ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

บทที่ 3
การดำเนินงานวิจัย

การวิจัยใช้วิธีการสำรวจ โดยการศึกษาข้อมูลจากผู้ผลิตเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือก และสำรวจข้อมูลผู้ใช้เครื่องอบแต่ละชนิด ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบ และขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามโครงการที่เกี่ยวข้อง

3.1 วิธีการเก็บข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในโครงการวิจัยนี้ มุ่งพิจารณาภายใต้กรอบของวัตถุประสงค์ และขอบเขตของโครงงานวิจัยเป็นสำคัญ เพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วน และครอบคลุมตามที่ระบุไว้ในเป้าหมาย ผู้วิจัยจะใช้วิธีในการรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.1.1 รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิเกี่ยวกับเครื่องอบแห้งข้าวเปลือก เป็นการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมวิชาการเกษตร กองเกษตรวิศวกรรม สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร สำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยนเรศวร กรมส่งเสริมการเกษตร

3.1.2 การเก็บข้อมูลจากกลุ่มผู้ผลิต ซึ่งได้สอบถาม ขอข้อมูล จากบริษัท จากผู้จัดการวิศวกร โดยขอข้อมูลโดยตรง และให้ส่งข้อมูลให้แก่ผู้วิจัย อีกทั้งยังขอข้อมูลเพิ่มเติม โดยสอบถามทางโทรศัพท์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น กลุ่มผู้ผลิตรายใหญ่ คือ บริษัทที่มีการผลิตจำหน่ายเครื่องอบเป็นส่วนหนึ่งของธุรกิจ จำนวน 7 บริษัท ได้แก่

(1) บริษัทโรงงานเกษตรพัฒนา ฉะเชิงเทรา จำกัด
(2) บริษัทไรซ์ เอ็นจิเนียริ่ง ซัพพลาย จำกัด
(3) บริษัท เจริญโภคภัณฑ์วิศวกรรม จำกัด
(4) บริษัท ไฮบีม เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
(5) หจก.นครสวรรค์การหล่อ
(6) บริษัท เกษตรไทยอินเตอร์ (22) จำกัด
(7) บริษัท เอ็นไลน์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

4400456
TP
363
ว 686 ธ
2543

ข้อมูลที่ต้องการสำรวจ

(1) ระบบและชนิดของเครื่องอบ
(2) คุณลักษณะเฉพาะ (Specification)

(3) ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องอบลดความชื้น พร้อมอุปกรณ์

(4) ส่วนประกอบของเครื่องอบ

(5) ขั้นตอนกระบวนการอบ

(6) แผนผังแสดงการติดตั้งเครื่องอบ

(7) โครงสร้างต้นทุน เพื่อนำมาวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

3.1.3 เก็บข้อมูลกลุ่มผู้ใช้เครื่องอบ โดยใช้แบบสอบถาม ดังแสดงในภาคผนวก ก โดยสอบถามถึงข้อคิดเห็นในการใช้เครื่องอบลดความชื้นแต่ละชนิด

ข้อมูลที่ต้องการสำรวจ

(1) คุณลักษณะเฉพาะ

(2) ค่าใช้จ่าย ในการติดตั้ง โรงคลุม การดำเนินงาน ค่าพลังงาน

(3) หลักการในการเลือกใช้เครื่องอบ

(4) เหตุผลแรงจูงใจในการติดตั้ง

(5) ข้อเด่นข้อด้อยของเครื่องอบ

(6) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเครื่องอบที่ต้องการมีไว้ใช้

3.1.3 ประมวลผลข้อมูลของเครื่องอบแต่ละชนิด

3.1.4 วิเคราะห์ข้อมูลในเชิงเศรษฐศาสตร์ ศึกษาความคุ้มค่าการลงทุนของผู้ประกอบการ โดยใช้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present worth : NPW) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อการลงทุน (Benefit-cost ratio : BCR) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal rate of return : IRR) จุดคุ้มทุน (Break-even point) เป็นตัววิเคราะห์ในแต่ละกรณีศึกษา

3.1.5 วิเคราะห์ข้อมูลทางด้านพลังงาน โดยเปรียบเทียบปริมาณพลังงาน และค่าใช้จ่ายของแต่ละกรณีศึกษา เพื่อศึกษาสัดส่วนการใช้พลังงาน และค่าใช้จ่ายของเครื่องอบ

3.2 ระบบและชนิดของเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือก

3.2.1 จำแนกเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกตามระบบการทำงานหลัก

โดยจำแนกตามระบบการทำงานหลัก ที่ทำการผลิตจำหน่ายในปัจจุบันได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ได้ดังนี้

(1) เครื่องอบแบบงวดหมุนเวียน (Recirculating batch dryer)

เป็นเครื่องอบขนาดเล็ก – กลาง มีความจุของถังอบประมาณ 6-10 ตัน ประสิทธิภาพการ อบประมาณ 18-30 ตัน/วัน ลักษณะการทำงานประกอบด้วยการนำข้าวเข้าที่ถังพักด้านบนเครื่องอบซึ่งติดตั้งเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องอบ แล้วค่อย ๆ ปล่อยให้เมล็ดข้าวไหลผ่านตัดขวางลมร้อนด้านล่าง แล้วหมุนเวียนเข้าอบใหม่จนได้ระดับความชื้นต่ำตามต้องการ

(2) เครื่องอบแบบไหลต่อเนื่อง (Continuous flow dryer)

เป็นเครื่องอบขนาดใหญ่ ประสิทธิภาพการอบประมาณ 100 - 250 ตัน/วัน ลักษณะตัวเครื่องอบ เมื่อสังเกตจากภายนอกจะเห็นว่ามีขนาดใหญ่กว่าเครื่องอบแบบงวดหมุนเวียนมาก และมีถังพักข้าว (Tempering bin) แยกต่างหากจากตัวถังอบ ข้าวที่นำเข้าอบจะไหลต่อเนื่องและออกจากเครื่องอบ เพื่อเข้าถังพัก

3.2.2 ลักษณะการไหลของเมล็ดข้าวในเครื่องอบแต่ละชนิดการทำงานหลัก

มี 3 ลักษณะใหญ่ คือ

(1) การไหลแบบไม่คลุกเคล้า (Non-mixing type)

การไหลแบบนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าแบบ Columnar เมล็ดข้าวเปลือกจะไหลผ่านซองแคบ (Column) ซึ่งเป็นตะแกรงรูพรุนเพื่อให้ลมร้อนไหลทะลุออกมาสัมผัสกับเมล็ดข้าวได้

ข้อดี ของเครื่องอบแบบนี้คือจะใช้กำลังมอเตอร์พัดลมน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแบบอื่น เพราะความต้านทานของเมล็ดพืชต่อการอัดอากาศต่ำที่สุด

ข้อเสีย ประการสำคัญ คือกองเมล็ดข้าวทั้งหมดเมื่อผ่านการอบแต่ละรอบจะมีอุณหภูมิไม่สม่ำเสมอ เพราะเมล็ดข้าวด้านที่อยู่ใกล้ลมร้อนมากกว่าจะมีอุณหภูมิสูงกว่า

ด้วยเหตุนี้จึงมีการดัดแปลงให้เป็นชนิดที่มี **การกลับข้าว (Turn flow)** ให้ข้าวที่อยู่ด้านในซองแคบนั้นไหลผ่าน "ตัวกลับข้าว" บริเวณช่วงกลางของเครื่องอบ ซึ่งทำให้เมล็ดข้าวพลิกจากด้านในไปอยู่ด้านนอกของซอง ทำให้การอบข้าวสม่ำเสมอดีขึ้น

(2) การไหลแบบคลุกเคล้า (Mixing type)

ลักษณะการไหลแบบนี้รู้จักทั่วไปว่าแบบ **LSU** (ตันแบบพัฒนาโดย Louisiana State University) เป็นการบังคับให้เมล็ดข้าว ไหลผ่านท่อลมร้อนที่วางขวางสลับฟันปลา (แบบซิกแซก) โดยแบ่งเป็นท่อลมร้อนเข้าและท่อลมร้อนออก เมล็ดข้าวได้คลุกเคล้ากับลมร้อนตลอดช่วงการอบ

ข้อดี คือกองเมล็ดข้าวจะมีอุณหภูมิสม่ำเสมอขณะผ่านการอบ การอบเมล็ดข้าวจะแห้งสม่ำเสมอ

ข้อเสีย คือการสร้างเครื่องอบแบบ LSU ทำได้ยากกว่าแบบ Columnar ดังกล่าวมาแล้ว

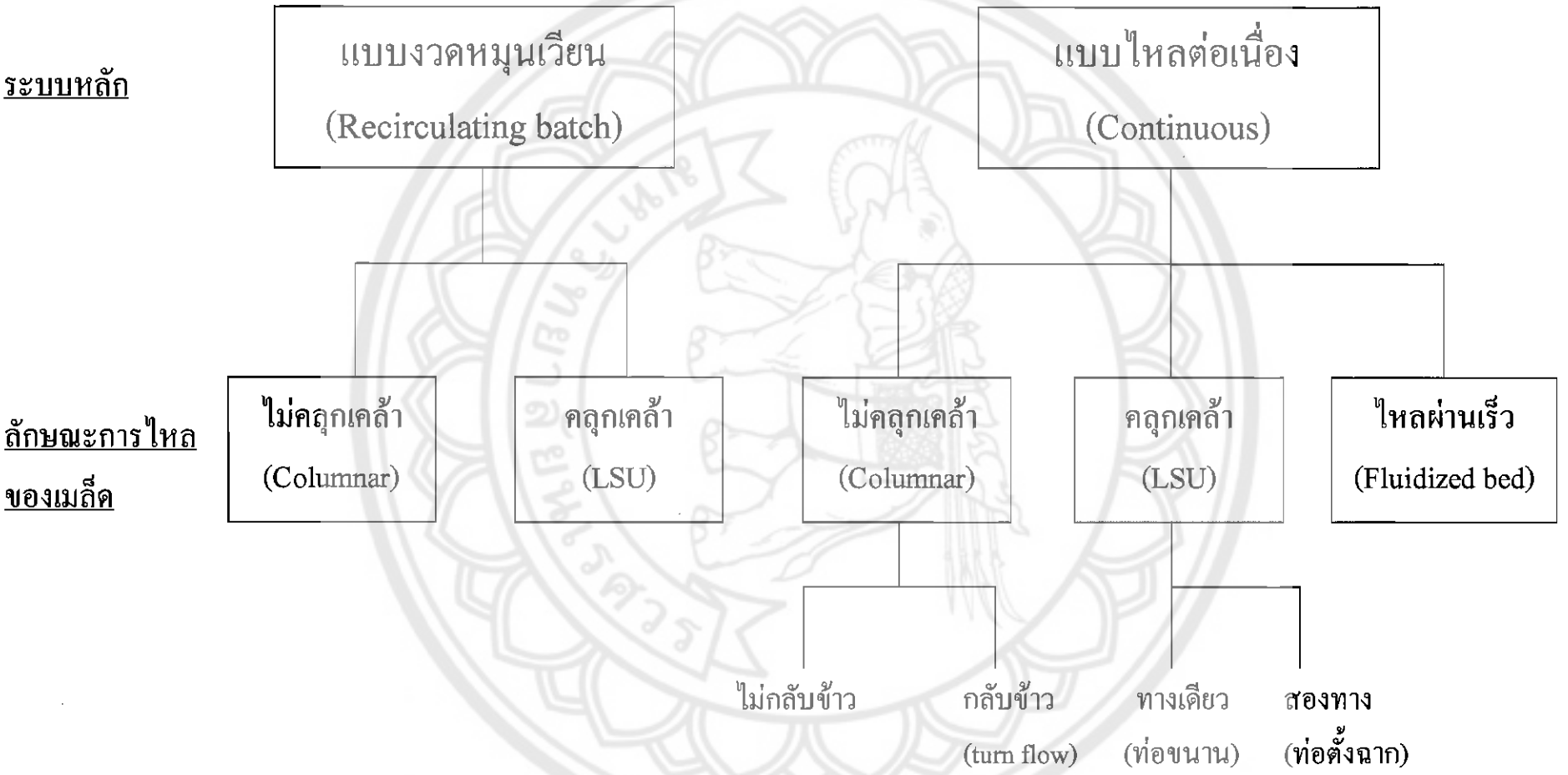
การไหลแบบ LSU นี้ ยังแบ่งได้เป็น 2 ชนิดย่อย คือ แบบคลุกเคล้าทางเดียว (วางท่อซิกแซกขนาน) กับแบบคลุกเคล้าสองทาง (วางท่อซิกแซกตั้งฉากกัน) ซึ่งชนิดหลังนี้มีประสิทธิภาพการอบดีกว่าเพราะเป็นการบังคับให้ลมร้อนมีการเปลี่ยนทิศทางในระหว่างการผ่านเมล็ดข้าว

(3) การไหลผ่านแร็ว (Fluidized bed)

เป็นวิธีการเป่าอากาศร้อนด้วยแรงดันสูงมาก ๆ ผ่านด้านล่างของกองข้าวที่กำลังเคลื่อนที่ในแนวนอน จนทำให้กองข้าวลอยตัวขึ้นเล็กน้อย มีลักษณะเหมือน "ของไหล" ซึ่งนอกจากจะทำให้กองข้าวเคลื่อนตัวได้ดีขึ้นแล้ว ยังทำให้เมล็ดข้าวมีโอกาสสัมผัสกับอากาศร้อนได้ทั่วถึง เครื่องอบแบบนี้จึงมีอัตราการอบแห้งสูงมาก เป็นเครื่องอบที่พัฒนาขึ้นมาล่าสุด เพื่อใช้อบเร่งลดความชื้นจากระดับความเปียกชื้นสูงมาก (25 %ขึ้นไป) มีขนาดเล็ก แต่สามารถอบลดความชื้นได้ถึง 10 % ต่อรอบภายในเวลา 2-3 นาที

เมื่อจำแนกเครื่องอบตาม ระบบการทำงานหลัก และลักษณะการไหลของเมล็ดข้าวภายในเครื่องอบ เราสามารถจำแนกรวมได้ 5 แบบ หลัก ๆ ได้ดังนี้

1. เครื่องอบแบบงวดหมุนเวียน (Recirculating batch dryer) การไหลแบบไม่คลุกเคล้า (Non-mixing type)
2. เครื่องอบแบบงวดหมุนเวียน (Recirculating batch dryer) การไหลแบบคลุกเคล้า (Mixing type)
3. เครื่องอบแบบไหลต่อเนื่อง (Continuous flow dryer) การไหลแบบไม่คลุกเคล้า (Non-mixing type)
4. เครื่องอบแบบไหลต่อเนื่อง (Continuous flow dryer) การไหลแบบคลุกเคล้า (Mixing type)
5. เครื่องอบแบบไหลต่อเนื่อง (Continuous flow dryer) ไหลผ่านเร็ว (Fluidized bed)



รูปที่ 3.1 ชนิดของเครื่องอบแห้งข้าวเปลือก จำแนกตามระบบหลักและลักษณะการไหลของเมล็ด

