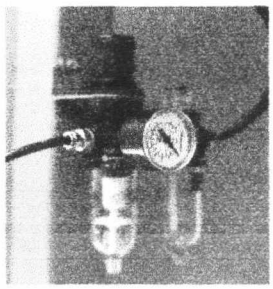
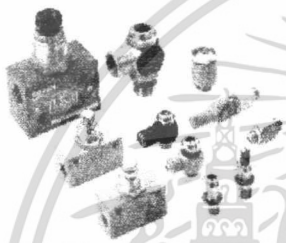
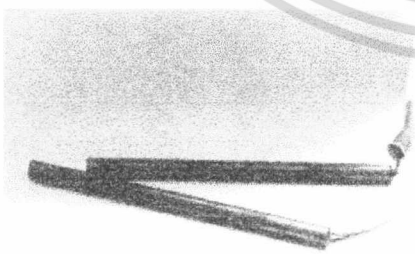
รูปภาพ	คำอธิบาย
	แผ่นเหล็กขนาด 16 x 20 เซนติเมตร หนา 1.5 นิ้ว

ตอนที่ 2 อุปกรณ์ในการสร้างเครื่องอัดข้าวตั้ง และการติดตั้งระบบการทำงาน

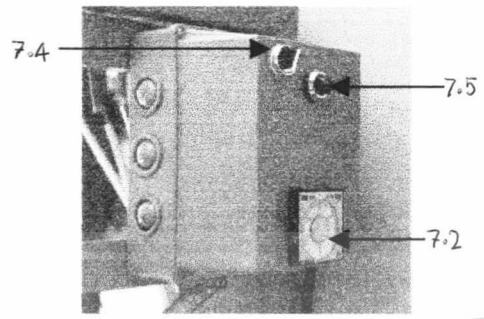
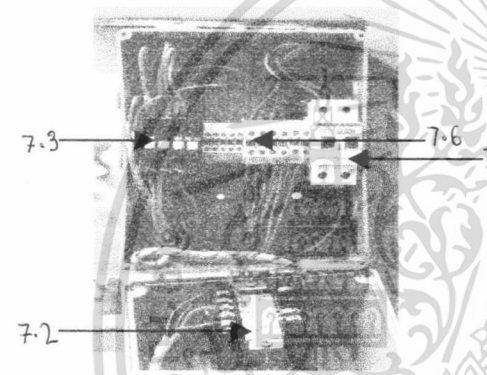
2.1 อุปกรณ์ในการสร้างเครื่องอัดข้าวตัง พร้อมคำอธิบาย

ภาพ	คำอธิบาย
	1. กระบอกสูบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 มิลลิเมตร มีแรงอัดประมาณ 280 – 300 กิโลกรัม ภายในตัวกระบอกสูบจะมีอุปกรณ์กันกระแทกป้องกันไม่ให้กระบอกสูบกระแทกกับพื้นรองอัดมากเกินไป โดยจะติดตั้งอยู่ทั้ง 2 ด้านของกระบอกสูบ และมี Flow seed contro valve ช่วยในการปรับระดับความเร็วในการขึ้นลงของกระบอกสูบ
	2. วาล์วโยก เป็นตัวหลักในการบังคับการทำงานของกระบอกสูบและควบคุมการปล่อยลมเข้าสู่กระบอกสูบ ภายในของวาล์วโยกจะมีอุปกรณ์ตัวเก็บเสียง (air silencer) ไม่ให้เกิดเสียงดังเมื่อปล่อยลมเข้าสู่กระบอกสูบ

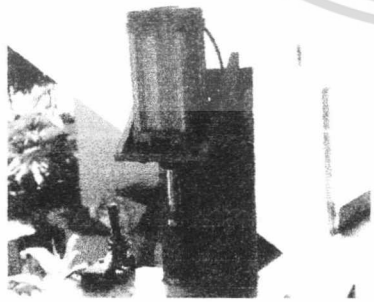
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ	คำอธิบาย
	3. กรองลม (Reglater Fillter) เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งในระบบการทำงานแบบใช้แรงลม กรองลมจะทำหน้าที่กรองความชื้น ฝุ่นละออง และสิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่ปนมากับลม เพื่อป้องกันไม่ให้เข้าสู่กระบอกลม เพราะอาจทำให้กระบอกสูบเกิดการสึกหรอหากมีความชื้นอยู่ภายในกระบอกสูบ
	4. ข้อต่อลม (Filting) เป็นข้อต่อตัวเชื่อมในอุปกรณ์กรองลม ทุกข้อต่อจะต่อเข้ากันได้สนิทไม่มีรอยรั่วที่ลมจะออกได้ ช่วยให้ลมผ่านไปยังกรองลมได้เต็มที่
	5. สายลม ยาว 5 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เป็นอุปกรณ์ที่ต่อกับปั๊มลมและกรองลม เป็นตัวนำกระแสลมจากปั๊มลมผ่านมายังกรองลมและเข้าไปยังกระบอกสูบ เพื่อให้กระบอกสูบทำงาน
	6. ลวดให้ความร้อน (Heater) ขนาด 220 โวลล์ เป็นตัวสร้างความร้อนโดยใช้กระแสไฟฟ้า ใช้ทั้งหมด 4 ตัว