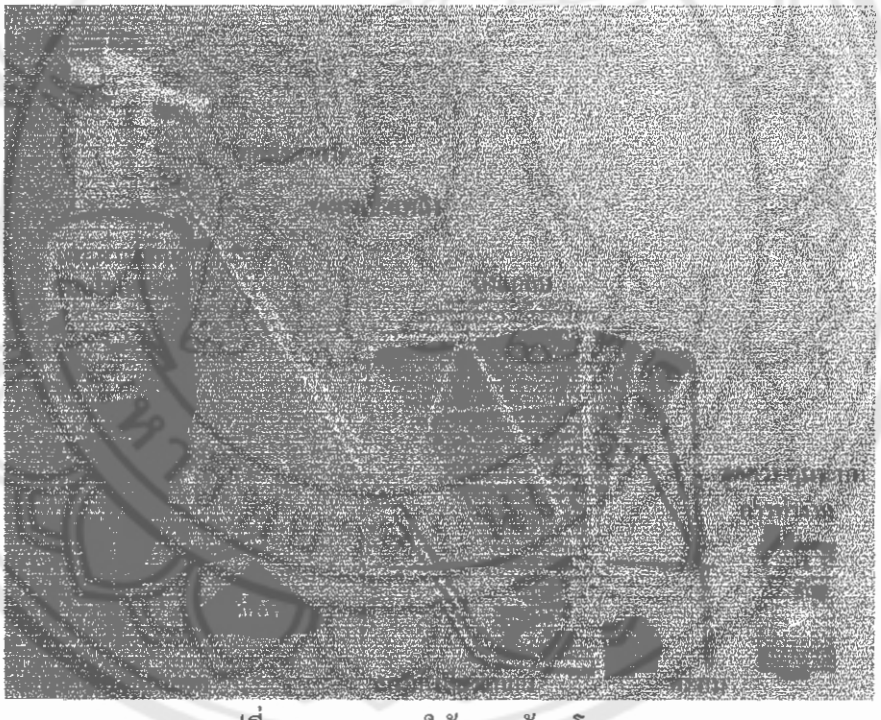
3.3 ส่วนประกอบหลักในระบบเครื่องอบ

3.3.1 อุปกรณ์ทำความร้อน

มีหน้าที่ทำความร้อน และให้ความร้อนแก่ระบบเครื่องอบโดยมีหลักการคือเผาเชื้อเพลิงให้เกิดความร้อน เพื่อดูดหรือเป่าเข้าสู่ระบบเครื่องอบต่อไป แบ่งตามชนิดของเชื้อเพลิง ได้ 2 ชนิด

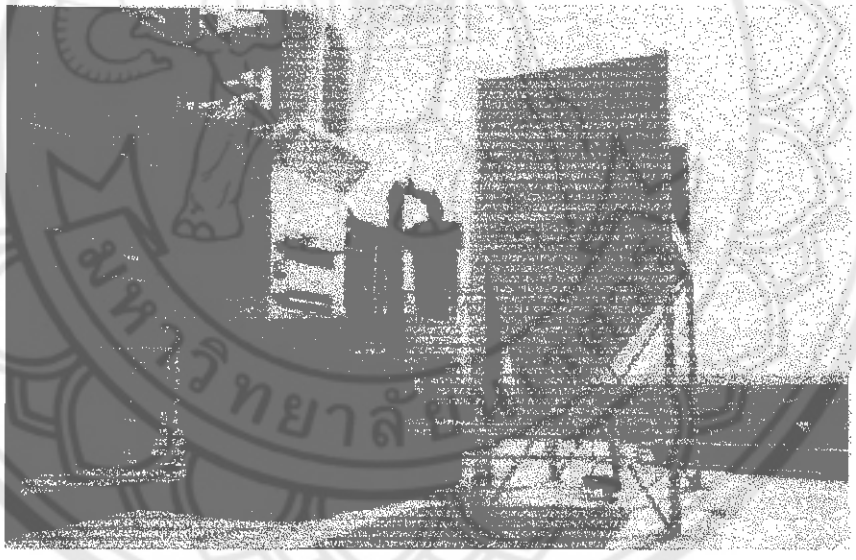
(1) **เชื้อเพลิงแข็ง** เช่น แกลบ ซังข้าวโพด ถ่านหินลิกไนต์ มีลักษณะ เป็นเตาเผาให้ความร้อน ประกอบด้วย ห้องเผาไหม้ ทำจากวัสดุทนความร้อน เช่น อิฐทนความร้อน โลหะทนความร้อน ตะแกรงเผาไหม้ ชุดไซโคลนดักเขม่า และขี้เถ้า แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

- เตาเผาให้ความร้อนโดยตรง (รูปที่ 3.2) ไม่มีชุดแรกเปลี่ยนความร้อน ลมร้อนจะเข้าสู่ตู้อบโดยตรง



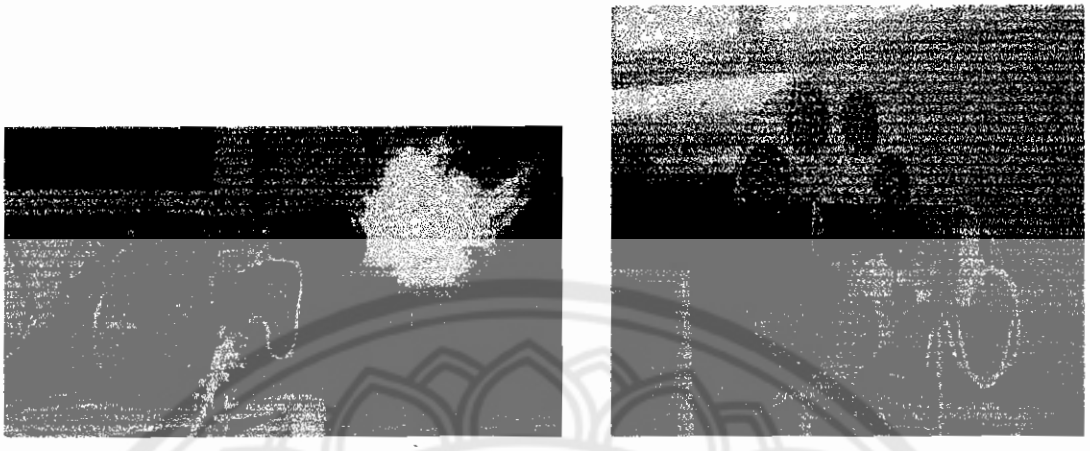
รูปที่ 3.2 เตาเผาให้ความร้อนโดยตรง

- เตาเผาให้ความร้อนโดยอ้อม (รูปที่ 3.3) มีชุดแรกเปลี่ยนความร้อนเนื่องจากลมร้อนที่ได้ไม่สะอาดพอ



รูปที่ 3.3 แสดงเตาเผาให้ความร้อนโดยอ้อม

(2) เชื้อเพลิงน้ำมันปิโตรเลียม เช่น น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา มีลักษณะเป็นหัวเผาพ่นไฟ(รูปที่ 3.4) ที่ให้ความร้อนโดยตรงในการอบ

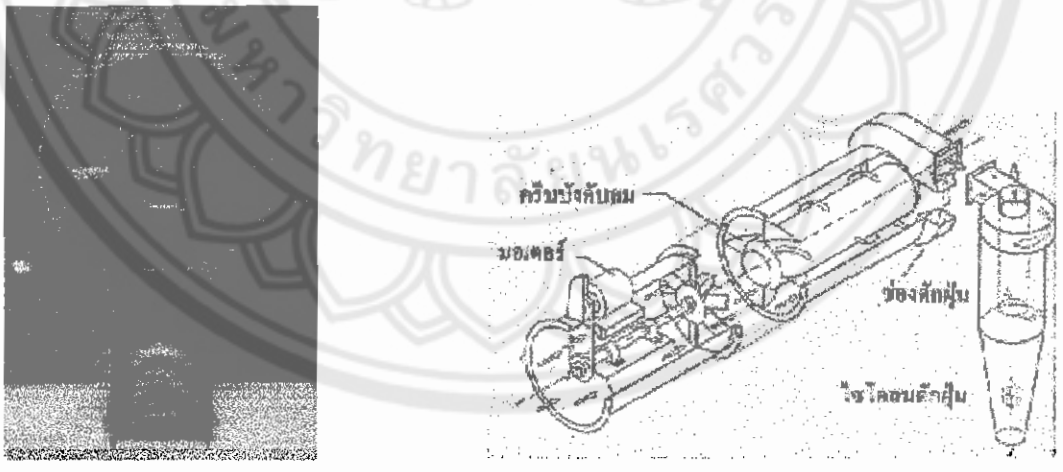


รูปที่ 3.4 หัวเผาเชื้อเพลิงน้ำมันปิโตรเลียม (Burner)

3.3.2 พัดลมดูดหรือเป่าลม

มีหน้าที่ดูด หรือเป่าลมร้อนที่ได้จากอุปกรณ์ทำความร้อนผ่านเมล็ดข้าวเปลือก ในถังอบลดความชื้น แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

(1) พัดลมแบบไหลตามแนวแกน (รูปที่ 3.5) อากาศจะไหลขนานกับแกนของใบพัด และตั้งฉากกับระนาบการหมุนของใบพัต พัดลมแบบนี้มีราคาถูก แต่การทำงานของพัดลมมีเสียงดังรบกวนเมื่อเทียบกับพัดลมแบบเหวี่ยง



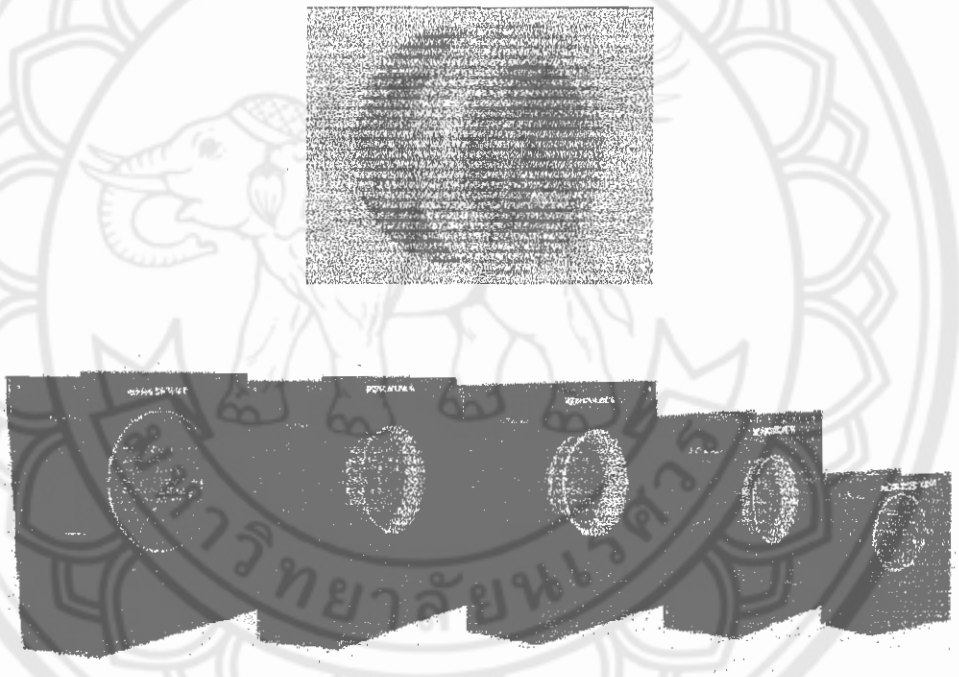
รูปที่ 3.5 พัดลมแบบไหลตามแกน

(2) พัดลมแบบเหวี่ยง (รูปที่ 3.6) อากาศจะไหลขนานกับแกนของใบพัดตรงทาง

เข้า และไหลตั้งฉากกับแกนของใบพัดตรงทางออก พัดลมแบบนี้สามารถแบ่งได้ 3 แบบ ตามลักษณะของใบพัด คือ ใบพัดโค้งหลัง ใบพัดโค้งหน้า และใบพัดตรง ใบพัดที่นิยมใช้ในการอบแห้งทั่วไป คือ ใบพัดโค้งหน้าและใบพัดโค้งหลัง ซึ่งใช้กับอากาศที่สะอาด ส่วนใช้พัดตรงเหมาะกับอากาศสกปรกหรือใช้ในงานขนถ่ายวัสดุซึ่งไหลผ่านตัวพัดลม

- ใบพัดโค้งหลัง พัดลมชนิดนี้มีราคาแพง แต่ก็มีข้อดีหลายอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับพัดลมชนิดอื่น ตัวอย่าง เช่นการทำงานของพัดลมไม่ก่อให้เกิดเสียงดังเกินควร

- ใบพัดโค้งหน้า การทำงานของพัดลมชนิดนี้มีเสียงเบาที่สุด เมื่อเทียบกับพัดลมชนิดอื่น

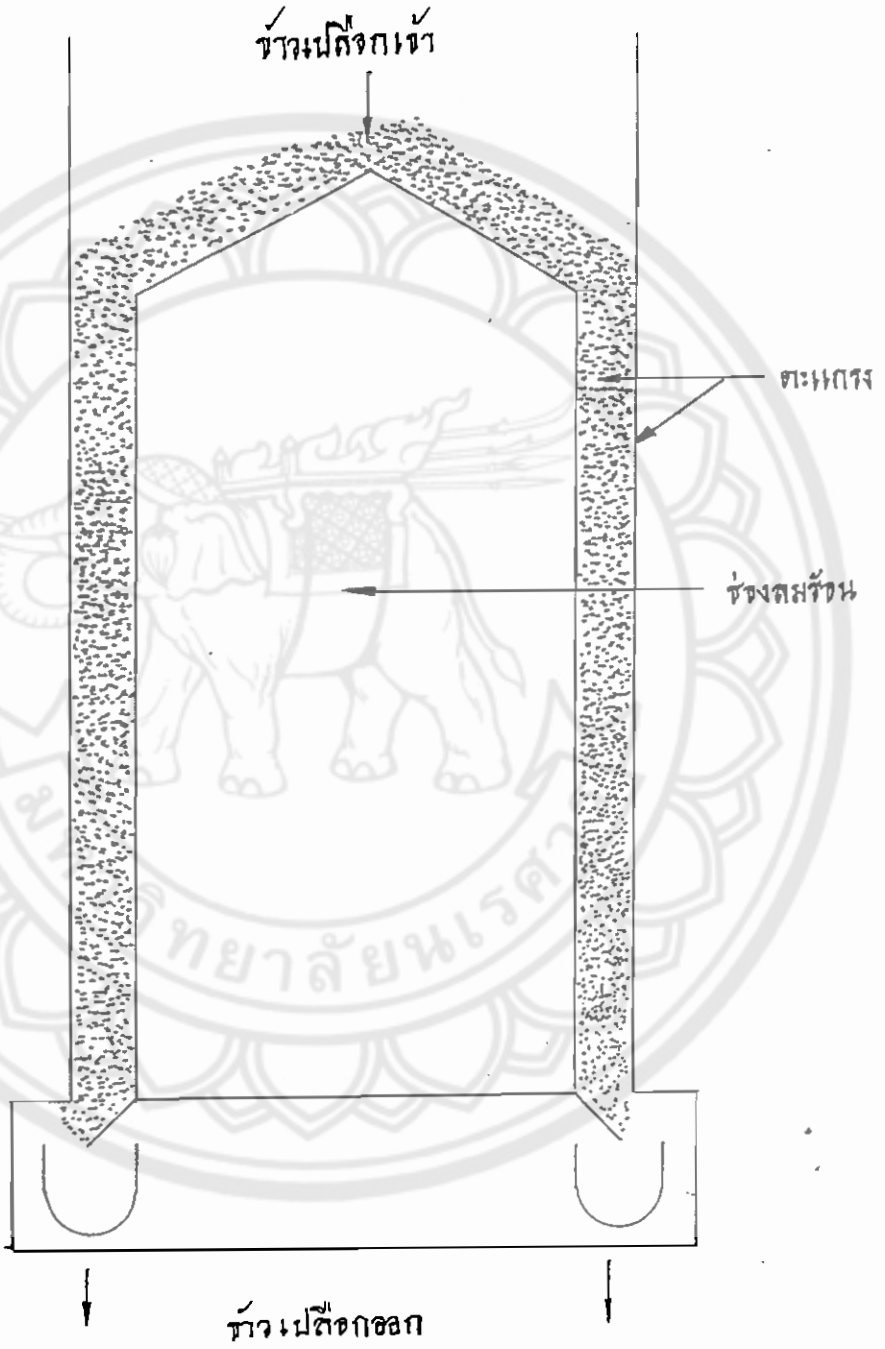


รูปที่ 3.6 พัดลมแบบเหวี่ยง

3.3.3 ถังลดความชื้น

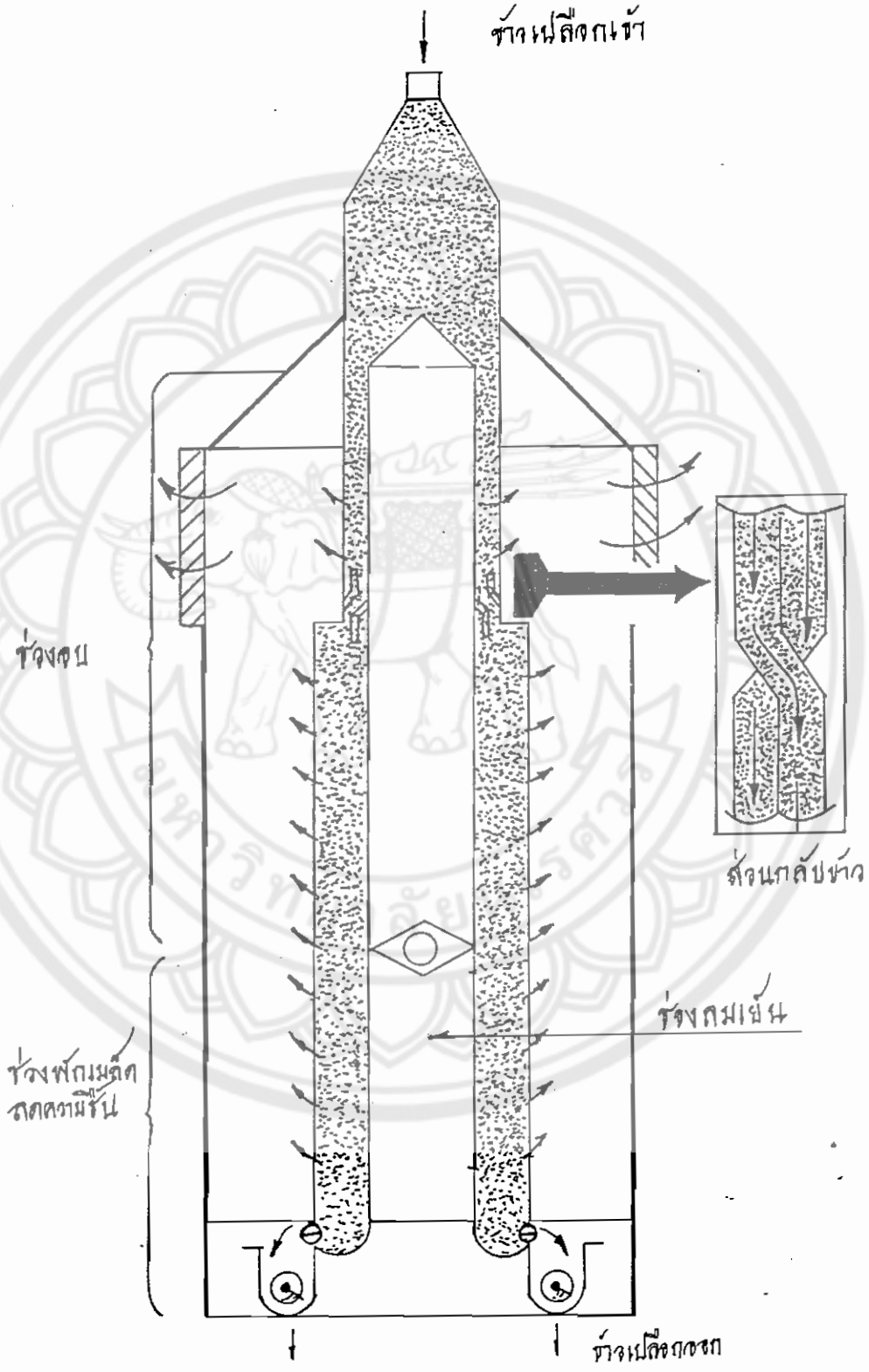
มีหน้าที่เป็นบริเวณที่ลมร้อนถูกดูด หรือเป่าผ่าน และถ่ายเทความร้อนให้แก่ข้าวเปลือก ทำให้ความชื้นของข้าวเปลือกลดลง ส่วนใหญ่จะทำจากเหล็กแผ่นพับขึ้นรูป สามารถแบ่งได้ตามลักษณะการไหลของเมล็ดขณะทำการอบได้เป็น 5 แบบ ดังนี้

(1) การไหลไม่คลุกเคล้า (Columnar)แบบไม่กลับข้าว (รูปที่ 3.7)



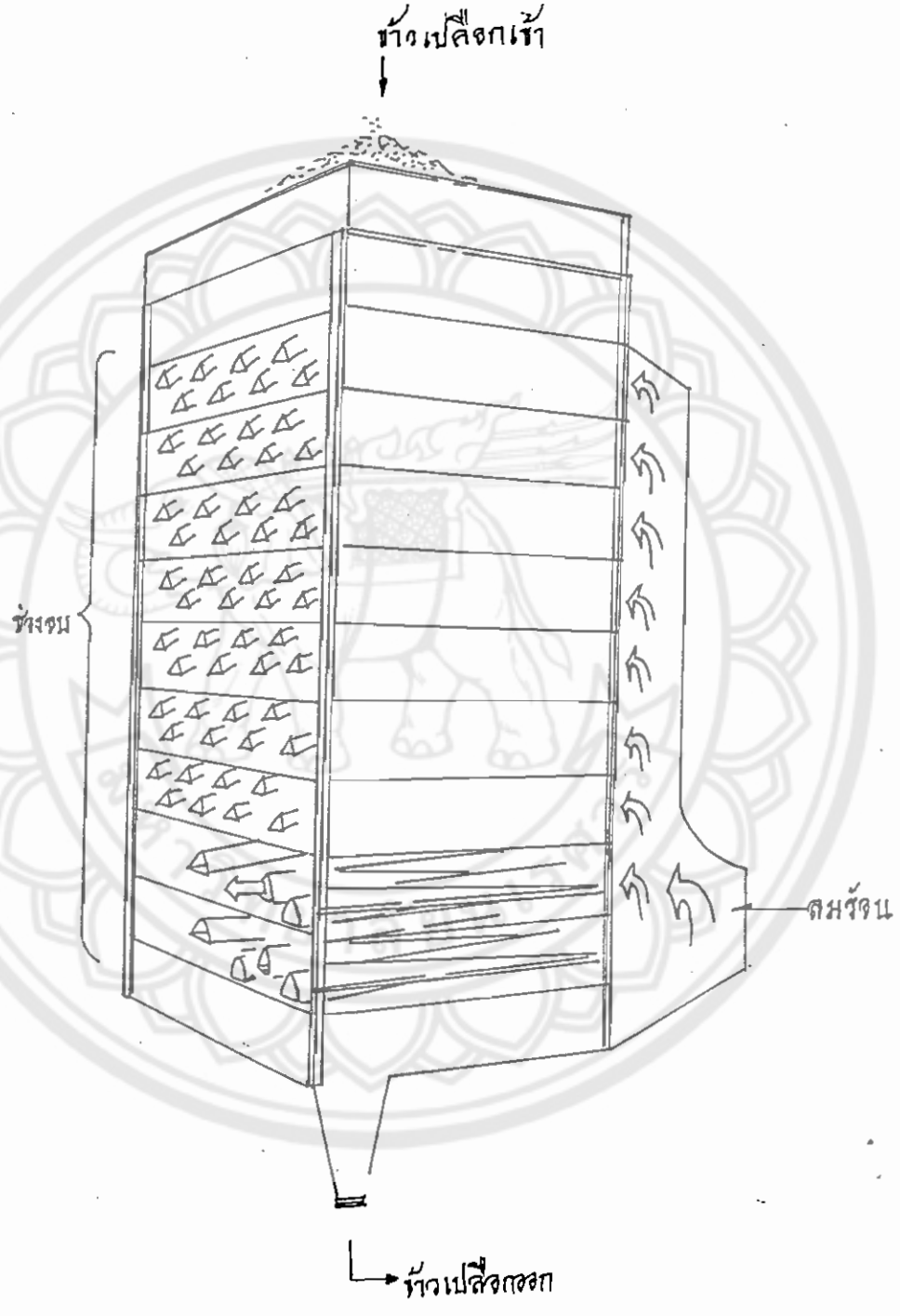
รูปที่ 3.7 การไหลไม่คลุกเคล้า (Columnar)แบบไม่กลับข้าว

(2) การไหลไม่คลุกเคล้า (Columnar)แบบกลับข้าว (รูปที่ 3.8)



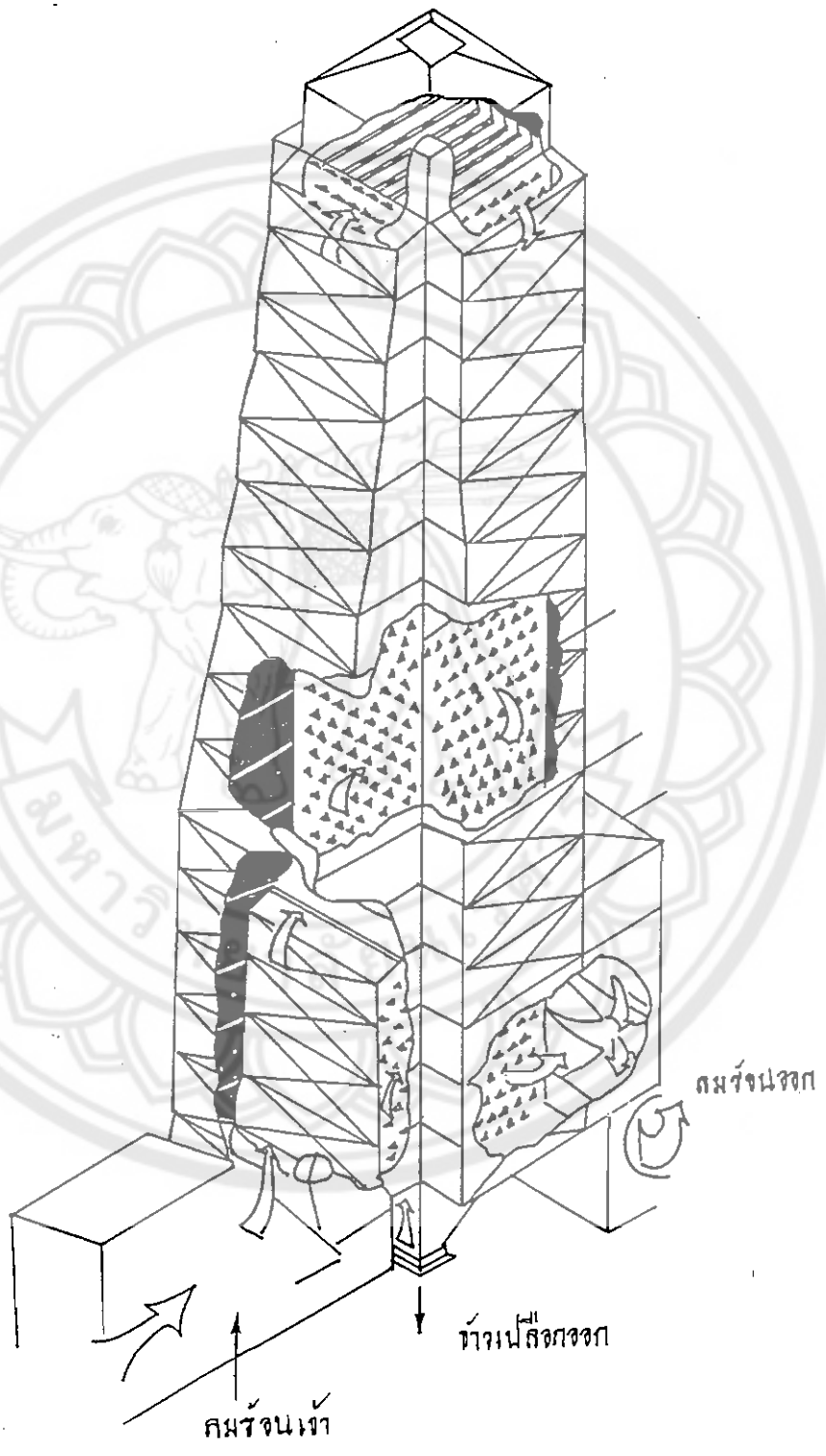
รูปที่ 3.8 การไหลไม่คลุกเคล้า (Columnar)แบบกลับข้าว

(3) การไหลลุกเคล้า (LSU) แบบท่อขนาน (รูปที่ 3.9)



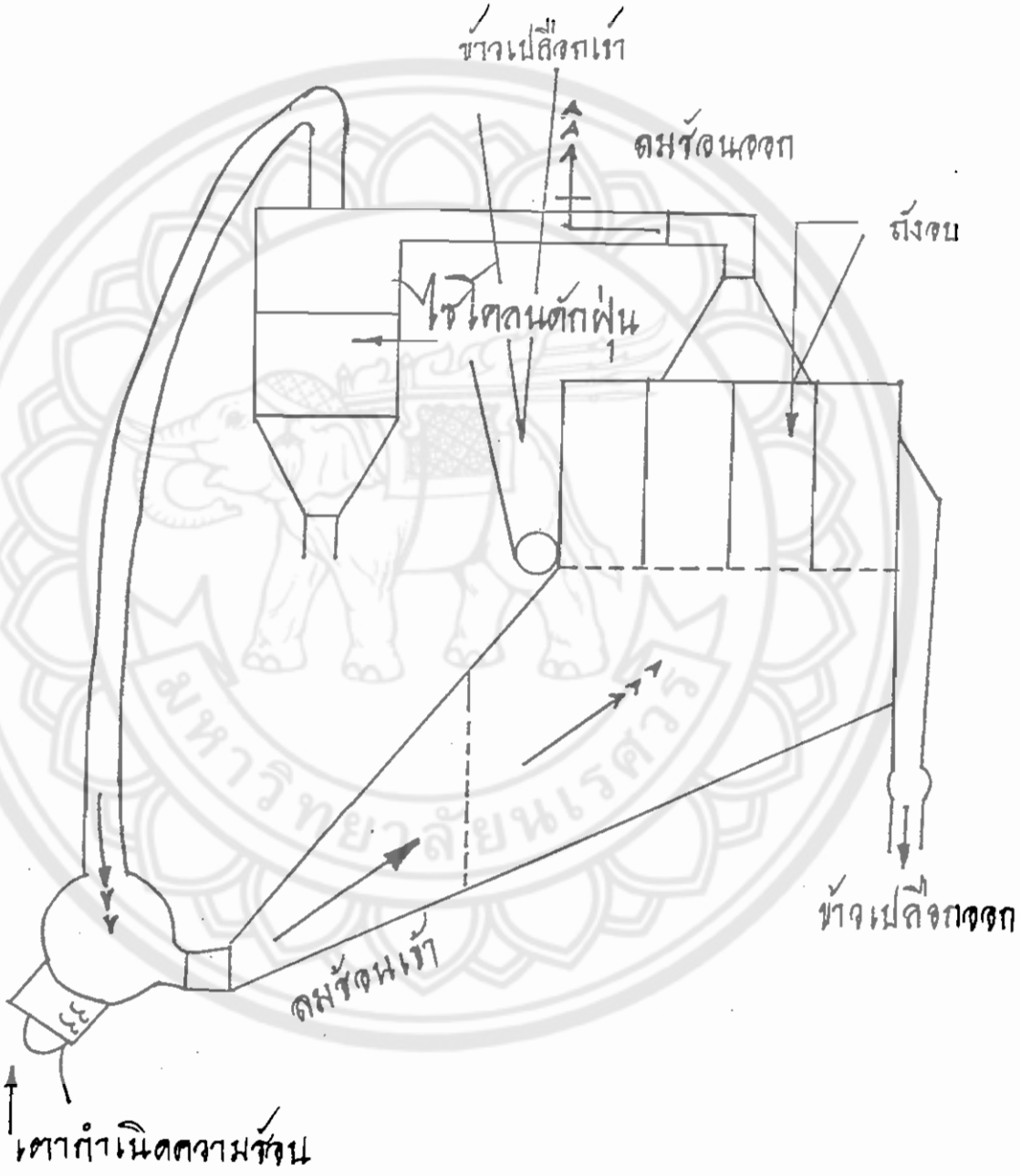
รูปที่ 3.9 การไหลลุกเคล้า (LSU) แบบท่อขนาน

(4) การไหลคลุกเคล้า (LSU) แบบท่อตั้งฉาก (รูปที่ 3.10)