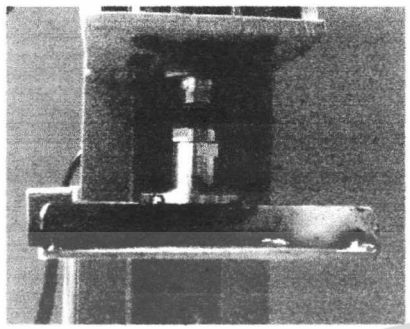
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ	คำอธิบาย
	7. กล่องวงจรทำหน้าที่ในการควบคุมระบบการทำงานของเครื่องและรวมวงจรต่าง ๆ ดังนี้ 7.1 เทอร์โมสตัส ทำหน้าที่ในการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ ป้องกันกระแสไฟเข้าวงจรเกินกำหนด 7.2 ทามเพอร์เรชั่นคอนโทล ทำหน้าที่ในการปรับอุณหภูมิของลวดให้ความร้อนให้คงที่ตามที่กำหนดอุณหภูมิไว้ 7.3 แมกเนติก เป็นอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้าไปยังลวดให้ความร้อน 7.4 ซีเร็กต์เตอร์ คือ สวิตซ์ในการเปิด – ปิดระบบไฟฟ้า 7.5 ไพรอท แลมป์ คือหลอดไฟที่แสดงให้ทราบว่ามีไฟฟ้าผ่านเข้ามายังวงจร 7.6 เทอร์มิแนล คือ อุปกรณ์ซ่อมบำรุงสายไฟอัตโนมัติ
	

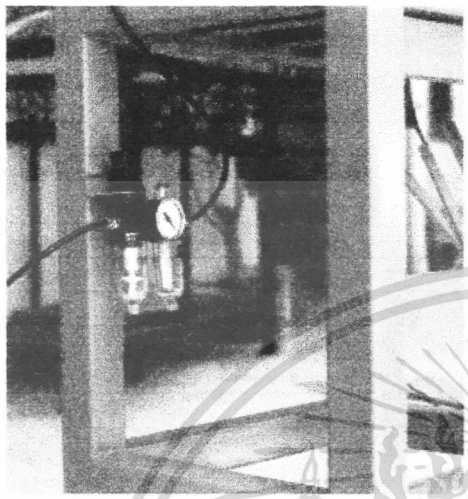
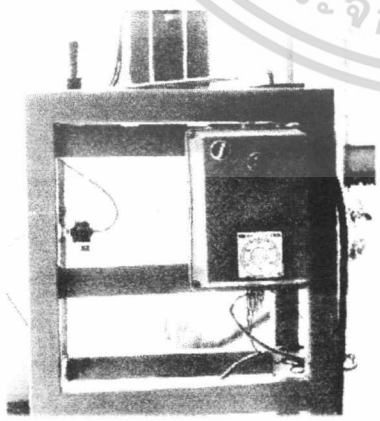
2.2 การติดตั้งอุปกรณ์ของเครื่องอัดข้าวตัง

ภาพ	คำอธิบาย
	1. ติดตั้งกระบอกสูบให้ติดกับแขนรับกระบอกสูบที่เชื่อมติดกับตัวเครื่อง ทำการยึดด้วยน็อตทั้ง 4 มุม ให้แน่น

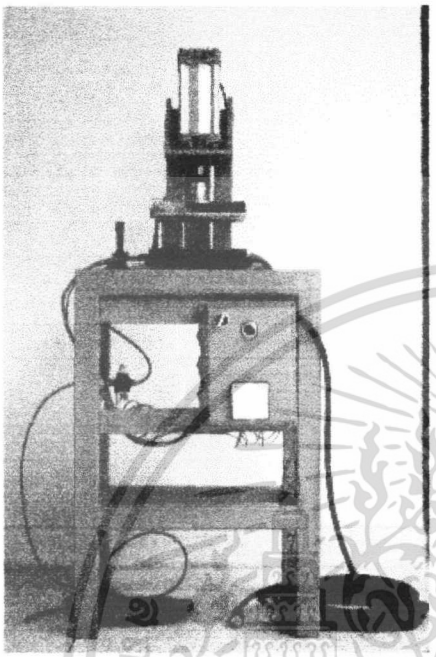
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ	คำอธิบาย
	2. แผ่นสแตนเลสด้านบน ยึดติดกับเพลาของกระบอกสูบ โดยการขันเพลาหมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา แผ่นสแตนเลสทำหน้าที่เป็นตัวรับแรงกดจากกระบอกสูบ และกดข้าวให้เป็นแผ่นบาง
	3. แผ่นเหล็กด้านล่าง ติดตั้งโดยยึดติดกับพื้นสแตนเลส ทำการขันน๊อตติดกับพื้นสแตนเลสด้านล่างทั้ง 4 มุม ให้แน่นเพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่ได้ แผ่นเหล็กจะถูกเจาะตรงกลางเพื่อใส่ลวดให้ความร้อน (Heater) และเป็นตัวรับแรงกดจากกระบอกสูบด้านบน
	4.วาล์วโยก การติดตั้งทำได้โดยการต่อสายลมเข้ากับกล่องระบบและต่อสายลมไปยังกระบอกสูบ ระบบการทำงานของวาล์วโยก คือ เมื่อดึงเข้าหาตัวจะเป็นการปล่อยลมเข้าสู่กระบอกสูบทำให้กระบอกสูบกดตัวลงมา เมื่อดันวาล์วออกจะเป็นการปิดระบบการปล่อยลมและเป็นการดึงลูกสูบขึ้นมาด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ	คำอธิบาย
	5. การติดตั้งกรองลม กรองลมจะถูกติดตั้งบริเวณขาตั้งของตัวเครื่อง โดยถูกเชื่อมต่อกับสายลมที่ต่ออยู่กับปั๊มลม และต่อผ่านไปยังวาล์วโยกที่ควบคุมระบบการทำงานของกระบอกสูบลม
	6. การต่อสายลม สายลมจะถูกต่อติดกับปั๊มลม และต่อติดกับกรองลมโดยทำการต่อกับข้อต่อลม ทำการขันน็อตของข้อต่อลมให้แน่น อย่าให้มีลมออกจากข้อต่อได้ แล้วทำการต่อเข้ากับวาล์วโยก
	7. การติดตั้งกล่องวงจร ภายในกล่องวงจรจะมีอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้า ทำการติดตั้งบริเวณด้านหน้าของเครื่อง เพื่อง่ายต่อการดูอุณหภูมิและการควบคุมการทำงานของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ	คำอธิบาย
	8. เครื่องอัดข้าวตังที่ประกอบสมบูรณ์พร้อมที่จะนำไปใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 วิธีการใช้เครื่องอัดข้าวตัง