รูปที่ 3.10 การไหลคลุกเคล้า (LSU) แบบท่อตั้งฉาก

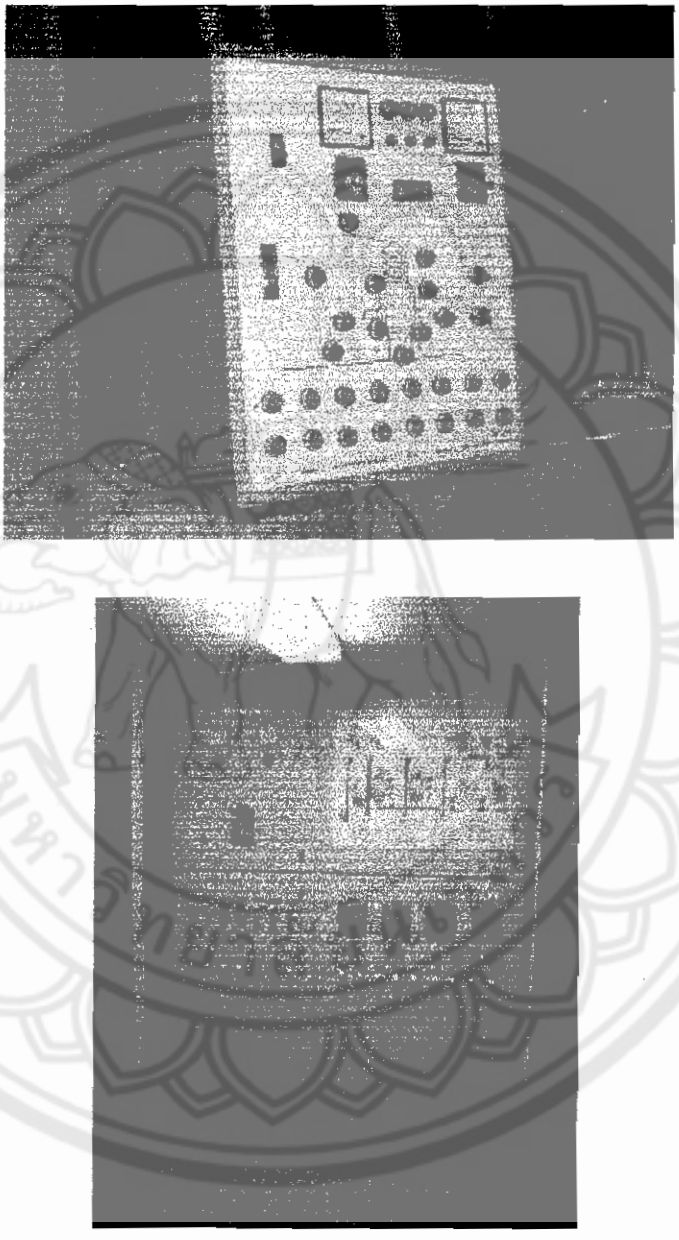
(5) การไหลผ่านเร็ว (Fluidized bed) (รูปที่ 3.11)



รูปที่ 3.11 การไหลผ่านเร็ว (Fluidized bed)

3.3.4 อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน

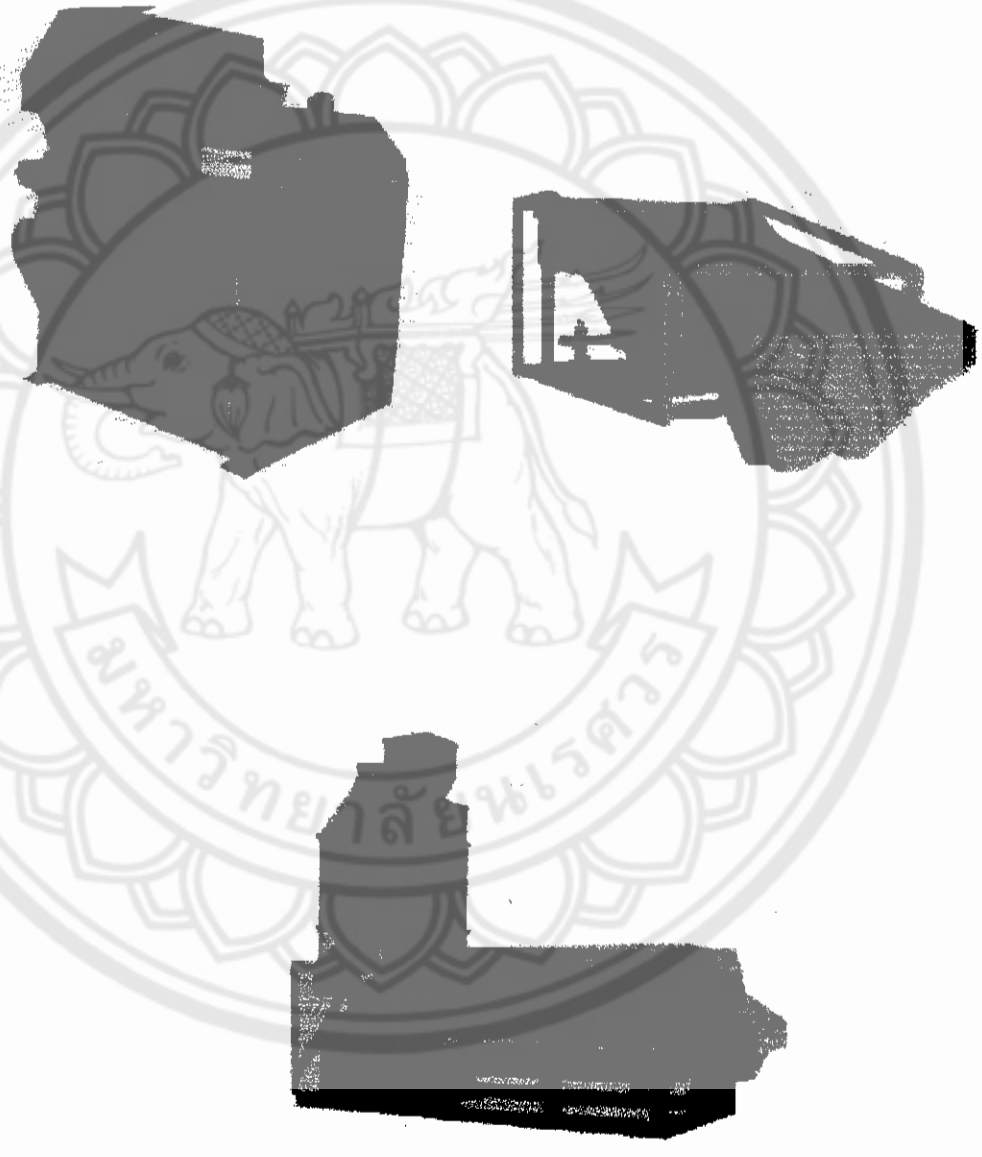
ทำหน้าที่ควบคุม ระบบการทำงานทั้งหมด เช่น อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ ควบคุมไฟฟ้า ควบคุมความชื้น (รูปที่ 3.12)



รูปที่ 3.12 อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน

3.3.5 อุปกรณ์ทำความสะอาดข้าวเปลือก

มีหน้าที่ทำความสะอาดข้าวเปลือก ก่อนลำเลียงเข้าสู่ห้องลดความชื้น โดยแยกสิ่งเจือปน เช่น ข้าวลีบ ดอกหญ้า ฟาง ลักษณะการทำงาน คือ การใช้ตะแกรงที่มีรูขนาดต่าง ๆกัน ผสานกับแรงลมในการคัดแยกสิ่งเจือปน (รูปที่ 3.13)



รูปที่ 3.13 แสดงชุดทำความสะอาดข้าวเปลือก

3.3.6 อุปกรณ์ลำเลียง

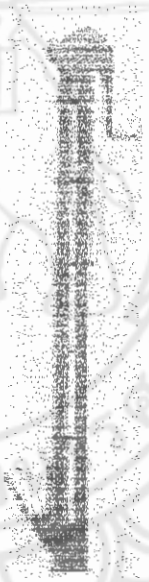
ทำหน้าที่ขนถ่ายลำเลียงข้าวเปลือก ไปสู่ส่วนที่ต้องการ เช่น ลำเลียงข้าวเปลือกจากหลุมรับเมล็ดไปสู่ อุปกรณ์ทำความสะอาดข้าวเปลือก ลำเลียงข้าวเปลือกเข้าสู่ถังอบตัวกระพ้อทำจากโลหะแผ่นพับขึ้นรูป ต่อเป็นช่วงด้วยหน้าแปลน (รูปที่ 3.14) มีส่วนประกอบหลัก คือ

(1) ตีนกะพ้อ มีพูลเลย์สำหรับเชื่อมกับสายพานกะพ้อ

(2) หัวกะพ้อ มีพูลเลย์ที่ใช้เชื่อมกับสายพานกะพ้อ

(3) สายพานกะพ้อ และมีลูกกะพ้อที่ทำหน้าที่ลำเลียงข้าว

(4) ปากทางออกของกะพ้อ จะมีท่อแยก และมีลิ้นเปลี่ยนทิศทาง เพื่อส่งเมล็ดพืชลงถังอบ หรือ ส่งเมล็ดพืชที่อบหลังลงที่จัดเก็บ หรือรถบรรทุก



รูปที่ 3.14 แสดงกะพ้อลำเลียง

3.4 ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือก

เชื้อเพลิงที่ใช้ในการให้ความร้อนในการอบข้าวมีผลอย่างสำคัญต่อค่าใช้จ่ายในการอบรวมทั้งราคาต้นทุนของเครื่องอบ นอกจากนั้นยังมีผล ต่อความสะดวกในการทำงานด้วย จากการศึกษาพบว่า เชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องอบข้าวเปลือกสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด

3.4.1 ไอน้ำร้อน

การนำไอน้ำร้อน เพื่ออุ่นอากาศของเครื่องอบให้ร้อนนั้นไม่สามารถใช้ได้โดยตรง

เพราะไอน้ำร้อนมีความชื้นสูงมาก จำเป็นต้องบังคับให้ไหลในท่อแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchanger) ก่อน จากนั้นจึงเป่าลมผ่านด้านนอกท่อแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อนำไปอบข้าวต่อไป ลักษณะเช่นนี้จึงเรียกกันว่า เป็นการใช้พลังงานความร้อนแบบ **ทางอ้อม** (Indirect) ประสิทธิภาพของการใช้เชื้อเพลิงแบบทางอ้อมย่อมต่ำกว่าการใช้แบบโดยตรง (Direct) ข้อดีของระบบนี้คือ ได้ลมร้อนที่สะอาด ไม่มีกลิ่น และควบคุมระดับความร้อนได้ง่าย แต่ข้อเสียก็คือต้องมีหม้อไอน้ำ (Boiler) ขนาดใหญ่ เพื่อป้อนไอน้ำเข้าสู่ระบบ ซึ่งหม้อไอน้ำดังกล่าวนี้มีราคาสูงมาก และต้องระมัดระวังความปลอดภัยอย่างสูง จึงเหมาะสำหรับโรงสีที่ใช้ระบบไอน้ำร้อนในกิจการอื่นอยู่ก่อนแล้ว และมีพลังงานเหลือเพียงพอที่จะนำมาใช้กับเครื่องอบข้าวเท่านั้น

3.4.2 แกลบ

ลมร้อนที่ได้จากการเผาแกลบต้องนำไปใช้แบบทางอ้อมเช่นเดียวกัน เพราะมีฝุ่นและเขม่ามาก ข้อดีของแกลบ เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่น คือ มีราคาถูกที่สุด ทำให้ค่าใช้จ่ายในการอบต่ำที่สุด แต่มีข้อเสียคือควบคุมระดับความร้อนยาก และค่าติดตั้งระบบเตาเผาแกลบค่อนข้างสูง จึงเหมาะกับเครื่องอบข้าวขนาดใหญ่ที่มีปริมาณการอบข้าวสูง และโรงสีที่มีแกลบในปริมาณมากจึงจะคุ้มค่าการลงทุน

3.4.3 น้ำมันดีเซล

การเผาน้ำมันดีเซลเพื่อให้ได้ลมร้อนนั้น ต้องใช้อุปกรณ์ที่เรียกกันว่า **หัวเผา** (Burner) ลมร้อนที่ได้สามารถนำไปใช้ในการอบข้าวโดยตรง คุณภาพของลมร้อนขึ้นอยู่กับคุณภาพของหัวเผา ถ้าเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์ลมร้อนจะสะอาดปราศจากเขม่าดำ ปัจจุบันหัวเผาน้ำมันดีเซลมีคุณภาพที่ใช้งานได้ดี ในราคาไม่แพงเกินไป ควบคุมได้ง่าย และมีขนาดเล็ก จึงเหมาะกับเครื่องอบข้าวขนาดเล็ก-กลาง แต่ไม่เหมาะกับเครื่องอบข้าวขนาดใหญ่ เพราะน้ำมันดีเซลมีราคาแพง ทำให้ค่าใช้จ่ายสูงมากถ้าอบข้าวปริมาณมาก ๆ

3.4.4 น้ำมันเตา

ลักษณะการใช้น้ำมันเตาเหมือนกับการใช้น้ำมันดีเซล คือใช้โดยตรงผ่านหัวเผา ถึงแม้น้ำมันเตาจะมีราคาถูกกว่าน้ำมันดีเซล แต่หัวเผาน้ำมันเตาที่มีคุณภาพใช้งานได้นั้น มีราคาสูงมาก ทำให้ต้นทุนการติดตั้งสูง จึงไม่เหมาะกับเครื่องอบข้าวขนาดเล็ก และเมื่อเทียบกับแกลบแล้วราคาน้ำมันเตายังสูงกว่าแกลบ เครื่องอบที่ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง จึงยังไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายมากนัก

3.5 ข้อมูลเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือก และหลักการทำงาน

จากการศึกษาเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือกจากกลุ่มผู้ผลิตรายใหญ่ ซึ่งแสดงถึงระบบการทำงาน รูปแบบการไหลของเมล็ดสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือกของผู้ผลิตรายใหญ่

ระบบการอบ	แบบ	บริษัทตัวอย่าง	รุ่น	ขนาดถังบรรจุ(ตัน)	เชื้อเพลิง
Recirculating	Columnar	ไรซ์ เอ็นจิเนียริ่ง ซัพพลาย จำกัด	DR-6P	6	ดีเซล
			DR-10P	10	ดีเซล
	LSU	โรงงานเกษตรพัฒนา ฉะเชิงเทรา จำกัด	KPD-03	6	ดีเซล/แกลบ
			KPD-04	30	แกลบ
		ไรซ์ เอ็นจิเนียริ่ง ซัพพลาย จำกัด	DR-6L	6	แกลบ
		เกษตรไทยอินเตอร์ (22)	บัวขาว-ดี7	4.5-7	ดีเซล/แกลบ
		ไฮบีม เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	HRD 150	18	ดีเซล
Continuous	Columnar	บริษัท เจริญโภคภัณฑ์วิสวกรรม	CP.E.1670	-	ดีเซล/แกลบ
	LSU	หจก.นครสวรรค์การหล่อ	D 40	40	แกลบ
			D 100	100	แกลบ
			HRD 150	36	แกลบ
	Fluidized bed	ไร้ซ์ เอ็นจิเนียริ่ง ซัพพลาย จำกัด	DR-5F	-	แกลบ
			DR-12F	-	แกลบ
			DR-20F	-	แกลบ

ที่มา : จากการสำรวจ

3.5.1 เครื่องอบแบบงวดหมุนเวียน (Recirculating batch dryer) การไหลแบบไม่คลุกเคล้า (Columnar)