1. เปิดสวิตซ์ของระบบไฟฟ้าเพื่อให้ความร้อน

2. เปิดวาล์วระบบลม เพื่อปล่อยลมเข้าสู่กระบอกลม

3. ปรับอุณหภูมิของเครื่องให้ได้ความร้อน 80 องศาเซลเซียส รอจนได้อุณหภูมิตามที่กำหนด ดูได้จากวาล์วความดันของกรยงลม ปริมาณลมที่เหมาะสม คือ ไม่เกิน 6 บาร์

4. ทาน้ำมันบาง ๆ บนแผ่นสแตนเลส เพื่อป้องกันการข้าวติดแผ่นสแตนเลสเมื่อทำการกดทับ

5. ตักข้าวสุกที่หุงมีลักษณะแฉะ ทดสอบได้โดยเมื่อนำข้าวมากำ ข้าวจะจับตัวแน่นเป็นก้อนไม่หลุดออกจากกันและมีลักษณะเละติดฝ่ามือ เกลี่ยข้าวให้กระจายจนทั่วแผ่นเหล็ก

6. โยกวาล์วลมเข้าหาตัวเพื่อให้กระบอกสูบลงกดข้าวสุกให้แบน เมื่อกดได้ระยะเวลา 1 นาทีหรือตามที่กำหนด ทำการโยกวาล์วกลับสู่ที่เดิมเพื่อดึงแผ่นสแตนแลนขึ้น

7. แผ่นข้าวตังที่ได้จะมีลักษณะเป็นแผ่นบาง หนาประมาณ 1/8 มิลลิเมตร มีสีเหลือง กรอบ

3.3 สถานที่ในการประดิษฐ์อุปกรณ์

ในการประดิษฐ์เครื่องอัดข้าวตัง ในครั้งนี้จัดทำที่บ้านพักของผู้ประดิษฐ์ เลขที่ 46/9 หมู่ 1 ต.อินทร์บุรี อ.อินทร์บุรี จ.สิงห์บุรี 16110

3.4 ระยะเวลาในการประดิษฐ์อุปกรณ์

ในการประดิษฐ์เครื่องอัดข้าวตัง ใช้ระยะเวลาในการประดิษฐ์ 10 สัปดาห์

1. สัปดาห์ที่ 1-4 เลือกซื้อและจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ
2. สัปดาห์ที่ 5 ทำโครงสร้างของเครื่อง
3. สัปดาห์ที่ 6-8 ติดตั้งอุปกรณ์ และระบบไฟฟ้า
4. สัปดาห์ที่ 9 ทำการตกแต่งและเก็บรายละเอียดในระบบไฟฟ้า
5. สัปดาห์ที่ 10 ทำการทดลองเครื่องอัดข้าวตัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการสร้างอุปกรณ์

4.1 การทดสอบประสิทธิภาพ

<u>วิธีการทดสอบ</u>

1. เปิดสวิตซ์ของระบบไฟฟ้าเพื่อให้ความร้อน
2. เปิดวาล์วระบบลม เพื่อปล่อยลมเข้าสู่กระบอกลม
3. ปรับอุณหภูมิของเครื่องให้ได้ความร้อน 80 องศาเซลเซียส รอจนได้อุณหภูมิตามที่กำหนด ดูได้จากวาล์วความดันของกรองลม ปริมาณลมที่เหมาะสม คือ ไม่เกิน 6 บาร์
4. ทาน้ำมันบาง ๆ บนแผ่นสแตนเลส เพื่อป้องกันการข้าวติดแผ่นสแตนเลสเมื่อทำการกดทับ
5. ตักข้าวสุกที่หุงมีลักษณะแฉะ ทดสอบได้โดยเมื่อนำข้าวมากำ ข้าวจะจับตัวแน่นเป็นก้อนไม่หลุดออกจากกันและมีลักษณะเละติดฝามือ เกลี่ยข้าวให้กระจายจนทั่วแผ่นเหล็ก
6. โยกวาล์วลมเข้าหาตัวเพื่อให้กระบอกสูบลงกดข้าวสุกให้แบน เมื่อกดได้ระยะเวลา 1 นาทีหรือตามที่กำหนด ทำการโยกวาล์วกลับสู่ที่เดิมเพื่อดึงแผ่นสแตนเลนขึ้น
7. แผ่นข้าวตังที่ได้จะมีลักษณะเป็นแผ่นบาง หนาประมาณ 1/8 มิลลิเมตร มีสีเหลืองกรอบ