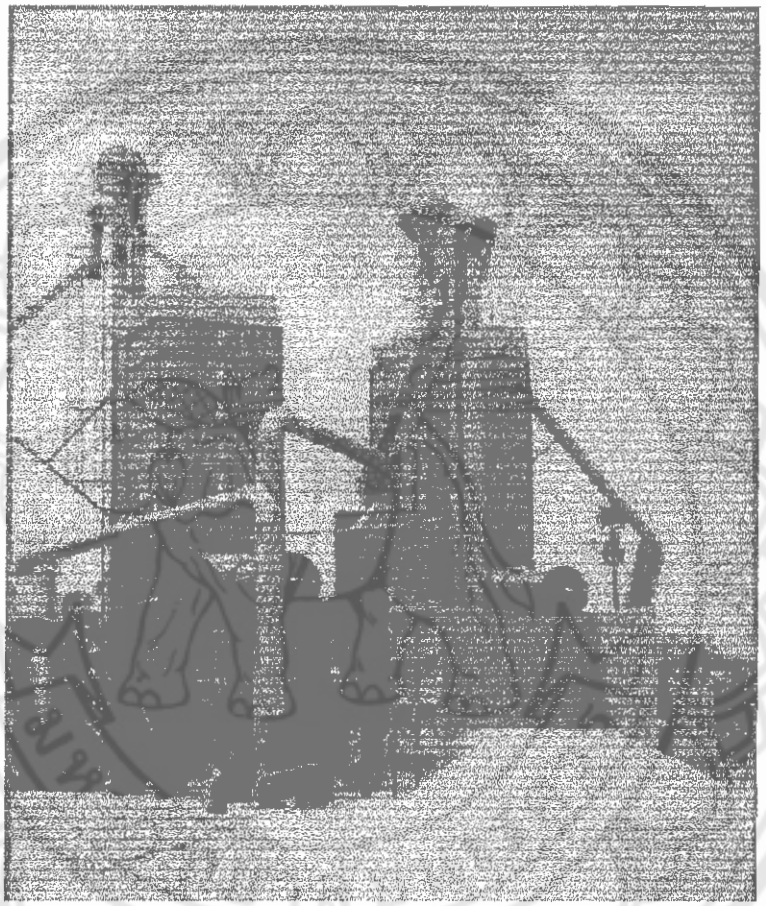
(1) หลักการทำงาน

ใช้กะพ้อตักเมล็ดพืชจากหลุมรับเมล็ดไปยังชุดทำความสะอาด เพื่อคัดแยกสิ่งเจือปน เช่น เศษฟาง เชือก หิน ดิน ข้าวลีบ ออก เมล็ดพืชเมื่อออกจากชุดทำความสะอาดจะถูกกะพ้อตักส่งไปที่ถังอบ ป้อนข้าวเปลือกเข้าทางด้านบนของเครื่องอบจนเต็มถัง แล้วค่อยๆ ปล่อยเมล็ดข้าวผ่านซองอบแห้งซึ่งกินความสูงเกือบทั้งหมดของตัวเครื่องอบ ระหว่างที่เมล็ดพืชไหลลงข้างล่าง จะสัมผัสกับอากาศร้อนในแนวขวางกัน ซึ่งเป่ากระจายออกจากกลางเรื่องอบแห้ง แล้วทะลุผ่านตะแกรงที่ทำเป็นซอง แล้วผ่านออกไปที่โครงด้านนอกตัวเรื่อง หลังผ่านลมร้อน เมล็ดพืชจะไหลออกที่ด้านล่าง แล้วนำกลับไปป้อนเข้าข้างบนใหม่ หมุนเวียนไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะลดความชื้น ถึงระดับที่ต้องการ

เครื่องอบแบบนี้มีความสูงของช่วงอบสูงที่สุด ในกระบวนเครื่องอบทั้งหมด จึงต้องใช้ปริมาณลมสูงมาก เพื่อกระจายความร้อนให้ทั่วถึง เครื่องอบแบบนี้จะมีข้อเสียคือ เมื่อผ่านการอบแต่ละรอบ จะมีอุณหภูมิไม่สม่ำเสมอ เพราะเมล็ดพืชด้านที่อยู่ใกล้ลมร้อนมากกว่าจะมีอุณหภูมิสูงกว่า

(2) ตัวอย่างเครื่องอบแบบงวดหมุนเวียน (Recirculating batch dryer) การไหลแบบไม่คลุกเคล้า (Columnar)

เครื่องอบแห้งบริษัท ไร้ซ์ เอ็นจิเนียริ่ง รุ่น DR-6P , DR-10P



รูปที่ 3.15 เครื่องอบแบบงวดหมุนเวียน เมล็ดไหลไม่คลุกเคล้า (รุ่น DR-6P , DR-10P)

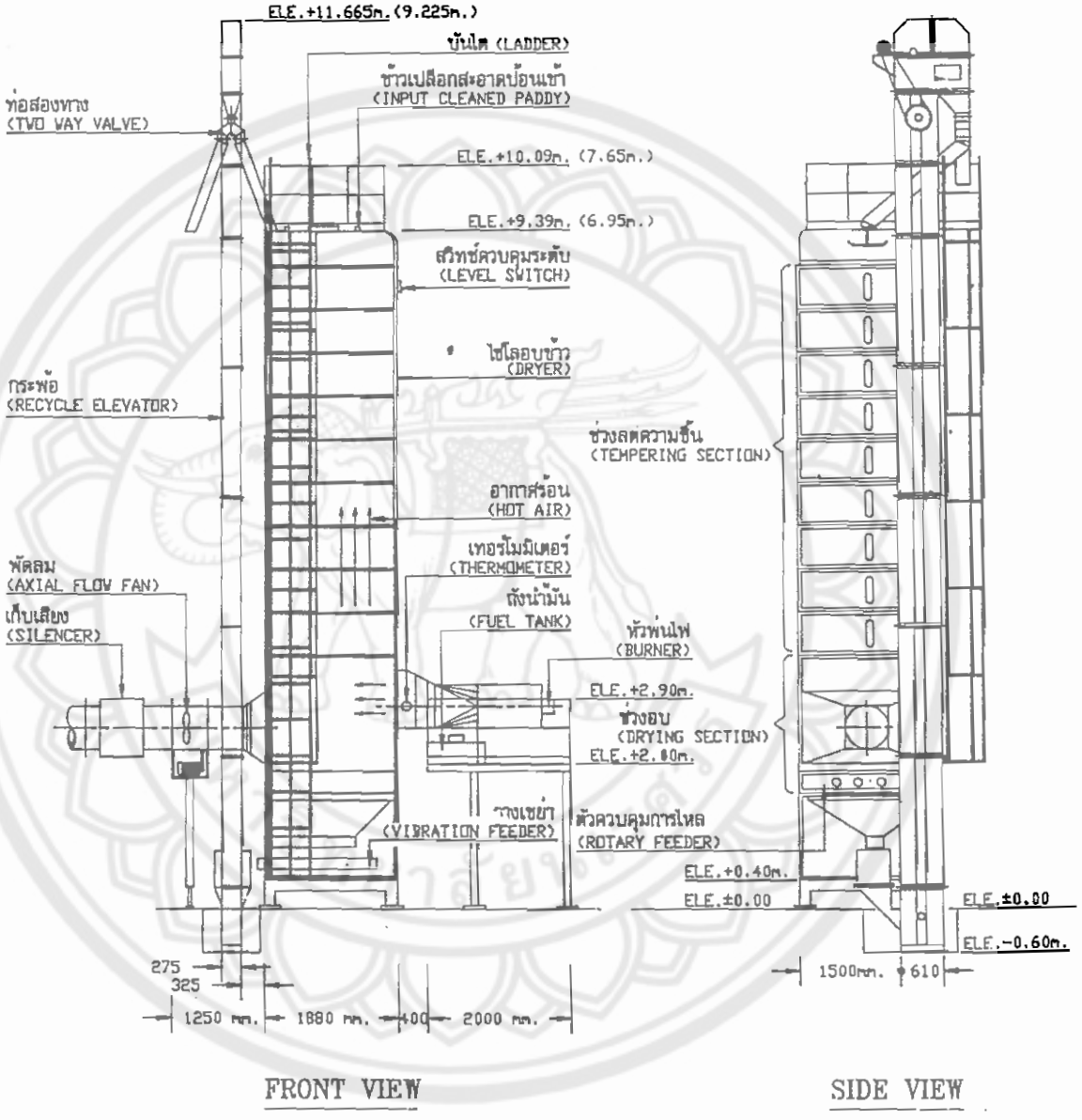
ตารางที่ 3.2 ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น DR-6P

ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น DR-6P	
ระบบการทำงาน	ระบบอบแบบงวดหมุนเวียน
ระบบการไหลของเมล็ด	ไหลไม่คลุกเคล้า
ความจุของตัวถังเครื่องอบ	6 ตัน
กำลังการผลิต จาก 16 % - 14.5% จาก 18 % - 14.5 % จาก 20 % - 14.5 % จาก 22 % - 14.5 %	 70-75 ตัน/วัน 50-55 ตัน/วัน 30-35 ตัน/วัน 20-25 ตัน/วัน
ความกว้างเครื่อง ความยาวเครื่อง ความสูงเครื่อง	3 เมตร 6.5 เมตร 9 เมตร
กระพ้อ	ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 2 แรงม้า
พัดลมดูดความร้อน	ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 5.5 แรงม้า
ตัวกระจายข้าว	ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 1.0 แรงม้า
โรตารี่ปล่อยข้าวออก	ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 1.0 แรงม้า
รางเขย่าลำเลียงข้าวออก	ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 0.5 แรงม้า
น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้	ดีเซล หรือน้ำมันก๊าด อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน 9 –11 ลิตร/ชั่วโมง
เวลาการปล่อยข้าวเข้า-ออก	30 นาที/เครื่อง
หัวฉีดน้ำมัน	K-10A No.2
รอบเวลาการอบ	50 นาทีต่อรอบ

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น DR-10P

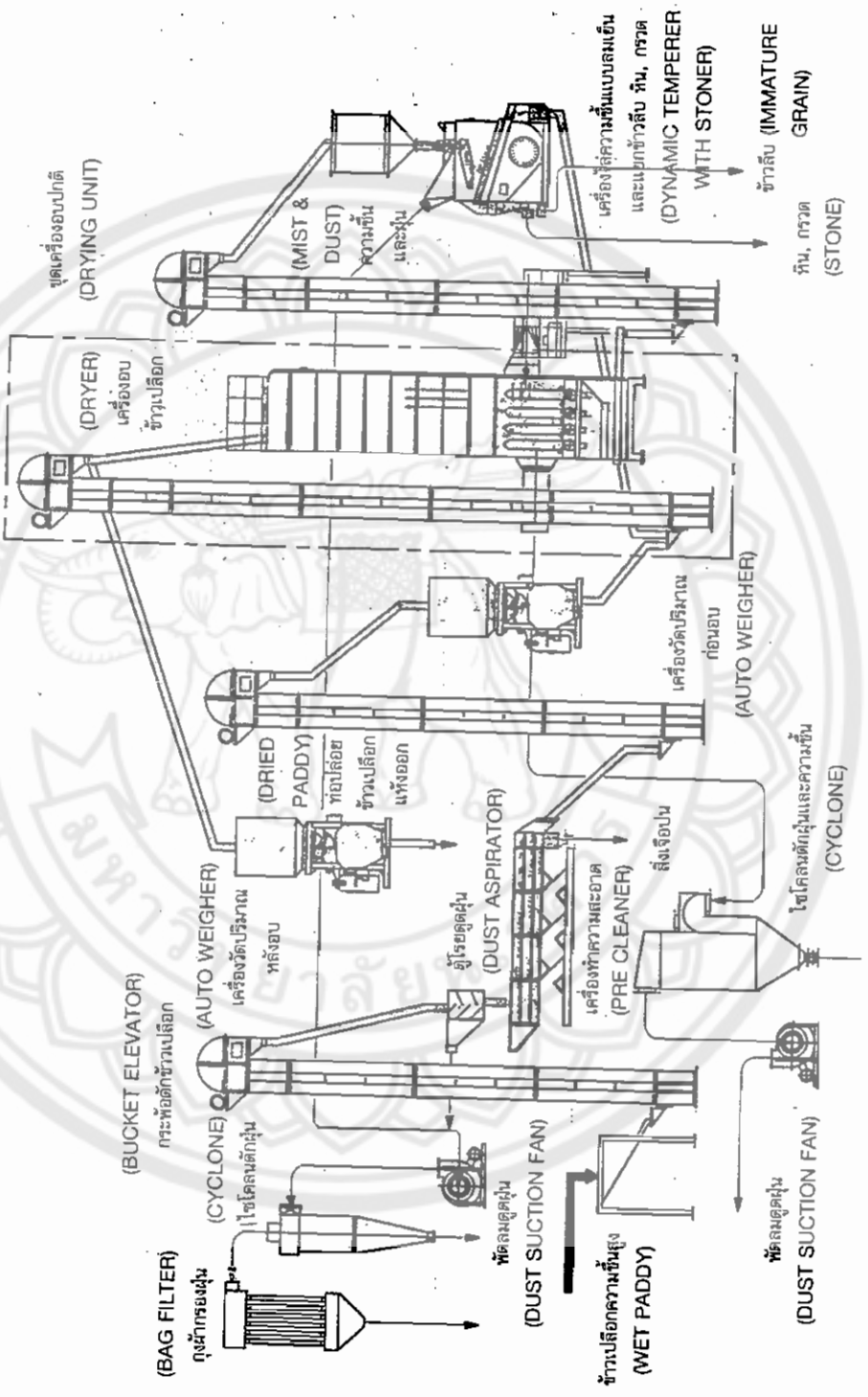
ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น DR-10P	
ระบบการทำงาน	ระบบอบแบบงวดหมุนเวียน
ระบบการไหลของเมล็ด	ไม่คลุกเคล้า
ความจุของตัวถังเครื่องอบ	10 ตัน
กำลังการผลิต จาก 16 % - 14.5% จาก 18 % - 14.5 % จาก 20 % - 14.5 % จาก 22 % - 14.5 %	 120-130 ตัน/วัน 80-90 ตัน/วัน 70-80 ตัน/วัน 50-55 ตัน/วัน
ความกว้างเครื่อง ความยาวเครื่อง ความสูงเครื่อง	3 เมตร 6.5 เมตร 12 เมตร
กระพ้อ	ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 3 แรงม้า
พัดลมดูดความร้อน	ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 7.5 แรงม้า
ตัวกระจายข้าว	ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 1.0 แรงม้า
โรตารี่ปล่อยข้าวออก	ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 1.0 แรงม้า
รางเขย่าลำเลียงข้าวออก	ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 0.5 แรงม้า
เชื้อเพลิงที่ใช้	ดีเซล หรือน้ำมันก๊าด อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน 12 – 15 ลิตร/ ชั่วโมง
เวลาการปล่อยข้าวเข้า-ออก	35 นาที/เครื่อง
หัวฉีดน้ำมัน	K-10A No.3
รอบเวลาการอบ	50 นาทีต่อรอบ

(3) ตัวอย่างส่วนประกอบของเครื่องอบงวดหมุนเวียน เมล็ดไหลไม่คลุกเคล้า



รูปที่ 3.16 ตัวอย่างส่วนประกอบของเครื่องอบงวดหมุนเวียน เมล็ดไหลไม่คลุกเคล้า

(4) ตัวอย่างแผนผังการทำงานของเครื่องอบงวดหมุนเวียน เมล็ดไม้ไหลคลุกเคล้า



รูปที่ 3.17 ตัวอย่างแผนผังการทำงานของเครื่องอบงวดหมุนเวียน เมล็ดไม้ไหลคลุกเคล้า

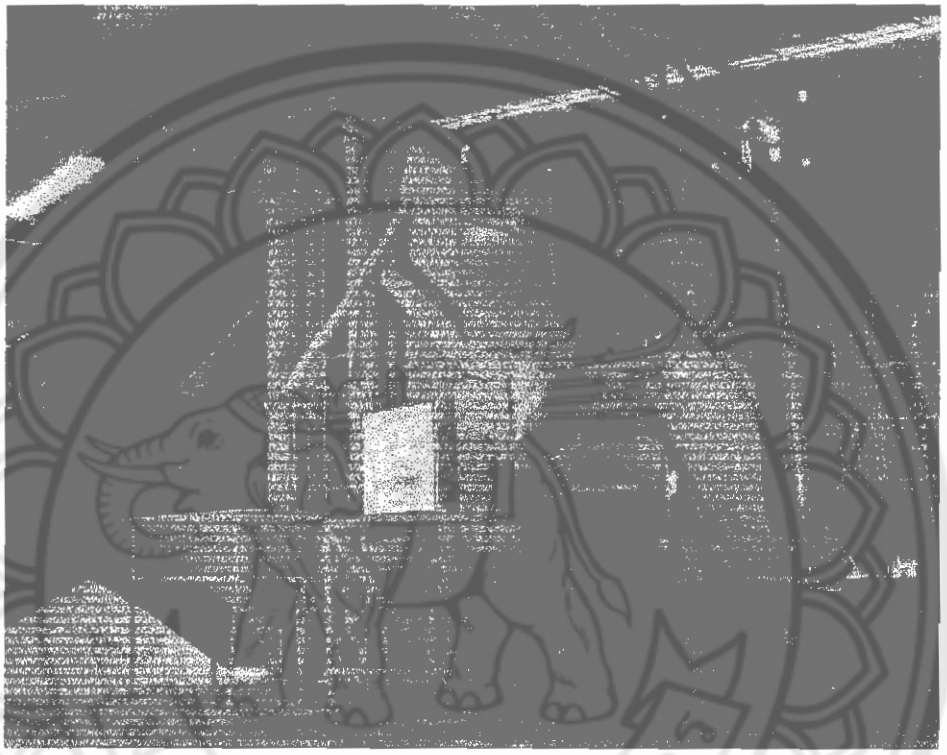
3.5.2 เครื่องอบแบบงวดหมุนเวียน (Recirculating batch dryer) การไหลแบบคลุกเคล้า (LSU)