4.2 ผลการทดสอบ

4.2.1 การทดสอบเครื่องอัดข้าวตังครั้งที่ 1

จากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอัดข้าวตังครั้งที่ 1 ผลปรากฏว่า เมื่อทำการปรับอุณหภูมิของเครื่อง เส้นลวดให้ความร้อน(Heater) เกิดช๊อตและขาดไป 1 เส้น ทำให้ความร้อนของแผ่นสแตนเลสมีปริมาณไม่เพียงพอที่จะทำให้แผ่นข้าวสุกเหลือง และกรอบได้

เมื่อทำการโยกวาล์วเพื่อกด/อัดข้าว ผลปรากฏว่า กระบอกสูบมีขนาดเล็กทำให้มีแรงอัดไม่พอที่จะกดข้าวให้แบน ข้าวที่อัดได้มีลักษณะไม่เป็นแผ่นเชื่อมติดกันทั้งแผ่น และข้าวจะติดแผ่นสแตนเลสด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การทดสอบเครื่องอัดข้าวตังครั้งที่ 2

จากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอัดข้าวตังครั้งที่ 2 เมื่อทำการอัดข้าว ปรากฏว่าแผ่นข้าวมีขนาดบางไม่สม่ำเสมอทั่วกันทั้งแผ่น ติดแผ่นสแตนเลสด้านบน ไม่เหลือง แต่กรอบ มีสีดำไม่น่ารับประทาน ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 20 วินาที

4.2.3 การทดสอบเครื่องอัดข้าวตังครั้งที่ 3

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอัดข้าวตังครั้งที่ 3 ปรากฏว่าเมื่อทำการอัดข้าว ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที แผ่นข้าวที่ได้ มีลักษณะเป็นแผ่นบางเสมอกันทั่วทั้งแผ่น กรอบสุก แต่ไม่เหลือง จะมีลักษณะใกล้เคียงกับแผ่นข้าวตังที่กดด้วยแรงงานคน แต่แผ่นที่อัดด้วยเครื่องอัดจะมีขนาดเล็กกว่า แสดงว่าเครื่องอัดข้าวตังมีประสิทธิภาพในการทำแผ่นข้าวตังเทียบเท่าแรงงานคน แต่ใช้แรงน้อยกว่าหลายเท่าตัว ดังนั้นในด้านปัญหาในการจ้างแรงงานจะเกิดขึ้นน้อย

4.3 การปรับปรุงแก้ไข

4.3.1 การปรับปรุงแก้ไขเครื่องอัดข้าวตังครั้งที่ 1

จากผลการทดสอบครั้งที่ 1 ปัญหาที่พบเกิดจากอุปกรณ์เส้นลวดให้ความร้อน (Heater) เป็นอุปกรณ์ที่เคยผ่านการใช้งานมาแล้ว และเก่า รวมทั้งมีขนาดเล็ก เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าวงจร ทำให้ลวดให้ความร้อน (Heater) รับกระแสไฟฟ้ามากเกินไปจึงเกิดช๊อตและใช้งานต่อไม่ได้ เป็นผลให้อุณหภูมิของแผ่นสแตนเลสไม่ถึงอุณหภูมิที่กำหนด (80 องศาเซลเซียส) แผ่นข้าวที่อัดจึงไม่สุกเหลือง คาดว่าอาจเป็นเพราะแผ่นสแตนเลสมีขนาดบางจึงไม่สามารถเก็บความร้อนได้นาน

นอกจากนี้ยังพบอีกว่ากระบอกสูบลม (Pneumatic) มีขนาดเล็ก ทำให้มีแรงในการอัด/กดไม่พอที่จะทำให้ข้าวแบนเรียบ

การปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 1 เพิ่มจำนวนลวดให้ความร้อน (Heater) เป็น 4 เส้น จากเดิม 3 เส้น และเมื่อเริ่มใช้งาน ค่อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิขึ้นช้า ๆ เพื่อป้องกันลวดให้ความร้อน (Heater) รับกระแสไฟมากเกินไป ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการช๊อตและขาด

ทำการเปลี่ยนจากแผ่นสแตนเลส (ด้านล่าง) เป็นแผ่นเหล็ก เนื่องจากแผ่นเหล็กจะเก็บความร้อนได้ดีกว่าแผ่นสแตนเลสและมีราคาถูกกว่า และเปลี่ยนขนาดกระบอกลมให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จากเดิมเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 มิลลิเมตร

4.3.2 การปรับปรุงแก้ไขเครื่องอัดข้าวตังครั้งที่ 2

จากผลการทดสอบครั้งที่ 2 พบว่าแผ่นสแตนเลสด้านบนแอ่นกลาง เมื่อทำการกดข้าว จึงทำให้แผ่นข้าวตรงกลางบาง แต่รอบ ๆ หนาไม่เท่ากัน และแผ่นเหล็กด้านล่างมีสีดำ ไม่เรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 2 ทำการเจียรแผ่นสแตนเลสด้านบนและด้านล่างให้เรียบเสมอกัน ประกบกันได้พอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

ในการจัดทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประดิษฐ์เครื่องอัดข้าวตัง โดยใช้ระบบแรงลมในการอัด ให้ความร้อนโดยใช้ระบบไฟฟ้าที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง ลักษณะของเครื่องมีโครงสร้างสูง 75 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร กว้าง 40 เซนติเมตร ส่วนของระบบอัดใช้กระบอกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 มิลลิเมตร ให้ความร้อนโดยใช้ลวดให้ความร้อน (Heater) ที่ให้ความร้อนประมาณ 70 องศาเซลเซียส ใช้กำลังไฟ 220 โวลล์

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ในการประดิษฐ์เครื่องอัดข้าวตัง ผู้จัดทำได้พบปัญหาในการประดิษฐ์ คือ ความรู้ทางด้านระบบไฟฟ้า ระบบเครื่องกล ทำให้การออกแบบเครื่องมีปัญหาเกี่ยวกับการเลือกใช้ระบบที่เหมาะสมในการประดิษฐ์ ตลอดจนการเลือกซื้ออุปกรณ์ที่จะนำมาสร้างเครื่อง ผู้จัดทำจึงต้องหาข้อมูลพร้อมทั้งขอคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ ควบคู่กันไป และต้องเข้าพบอาจารย์ที่ปรึกษาบ่อยครั้ง ทำให้การประดิษฐ์เครื่องอัดข้าวตังสร้างขึ้นได้อย่างล่าช้า เป็นผลเกี่ยวเนื่องทำให้ปัญหาพิเศษช้าไปด้วย

การเปิดใช้งานเครื่องอัดข้าวตัง จะใช้เวลานานถึง 25 นาที กว่าแผ่นเหล็กจะร้อนถึงอุณหภูมิที่กำหนด ควรปรับปรุงให้ใช้เวลาน้อยกว่านี้ เพื่อความสะดวกในการใช้งานและความรวดเร็วในการปฏิบัติงาน

ข้อเสนอแนะ

สำหรับผู้จัดทำการประดิษฐ์หรือปรับปรุงเครื่องอัดข้าวตัง ควรทำการกั้นแผ่นเหล็ก 3 ด้าน เพื่อป้องกันไม่ให้ข้าวกระจายขณะทำการอัด และสามารถนำข้าวที่เหลือกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีกครั้ง ในการทำปัญหาพิเศษควรมีการวางแผนการทำงานให้รัดกุมและรอบคอบ ควรรักษาเวลาตามที่ทางคณะได้กำหนด ผู้ที่จะทำปัญหาพิเศษควรมีความตั้งใจ มีรับผิดชอบ และอดทน ในการทำงาน เพื่องานจะได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กลอยใจ เชยกลิ่นเทศ. 2542. เอกสารประกอบการสอนวิชา เทคโนโลยีธัญพืช สถาบันเทคโน-โลยีราชมงคล วิทยาเขตปทุมธานี. น. 1 – 18

ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และ ปานเพชร ชินินทร. 2541. นิวแมติกอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : บริษัท เอช.เอ็น กรุ๊ป จำกัด. 331 น.

งามชื่น คงเสรี. "คุณภาพข้าวสุก" ข้าว : ความรู้คู่ชาวนา. ปีที่ 5 เล่มที่ 22 (มีนาคม –กรกฎาคม 2538). น. 161 - 166

ชาตรี อติโพธิ และ ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. 2531. นิวแมติกในระบบอัตโนมัติ. 280 น.

ประวิการ ลิมปะวัฒนะ. 2536. นิวแมติคส์ ไฮดรอลิคส์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิทักษ์อักษร. 350 น.

ถนัดศรี สวัสดิวัฒน์, ม.ร.ว. "การแปรสภาพข้าวเป็นอาหารของคนไทย" ข้าวกับวิถีชีวิตคนไทย ปีที่ 5 เล่มที่ 10 (กันยายน – ธันวาคม 2538) น. 229 - 241

ทัศนีย์ โรจนไพบูลย์. 2532. ตำรับขนมของไทย. กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คเซ็นเตอร์. 203 น.

มนูญ ชื่นชม. 2536. นิวแมติคส์ไฟฟ้าเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ประชาชน. 200 น.

ศรีสมร คงพันธ์. 2532. ขนมไทย 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แสงแดด. 215 น.

สุกัญญา ภัทราชัย. "การแปรสภาพข้าวเป็นอาหารของคนไทย" ข้าวกับวิถีชีวิตคนไทย ปีที่ 5 เล่มที่ 10 (กันยายน – ธันวาคม 2538) น. 163 - 174

อรวสุ นพพรรค์. 2542. ขนมไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 152 น.