(1) หลักการทำงาน

ใช้กะพ้อตักเมล็ดพืชจากหลุมรับเมล็ดไปยังชุดทำความสะอาด เพื่อคัดแยกสิ่งเจือปน เช่น เศษฟาง เชือก หิน ดิน ข้าวลีบ ออก เมล็ดพืชเมื่อออกจากชุดทำความสะอาดจะถูกกะพ้อตักส่งไปที่ถังอบ เมล็ดข้าวจะไหลจากด้านบนลงล่าง โดยมีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของเมล็ด ภายในถังอบจะประกอบด้วย ท่อลมเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นจะมีท่อลมหลายท่อ ท่อลมแต่ละชั้นจะเป็นท่อลมร้อนเข้า และท่อลมออกสลับกัน ท่อลมร้อนเข้านี้จะพัดผ่านเมล็ดข้าวเปลือกในถังอบและไหลออกทางท่อลมออกที่อยู่ชั้นด้านบนและด้านล่าง ท่อลมแต่ละท่อจะมีลักษณะเป็นรางคว่ำด้านบนแหลมด้านล่างเปิดว่างในแนวขนานกับพื้นยาวตลอดถังที่ปลายรางด้านหนึ่งจะเจาะช่องต่อเข้ากับห้องรวบรวมลม ส่วนอีกปลายด้านหนึ่งจะปิด ท่อลมแต่ละชั้นจะเจาะช่องเข้ากับห้องรวบรวมลมสลับกัน โดยชั้นหนึ่งจะต่อเข้าทางด้านห้องลมร้อนเข้า และอีกชั้นหนึ่งจะต่อเข้ากับห้องลมออก เครื่องลดความชื้นแบบนี้จะทำให้เมล็ดข้าวเปลือกไหลกลับไปกลับมา และมีโอกาสสัมผัสกับลมร้อนเข้าและลมชื้นที่เป่าออกสลับกัน เท่ากันตลอดทั้งถังบรรจุ หลังจากผ่านลมร้อนแล้ว เมล็ดข้าวเปลือกจะไหลออกจากถังแล้วถูกกระพ้อตักเข้าอบวนเวียนจนได้ความชื้นตามต้องการ

(2) ตัวอย่างเครื่องอบแบบงวดหมุนเวียน (Recirculating batch dryer) การไหลแบบคลุกเคล้า (LSU)

เครื่องอบแห้งเกษตรพัฒนา รุ่น KPD-03

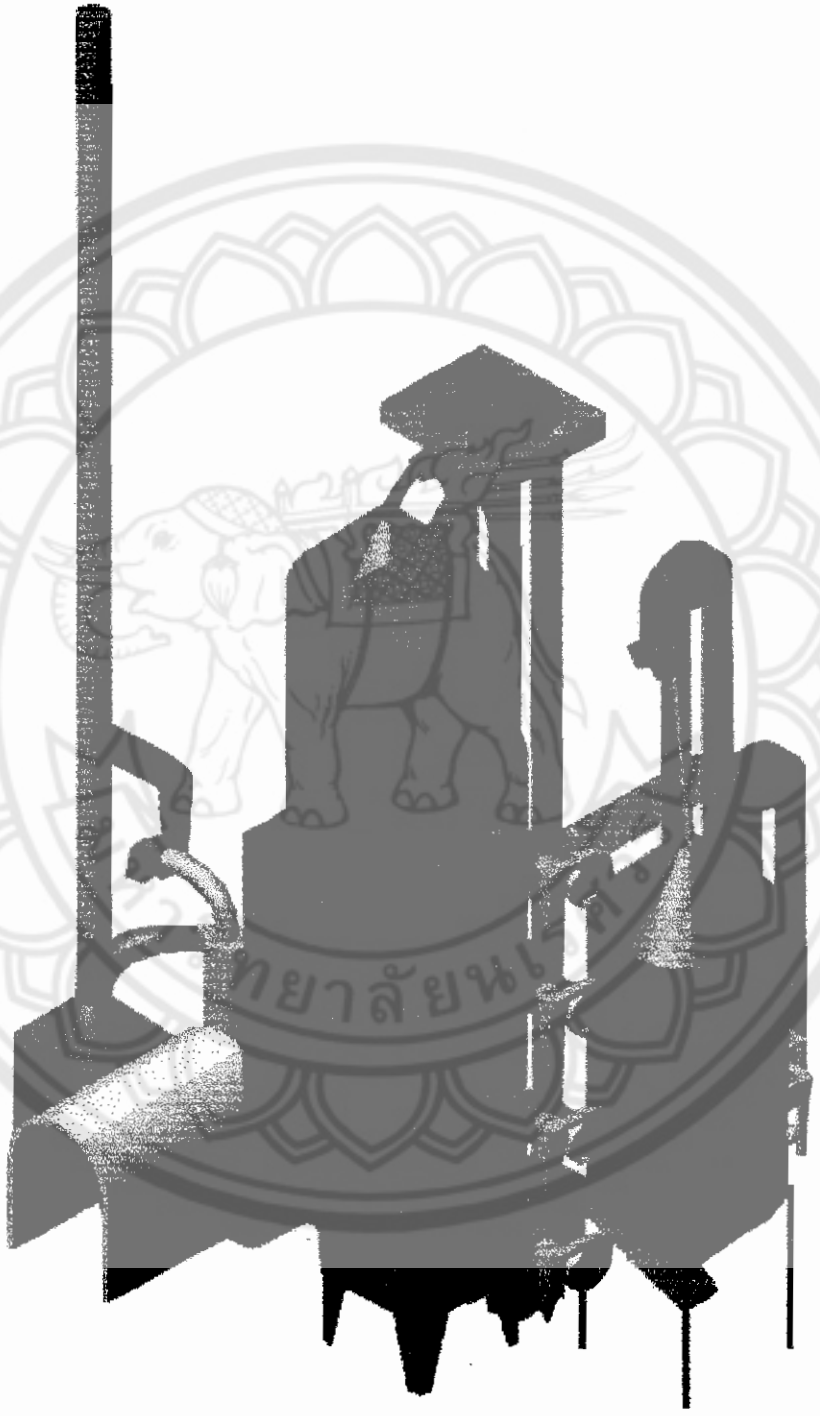


รูปที่ 3.18 แบบงวดหมุนเวียน เครื่องอบเมล็ดไหลคลุกเคล้า (รุ่น KPD-03)

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น KPD 03

ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น KPD 03	
ระบบการทำงาน	**ระบบอบแบบงวดหมุนเวียน**
ระบบการไหลของเมล็ด	ไหลคลุกเคล้า
ขนาดความจุ	6 ตัน
ความกว้างเครื่อง ความยาวเครื่อง ความสูงเครื่อง	1829 มม. 2743 มม. 7315 มม.
เตาเผาน้ำมัน	เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล อัตราความสิ้นเปลือกเชื้อเพลิง 5-8 ลิตร/ชั่วโมง ระบบให้ความร้อนแบบส่งตรง
เตาเผาแกลบ	(เลือกระหว่างเตาเผาน้ำมัน) อัตราความสิ้นเปลืองแกลบ 3-5 กระสอบ/ชั่วโมง ระบบให้ความร้อน แบบอ้อมผ่านที่แลกเปลี่ยนความร้อน
รอบการหมุนเวียนข้าวเปลือก	30-60 นาที /นาที(ปรับได้)
อัตราการลดความชื้น	1.5-3.5 % ต่อชั่วโมง
อุปกรณ์ประกอบ	ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าและอุณหภูมิ,ชุดกำจัดฝุ่น
อุปกรณ์เพิ่มเติม (ตามสั่ง)	เครื่องทำความสะอาดข้าวเปลือกก่อนอบ
ราคาขาย	ติดต่อบริษัท (1,500,000 บาท)
ค่าใช้จ่ายในการอบเฉลี่ย	21.3 บาท/ตัน (ถ้าใช้ดีเซล) (คิดที่อัตราการอบ 3 ตัน/ชม.ลดความชื้น 5 % 14.3 บาท/ ตัน (ถ้าใช้แกลบ)
การรับประกัน	**ตลอดอายุ**

เครื่องอบแห้งเกษตรพัฒนารุ่น KPD – 04



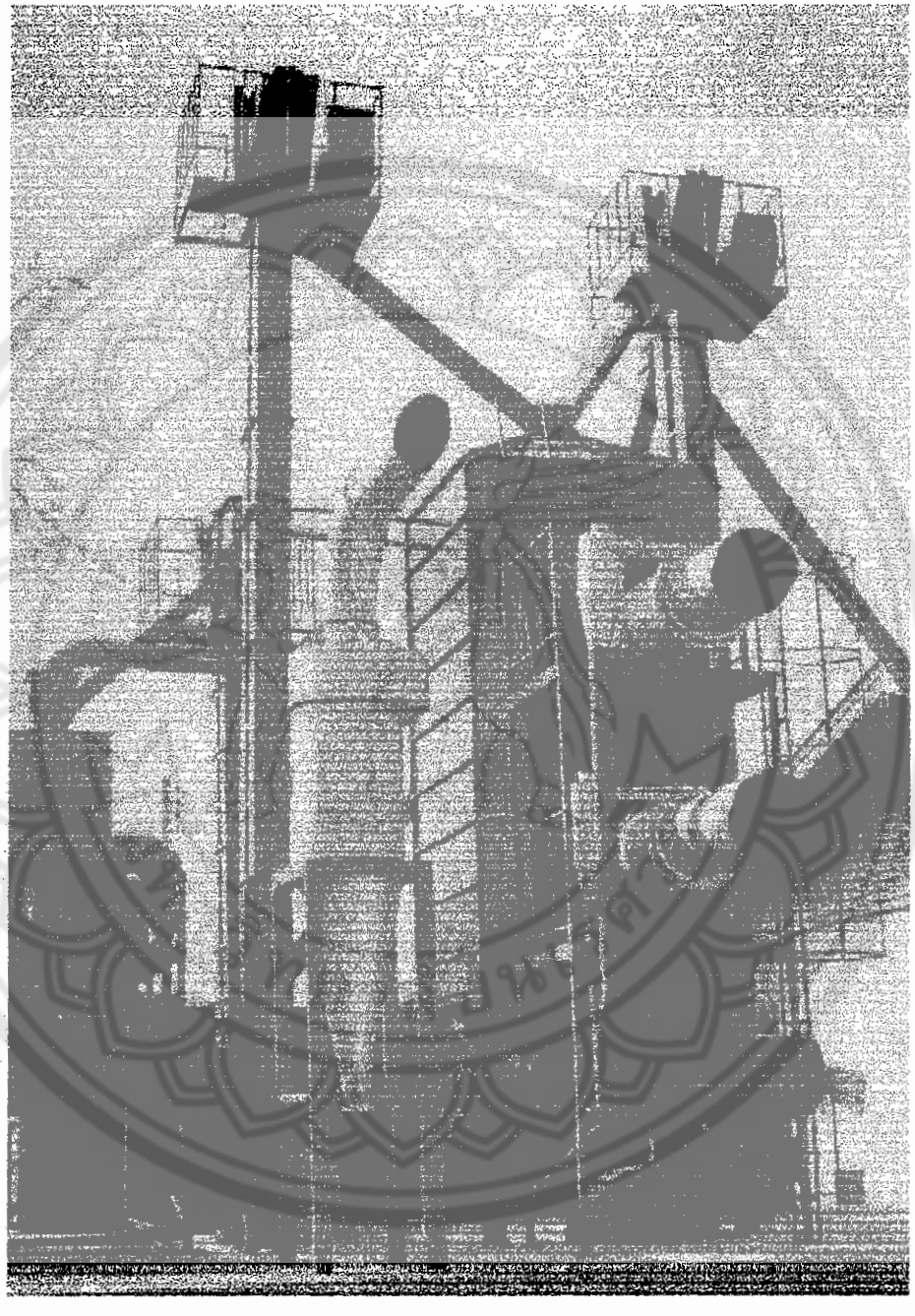
รูปที่ 3.19 เครื่องอบแบบงวดหมุนเวียน เมล็ดไหลคลุกเคล้า (รุ่น KPD-04)

ตารางที่ 3.5 ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น KPD-04

ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น KPD-04	
ระบบการทำงาน	ระบบอบแบบงวดหมุนเวียน
ระบบการไหลของเมล็ด	ไหลคลุกเคล้า
ขนาดความจุ	30 ตัน
ความกว้างเครื่อง ความยาวเครื่อง ความสูงเครื่อง	2.4 เมตร 2.4 เมตร 14 เมตร
พื้นที่ติดตั้ง (อย่างน้อย)	15x23 เมตร
การใช้กระแสไฟฟ้า	45-50 หน่วย / ชั่วโมง
เตาเผาแกลบ	อัตราความสิ้นเปลืองแกลบ200-400 กก./ชั่วโมง
รอบการหมุนเวียนเมล็ดพืช	40-60 นาที /รอบ (ปรับได้)
กำลังผลิต	150 ตัน/วัน
อัตราการลดความชื้น	1.5-3.5 % ต่อชั่วโมง
อุปกรณ์ประกอบ	ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าและอุณหภูมิ,ชุดกำจัดฝุ่น
อุปกรณ์เพิ่มเติม (ตามสั่ง)	เครื่องทำความสะอาดข้าวเปลือกก่อนอบ
พัดลมพร้อมชุดดักฝุ่น	6 ชุด
ผู้ควบคุมเครื่องอบ	1-2 คน
การรับประกัน	ตลอดอายุ

เครื่องอบลดความชื้นข้าวชื้นบริษัท ไร้ซ์ เอ็นจิเนียริ่ง ซัพพลาย

รุ่น DR –6L

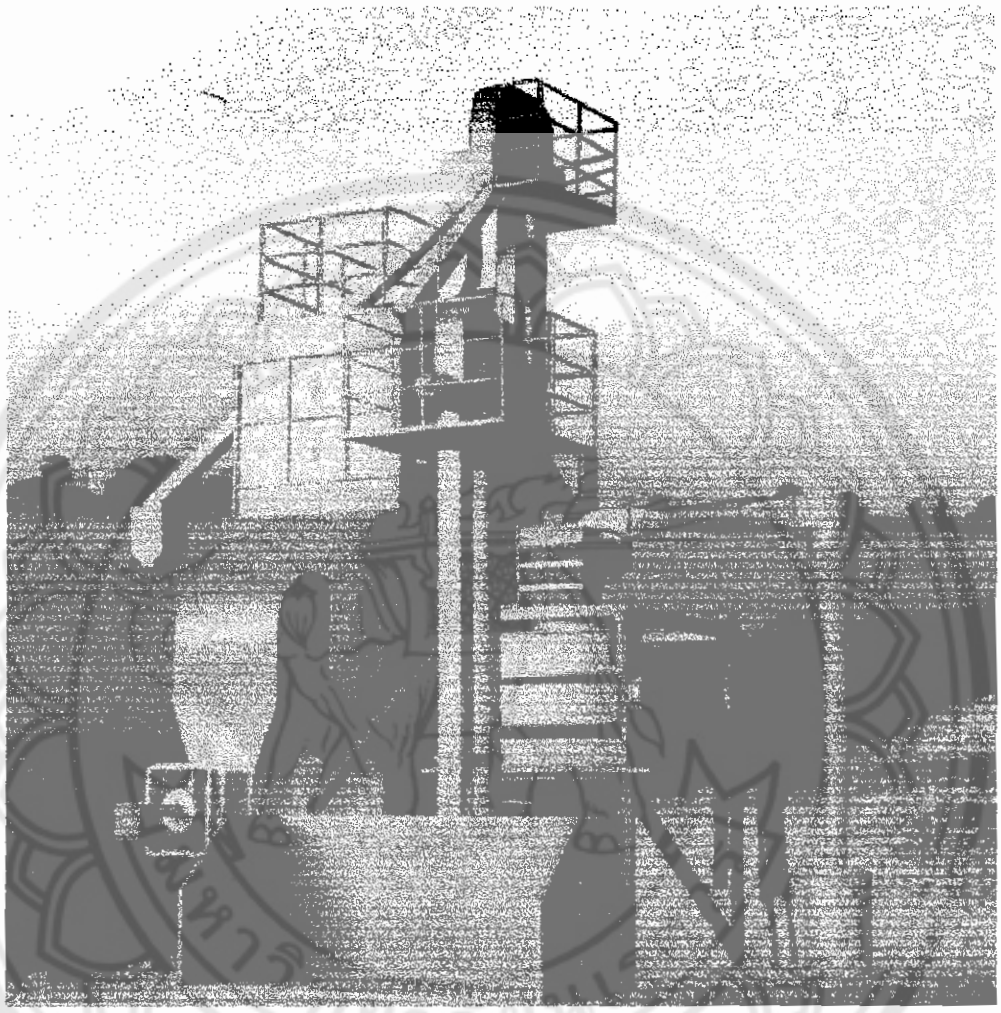


รูปที่ 3.20 เครื่องอบแบบงวดหมุนเวียน เมล็ดไหลคลุกเคล้า (รุ่น DR-6L)