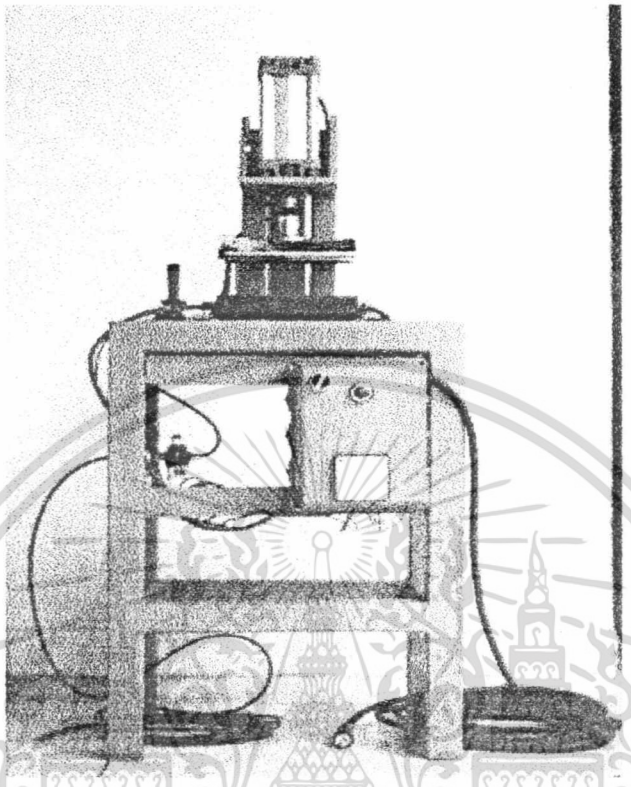
อุบล ศรีสวัสดิ์, ม.ล. "ข้าวตัง". ไทยรัฐ. (16 มีนาคม 2541). น. 29

อำพล ซื่อตรง. 2541. ไฮดรอลิคส์ และนิวแมติคส์. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ. 299 น.

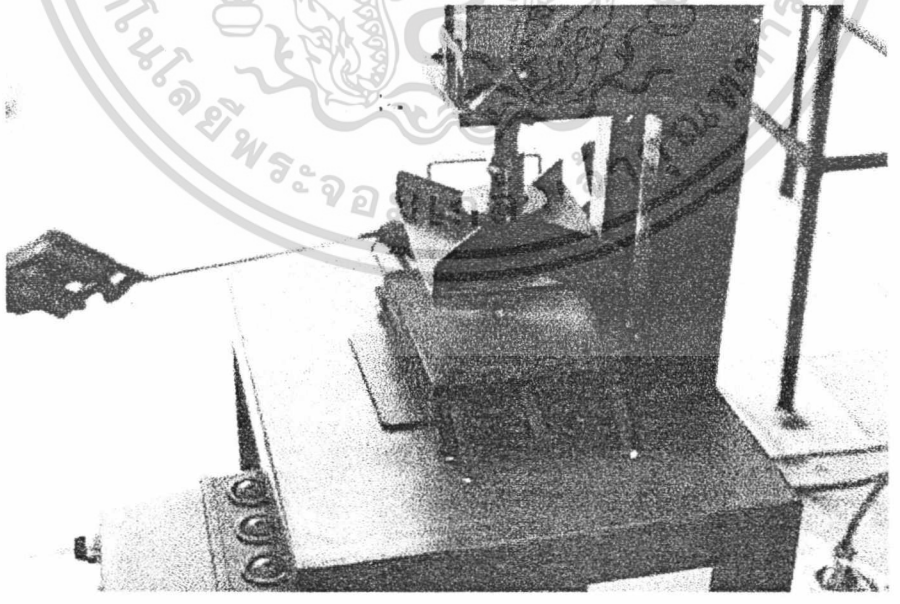
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

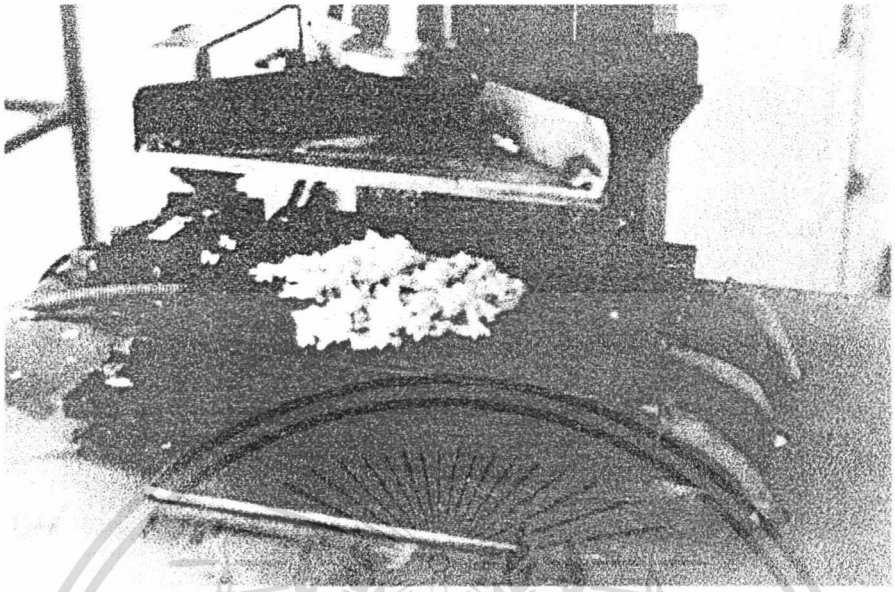


ภาพผนวกที่ 1 แสดงเครื่องอัดข้าวตัง

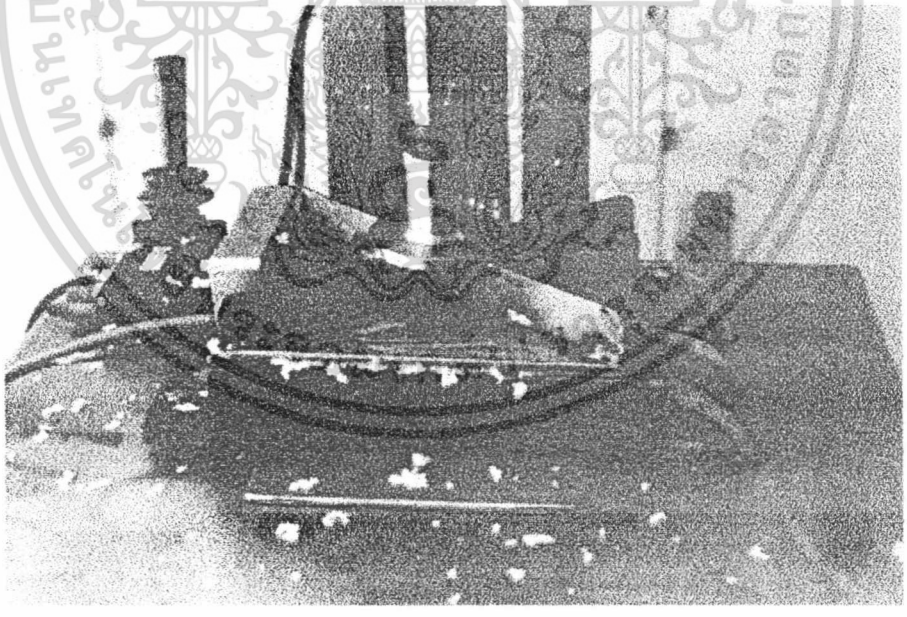


ภาพผนวกที่ 2 แสดงการทาน้ำมันบนแผ่นอัดทั้งสองเมื่อเปิดเครื่องได้ 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

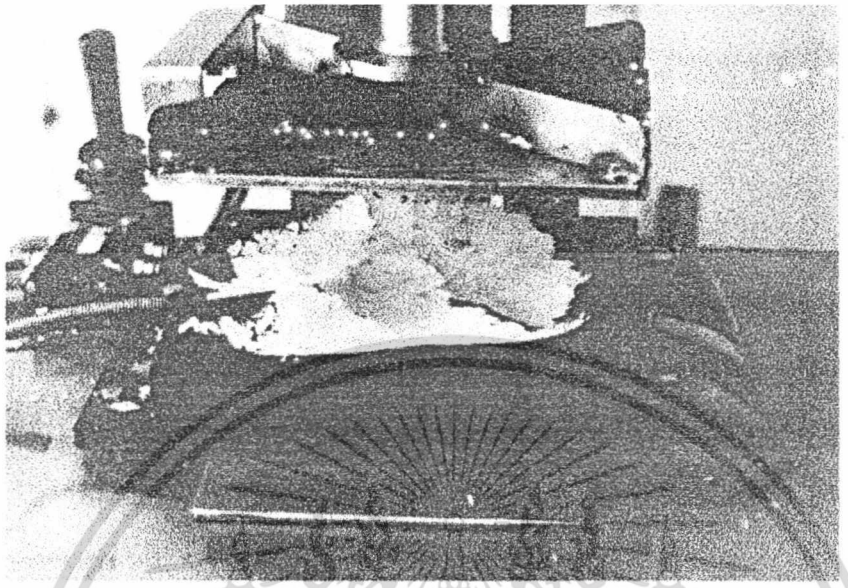


ภาพผนวกที่ 3 แสดงการวางข้าวบนแผ่นเหล็ก



ภาพผนวกที่ 4 แสดงวิธีการอัดข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 5 แสดงลักษณะของข้าวที่ผ่านการอัดและปิ้งให้สุก

ภาพผนวกที่ 6 แสดงลักษณะข้าวตังที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกการทดลองเครื่องอัดข้าวตัง