ตารางที่ 3.6 ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น DR-6L

ข้อมูลทางเทคนิค (Specification)	
ระบบการทำงาน	ระบบอบแบบงวดหมุนเวียน
ระบบการไหลของเมล็ด	ไหลคลุกเคล้า
ขนาดความจุถังอบ	6 ตัน
ความกว้างเครื่อง ความยาวเครื่อง ความสูงเครื่อง	1800 มิลลิเมตร 2000 มิลลิเมตร 7000 มิลลิเมตร
พื้นที่ติดตั้ง (อย่างน้อย)	
พลังงานไฟฟ้ารวม	11.5 แรงม้า
อัตราการใช้น้ำมันดีเซล	9-13 ลิตร/ชั่วโมง
รอบการหมุนเวียนเมล็ดพืช	30นาที / รอบ
กำลังผลิต	30 ตัน/วัน
อัตราการลดความชื้น	
อุปกรณ์ประกอบ	ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าและอุณหภูมิ,ชุดกำจัดฝุ่น
อุปกรณ์เพิ่มเติม (ตามสั่ง)	เครื่องทำความสะอาดข้าวเปลือกก่อนอบ
อุณหภูมิที่ใช้อบ	70-90 องศาเซลเซียส
พลังงานความร้อนที่ใช้	70-120 MCAL/HR
ค่าใช้จ่ายในการอบเฉลี่ย (ไฟฟ้า+ น้ำมัน)	6-8 บาท/ตัน/จุด

เครื่องอบแห้งเกษตรไทยอินเตอร์ รุ่น บัวขาว – ดี 7



รูปที่ 3.21 เครื่องอบแบบงวดหมุนเวียน เมล็ดไหลคลุกเคล้า (รุ่น บัวขาว-ดี7)

ตารางที่ 3.7 ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น บัวขาว ดี 7

ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น บัวขาว ดี 7	
ระบบการทำงาน	ระบบอบแบบงวดหมุนเวียน
ระบบการไหลของเมล็ด	ไหลคลุกเคล้า
ขนาดความจุถังอบ	6 –7 ตัน
กำลังการผลิต	30 ตัน/ วัน
ปริมาณการอบแต่ละครั้ง	4.5-7 ตัน
การหมุนเวียนเมล็ดพืช	ใช้กระพ้อหมุนเวียนขนาดมากกว่า 12 ตัน/ชั่วโมง ความสูงสูงสุด 8 เมตร
เวลาการนำเมล็ดเข้าถังอบ	ข้าวเปลือก 7 ตัน ที่ความชื้น 21 % ใช้เวลา 35 นาที
เวลาการนำเมล็ดออกจากถังอบ	ข้าวเปลือก 7 ตัน ที่ความชื้น 15% ใช้เวลา 22 นาที
อัตราการหมุนเวียนต่อรอบ	28 นาที
ความกว้างเครื่อง ความยาวเครื่อง ความสูงเครื่อง	1800 มม. 2200 มม. 6000 มม.
แหล่งกำเนิดความร้อน	เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล อัตราความสิ้นเปลือง8-20 ลิตร/ชั่วโมง (ข้าวเปลือก 7 ตัน ความชื้นจาก 21 % ลดเหลือ 15 % ใช้เวลาอบ 3-4 ชั่วโมง)
ระบบจุดเชื้อเพลิง	แบบอัตโนมัติ ปรับตั้งอุณหภูมิลมร้อนได้สูงมากกว่า 80 องศาเซลเซียส
พัดลมดูดความร้อน	แบบAXIAL FLOW ใช้ใบพัดแบบ CENTRIFUGAL ขนาด 5 แรงม้าพร้อมอุปกรณ์โซโคลนดักเก็บฝุ่น จำนวน 2 ชุด
รอบการหมุนเวียนข้าวเปลือก	30-60 นาที /นาที(ปรับได้)
อัตราการลดความชื้น	**1 - 3 % ต่อชั่วโมง**
อุปกรณ์ประกอบ	ชุดทำความสะอาด เป็นชุดทำความสะอาดเมล็ดก่อนเข้าถังอบมีชุดพัดลม / ไซโคลนสำหรับดูดและเก็บสิ่งเจือปนเบา และชุดตะแกรงร่อนทำความสะอาด 2 ชั้น ชั้นบนใช้ตะแกรงเบอร์ 14 ชั้นล่างใช้ตะแกรงเบอร์ 7 ขนาดความสามารถ 12 ตัน/ ชั่วโมง
ระบบไฟฟ้า	ใช้ไฟฟ้า 380 โวลท์ 3 เฟส 50 Hz รวม 23 แรงม้า

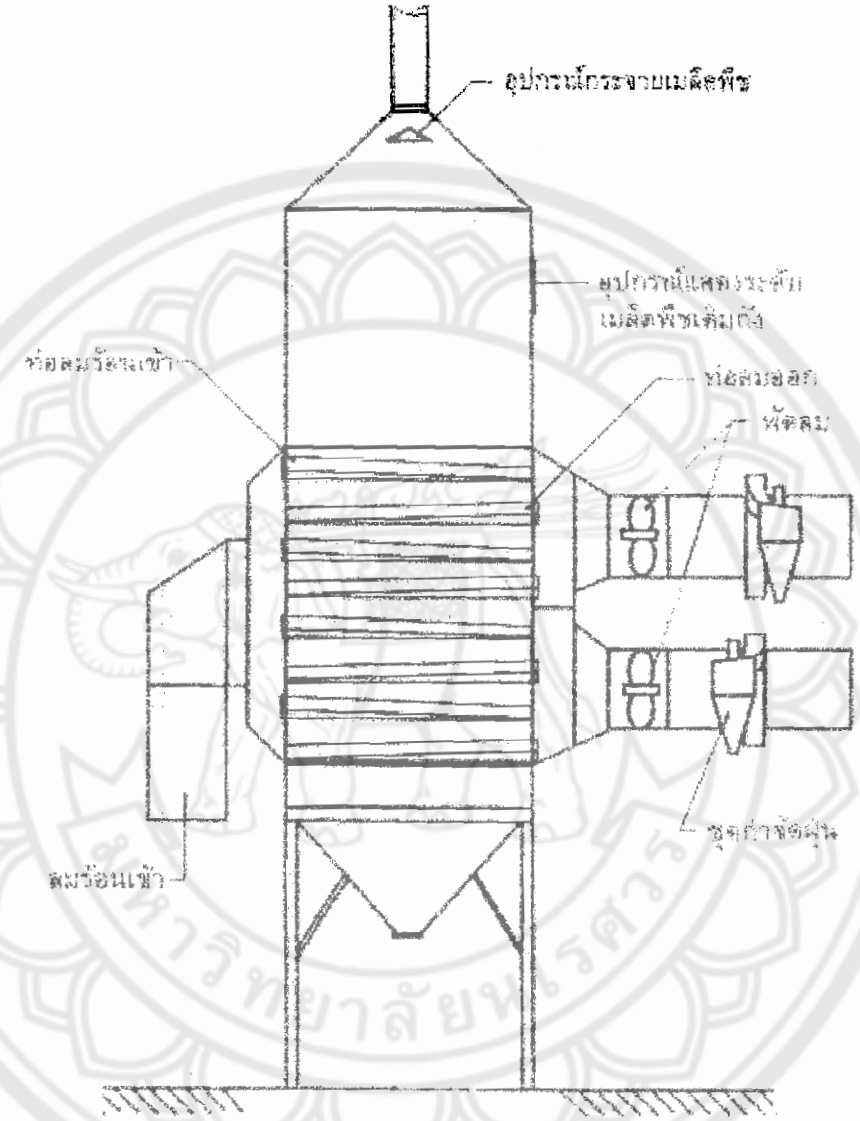
เครื่องอบแห้งบริษัท ไฮบีม เอ็นจิเนียริ่ง รุ่น HRD 150

รูป 3.22 เครื่องอบแบบงวดหมุนเวียน เมล็ดไหลคลุกเคล้า (รุ่น HRD 150)

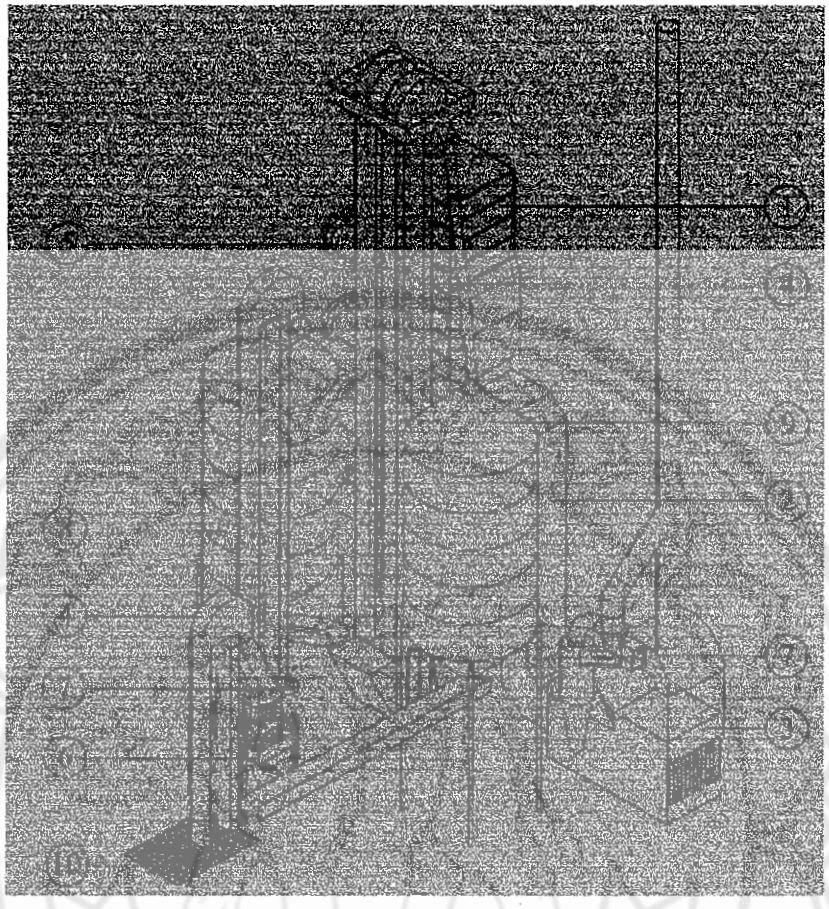
ตารางที่ 3.8 ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น HRD 150

ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น HRD 150 (ขนาดกำลังผลิต 200 ตันต่อวัน)	
ระบบการทำงาน	ระบบอบแบบงวดหมุนเวียน
ระบบการไหลของเมล็ด	ไม่คลุกเคล้า
กำลังการผลิต	200 ตันต่อวัน
กำลังไฟฟ้าที่ใช้	31 กิโลวัตต์
พลังงานความร้อน (ที่ 70 องศาเซ็นติเกรด)	746,000 kcal/h 867 kW/h
พัดลมที่ใช้	Drying Sections HVL 150 2 ตัว 22 กิโลวัตต์ Cooling Sections HVL 55 1 ตัว 4 กิโลวัตต์
ความจุ (รวมส่วนสำรองข้าวเปลือกและส่วนปล่อยข้าว)	ปริมาตร 32 คิวบิคเมตร ถังอบ 18 ตันข้าวเปลือก
รุ่นของกระพ้อ	B31J ลูกกระพ้อ 9"

(3) ตัวอย่างส่วนประกอบของเครื่องอบแบบงวดหมุนเวียน เมล็ดไหลคลุกเคล้า



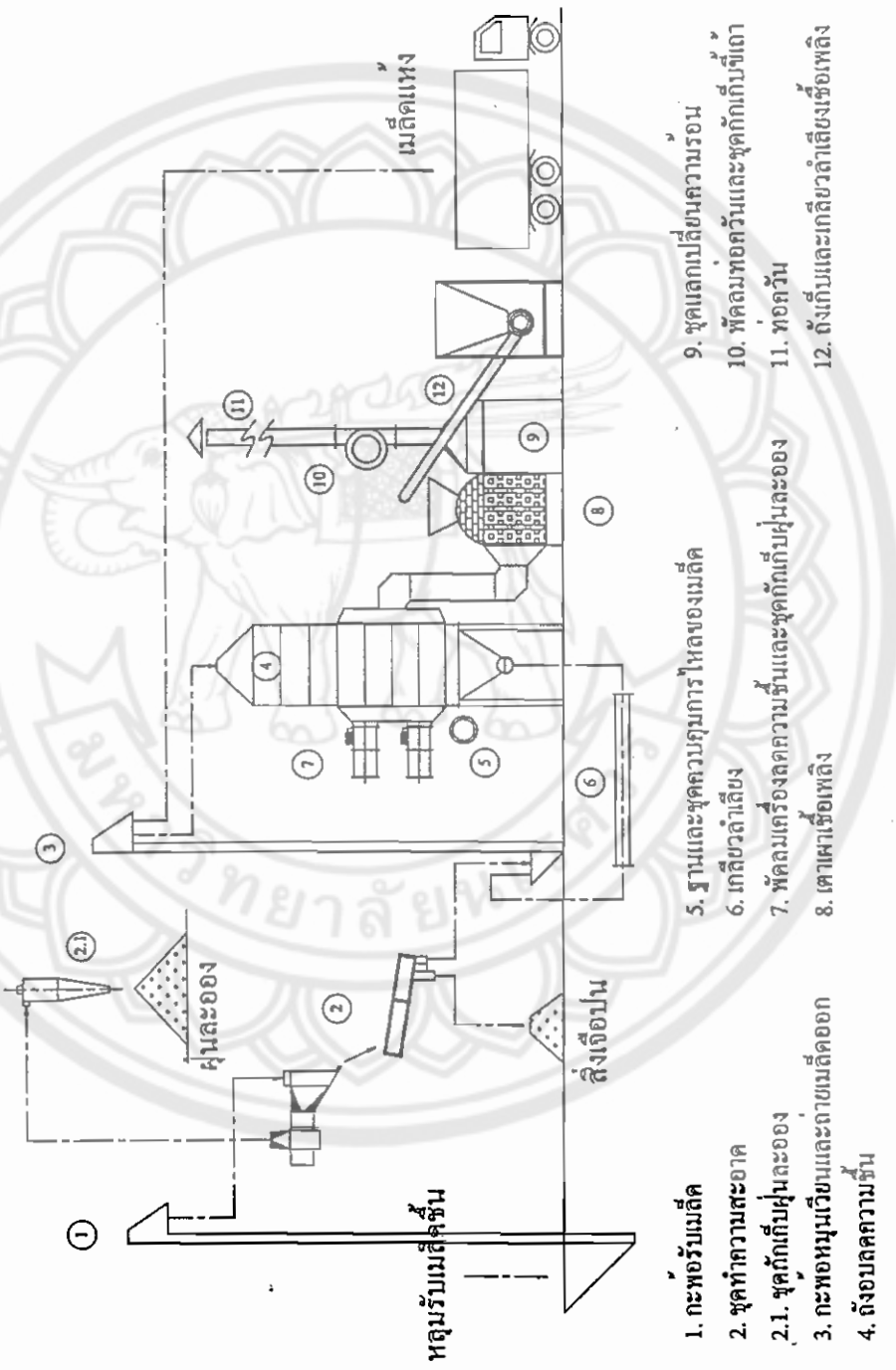
รูปที่ 3.23 แสดงส่วนประกอบของเครื่องอบ รุ่น KPD-03