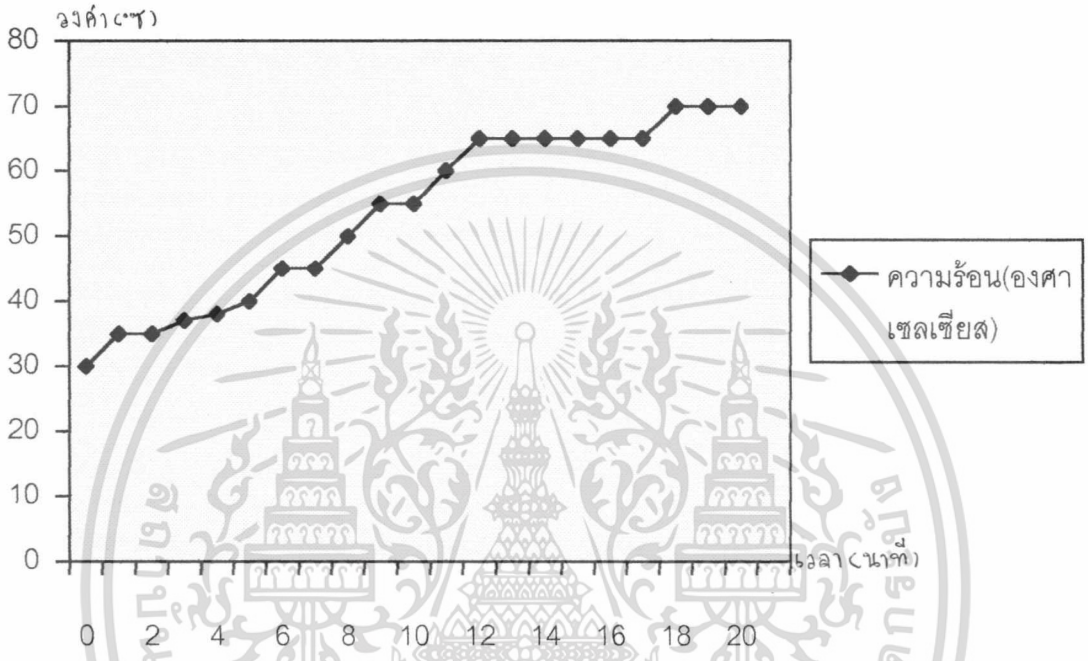
ครั้งที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (วินาที)	ลักษณะที่ได้
1.	60	25	ไม่เป็นแผ่นเชื่อมติดกัน กรอบ สีเหลืองอ่อน ๆ
2.	60	30	ติดด้านแผ่นเหล็กบน เป็นแผ่นบาง กรอบ ขอบรอบนอกไม่แห้ง
3.	60	30	ติดด้านบนแผ่นเหล็ก กรอบ บาง แตกไม่เป็น
4.	60	30	เป็นแผ่นบาง (แต่หนากว่า 3 ครั้งแรก) กรอบ
5.	60	60	บางกรอบทั่วทั้งแผ่น สีค่อนข้างเหลือง ติดด้านบนแผ่นเหล็ก
6.	60	60	แผ่นบางกรอบเสมอกันทั้งแผ่น ค่อนข้างเหลือง ร่อนไม่ติดแผ่นเหล็ก
7.	60	60	แผ่นบางกรอบ ค่อนข้างเหลือง แตกไม่เป็นแผ่น ร่อน
8.	60	90	แผ่นบางกรอบ เหลืองทั้งแผ่น ไม่ติดแผ่นเหล็ก ร่อน

สรุป

จากการนำเครื่องอัดข้าวตังไปทดลองใช้ ผลปรากฏว่า ในการทดลองครั้งที่ 1,2 และ 3 ข้าวที่ทำการอัดติดแผ่นสแตนเลสด้านบน แผ่นบาง กรอบ แต่ไม่ค่อยเหลือง ในการทดลองครั้งที่ 4 ข้าวติดด้านบนแผ่นสแตนเลส แผ่นข้าวจะหนากว่า 3 ครั้งแรก เนื่องจากแรงลมที่ใช้ในการอัดยังไม่ถึงที่กำหนดทำให้มีแรงในการอัดน้อยลง แผ่นข้าวจึงหนา การทดลองครั้งที่ 5,6 และ 7 แผ่นข้าวมีลักษณะบางกรอบทั่วทั้งแผ่น ค่อนข้างเหลือง และร่อนไม่ติดแผ่นสแตนเลส การทดลองครั้งที่ 8 แผ่นข้าวที่ได้ มีลักษณะเหลือง กรอบ ไม่ติดแผ่นสแตนเลส แต่ใช้ระยะเวลานานกว่า 7 ครั้งแรก จากการบันทึกการทดลองเครื่องอัดข้าวตัง สามารถสรุปได้ว่า ในการทดลองครั้งที่ 5,6,7 ใช้อุณหภูมิเครื่องที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 60 วินาที จะได้แผ่นข้าวตังที่ดีที่สุด เมื่อทำการอัดข้าวในช่วงแรกจะมีปัญหาข้าวติดแผ่นสแตนเลส ซึ่งอาจเกิดจากแผ่นเหล็กยังร้อนไม่ได้ที่ ควรเปิดเครื่องอัดข้าวตังทิ้งไว้สักระยะหนึ่งจึงทำการอัด จะได้แผ่นข้าวที่มีลักษณะที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความร้อนของเครื่องอัดข้าวตัง



สรุป

จากการบันทึกอุณหภูมิความร้อนของเครื่องอัดข้าวตัง โดยตั้งอุณหภูมิของเครื่องที่ 60 องศาเซลเซียส และบันทึกอุณหภูมิทุก ๆ 1 นาที ผลที่ได้คือ อุณหภูมิของเครื่องจะเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 1 – 1.5 องศาเซลเซียส/นาที เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 13 นาที อุณหภูมิของเครื่องเริ่มคงที่ที่ 65 องศาเซลเซียส และเพิ่มขึ้นถึง 70 องศาเซลเซียส รวมเวลาตั้งแต่เริ่มเปิดเครื่องจนได้อุณหภูมิที่กำหนดใช้ระยะเวลาถึง 20 นาที ดังนั้นเมื่อเริ่มใช้งานเครื่องอัดข้าวตัง ควรเปิดเครื่องอัดข้าวตังทิ้งไว้ประมาณ 20 – 25 นาที เพื่อให้เครื่องมีความร้อนเพียงพอในการอัดแผ่นข้าวให้สุกเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้