1. ถังอบลดความชื้น	2. ท่อลมร้อนเข้า	3. เตาแลกเปลี่ยนความร้อน
4. กะพ้อ	5. พัดลม	6. ชุดทำความสะอาด
7. ชุดดักฝุ่นละออง	8. ถังพักเมล็ดพืช	9.ถังเก็บเมล็ดพืช
10. หลุมรับเมล็ดชื้น		

รูปที่ 3.24 แสดงส่วนประกอบของเครื่องอบ รุ่น KPD-04

(4) ตัวอย่างแผนผังการทำงานของเครื่องอบ แบบงวดหมุนเวียน เมล็ดไหลคลุกเคล้า



รูปที่ 3.25 ตัวอย่างแผนผังการทำงานของเครื่องอบงวดหมุนเวียน เมล็ดไหลคลุกเคล้า

(5) ตัวอย่างการติดตั้งของเครื่องอบงวดหมุนเวียน เมล็ดไหลคลุกเคล้า

รูปที่ 3.26 ตัวอย่างการติดตั้งของเครื่องอบงวดหมุนเวียน เมล็ดไหลคลุกเคล้า

3.5.3 เครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือก แบบไหลต่อเนื่อง (Continuous flow) เมล็ดไม่คลุกเคล้า (Columnar)

(1) หลักการทำงาน

ใช้กะพ้อตักเมล็ดพืชจากหลุมรับเมล็ดไปยังชุดทำความสะอาด เพื่อคัดแยกสิ่งเจือปน เช่น เศษฟาง เชือก หิน ดิน ข้าวลีบ ออก เมล็ดพืชเมื่อออกจากชุดทำความสะอาดจะถูกกะพ้อตักส่งไปที่ถังอบ ป้อนข้าวเปลือกเข้าทางด้านบนของเครื่องอบจนเต็มถัง แล้วค่อยๆ ปล่อยเมล็ดข้าวผ่านซองอบแห้งซึ่งกินความสูงเกือบทั้งหมดของตัวเครื่องอบ ระหว่างที่เมล็ดพืชไหลลงข้างล่าง จะสัมผัสกับอากาศร้อนในแนวขวางกัน ซึ่งเป่ากระจายออกจากกลางเครื่องอบแห้ง แล้วทะลุผ่านตะแกรงที่ทำเป็นซอง แล้วผ่านออกไปที่โครงด้านนอกตัวเรื่อง หลังผ่านลมร้อนความชื้นจะลดลงระดับหนึ่ง จากนั้น นำไปเก็บในถังพัก พักไว้ระยะหนึ่งเพื่อปรับสภาพความชื้นภายในเมล็ดข้าวเปลือกอย่างน้อย 4 ชั่วโมง จากนั้น จึงนำกลับมาผ่านเครื่องอบใหม่ ทำในลักษณะนี้จนกว่าจะได้ความชื้นที่ต้องการ

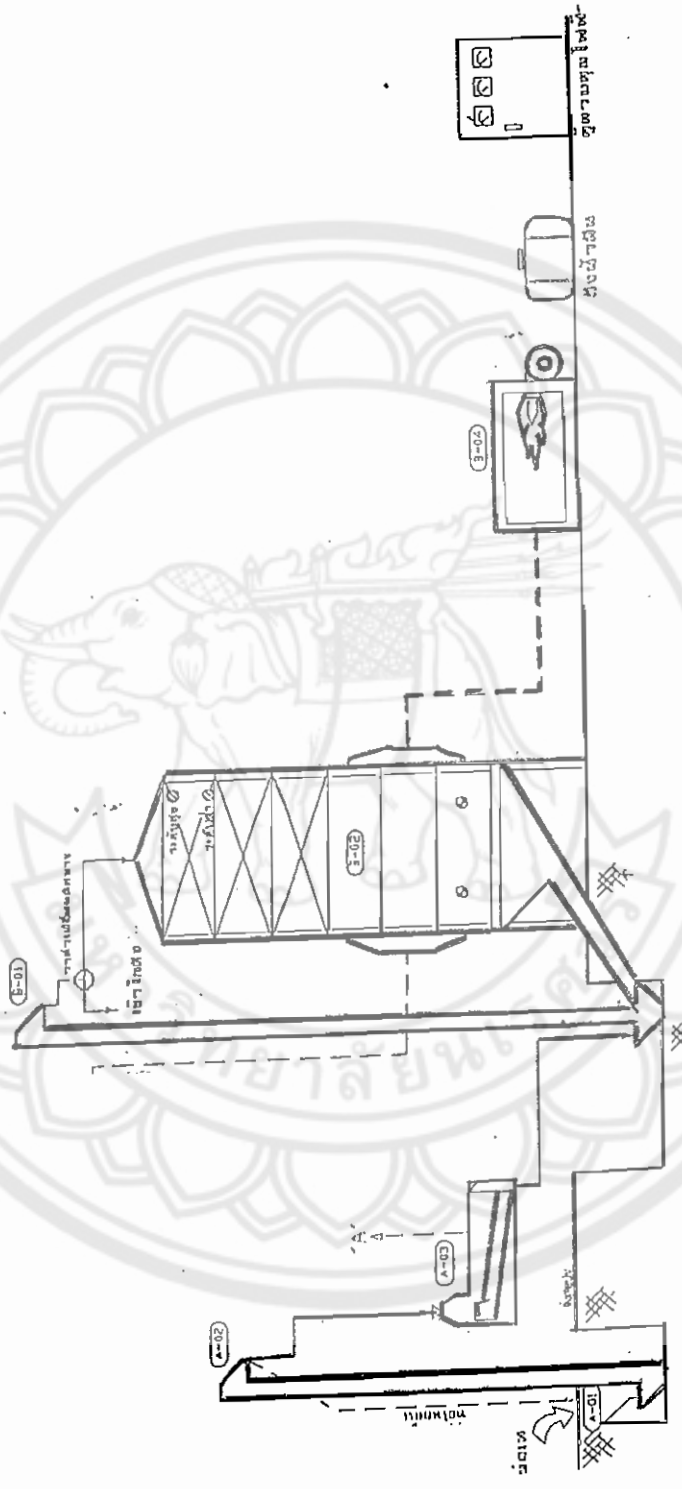
(2) ตัวอย่างเครื่องอบแบบไหลต่อเนื่อง (Continuous flow dryer) การไหลแบบไม่คลุกเคล้า (Columnar)

- **เครื่องอบแห้ง เจริญโภคภัณฑ์วิศวกรรม รุ่น CP.E 1670**

ตารางที่ 3.9 ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น CP.E1670

ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น CP.E1670	
ระบบการทำงาน	ระบบอบแบบไหลต่อเนื่อง
ระบบการไหลของเมล็ด	ไม่คลุกเคล้า ข้าวไหลผ่านช่องแคบ (Column) ตัดขวางลมร้อน และมีที่กลับเมล็ดข้าว (Turn Flow) ในซองเพื่อพลิกข้าวให้ด้านในออกไปอยู่ด้านนอก เพื่อให้ถูกลมร้อนสลับกัน ช่วงล่างของซองข้าวจะเป่าผ่านด้วยลมเย็น
ความกว้างเครื่อง ความยาวเครื่อง ความสูงเครื่อง	5,800 มิลลิเมตร 9,300 มิลลิเมตร 27,000 มิลลิเมตร
ต้นกำลังไฟฟ้ารวม	52 กิโลวัตต์
เตาเผาแกลบ	อัตราความสิ้นเปลือง 200 กิโลกรัม ต่อชั่วโมง (กิโลกรัมละ 0.25 บาท) ระบบให้ความร้อนแบบอ้อม
เวลาในการอบต่อรอบ	12 นาที
อัตราการลดความชื้น	1-4 % ต่อรอบ
อุปกรณ์ประกอบ	ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าและอุณหภูมิ , ชุดกำจัดฝุ่น, หลุมข้าวเปลือก , เครื่องทำความสะอาด ,ถังพัก
ราคาขาย	**ติดต่อบริษัท**
ค่าใช้จ่ายในการอบเฉลี่ย	**30.8 บาท / ตัน** **(คิดที่อัตราการอบ5 ตัน/ชั่วโมงลดความชื้น 5%)**

(3) ตัวอย่างแผนผังการทำงานของเครื่องอบแบบไหลต่อเนื่อง เมล็ดไหลไม่คลุกเคล้า



รูปที่ 3.27 ตัวอย่างแผนผังการทำงานของเครื่องอบแบบไหลต่อเนื่อง เมล็ดไหลไม่คลุกเคล้า

3.5.4 เครื่องอบแบบไหลต่อเนื่อง (Continuous flow dryer) การไหลแบบคลุกเคล้า (LSU)

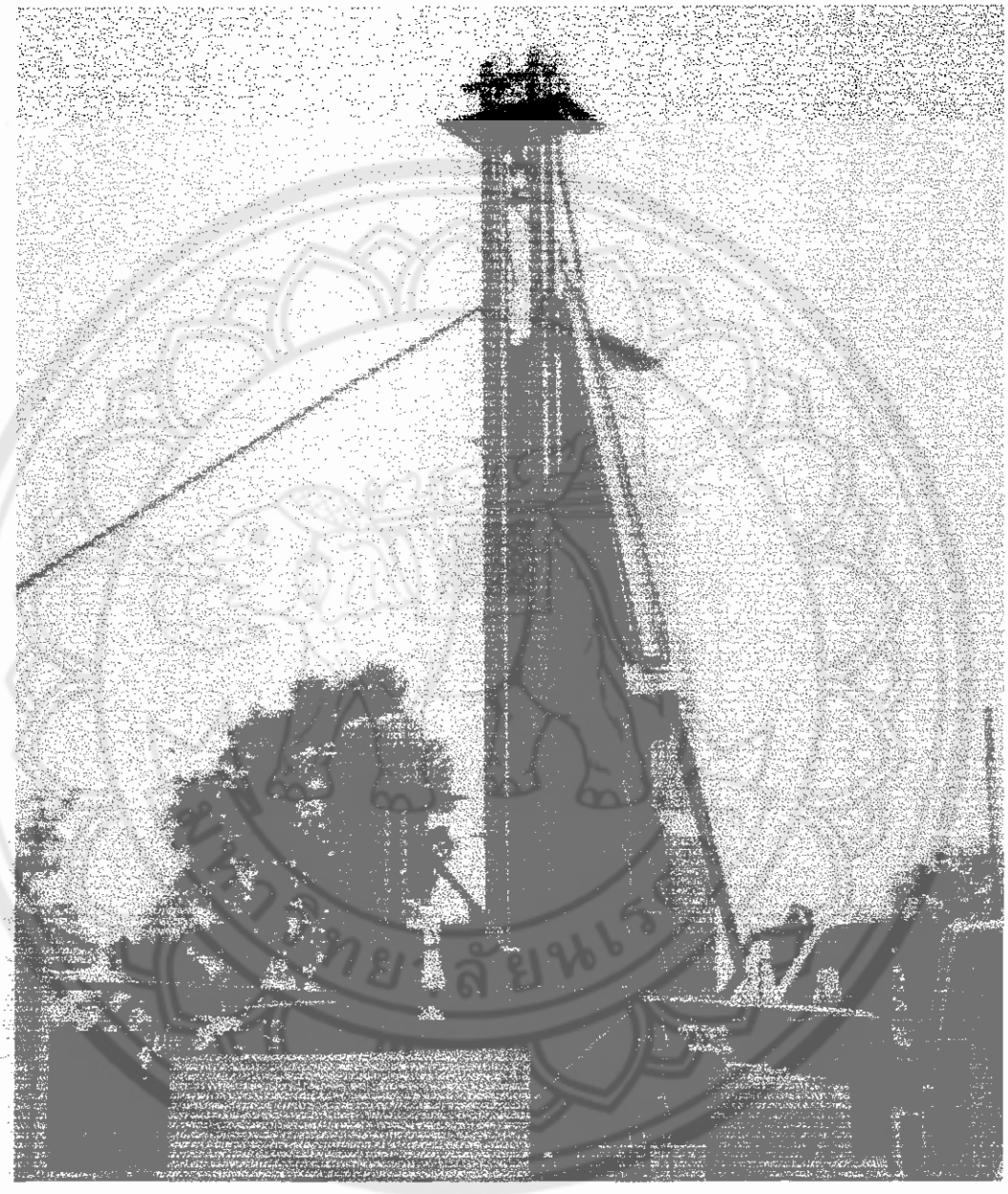
(1) หลักการทำงาน

ใช้กะพ้อตักเมล็ดพืชจากหลุมรับเมล็ดไปยังชุดทำความสะอาด เพื่อคัดแยกสิ่งเจือปน เช่น เศษฟาง เชือก หิน ดิน ข้าวลีบ ออก เมล็ดพืชเมื่อออกจากชุดทำความสะอาดจะถูกกะพ้อตักส่งไปที่ถังอบเมล็ดข้าวจะไหลจากด้านบนลงล่าง โดยมีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของเมล็ด ภายในถังอบจะประกอบด้วย ท่อลมเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นจะมีท่อลมหลายท่อ ท่อลมแต่ละชั้นจะเป็นท่อลมร้อนเข้า และท่อลมออกสลับกัน ท่อลมร้อนเข้านี้จะพัดผ่านเมล็ดข้าวเปลือกในถังอบและไหลออกทางท่อลมออกที่อยู่ชั้นด้านบนและด้านล่าง ท่อลมแต่ละท่อจะมีลักษณะเป็นรางคว่ำด้านบนแหลม ด้านล่างเปิดว่างในแนวขนานกับพื้นยาวตลอดถังที่ปลายรางด้านหนึ่งจะเจาะช่องต่อเข้ากับห้องรวบรวมลม ส่วนอีกปลายด้านหนึ่งจะปิด ท่อลมแต่ละชั้นจะเจาะช่องเข้ากับห้องรวบรวมลมสลับกัน โดยชั้นหนึ่งจะต่อเข้าทางด้านห้องลมร้อนเข้า และอีกชั้นหนึ่งจะต่อเข้ากับห้องลมออก เครื่องลดความชื้นแบบนี้จะทำให้เมล็ดข้าวเปลือกไหลกลับไปกลับมา และมีโอกาสสัมผัสกับลมร้อนเข้าและลมชื้นที่เป่าออกสลับกัน เท่ากันตลอดทั้งถังบรรจุ หลังจากผ่านลมร้อนแล้ว ความชื้นจะลดลงระดับหนึ่ง จากนั้น นำไปเก็บในถังพัก พักไว้ระยะหนึ่งเพื่อปรับสภาพความชื้นภายในเมล็ดข้าวเปลือกอย่างน้อย 4 ชั่วโมง จากนั้น จึงนำกลับมาผ่านเครื่องอบใหม่ ทำในลักษณะนี้จนกว่าจะได้ความชื้นที่ต้องการ

(2) ตัวอย่างเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือก แบบไหลต่อเนื่อง (Continuous flow) เมล็ดไหลคลุกเคล้า (LSU)

- **เครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือก หจก. นครสวรรค์การหล่อ**

รุ่น D 40 และ D 100



รูปที่ 3.28 เครื่องอบแบบไหลต่อเนื่อง เมล็ดไหลคลุกเคล้า (รุ่น D 40 , D 100)

ตารางที่ 3.10 ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น D40

ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น D40	
ระบบการทำงาน	ระบบอบแบบต่อเนื่อง
ระบบการไหลของเมล็ด	ไหลคลุกเคล้า
เตาเผาแกลบ	ขนาด 1.50 เมตร x 4.50 เมตร อัตราการสิ้นเปลืองแกลบ 500 กก./ชั่วโมง
ขนาดความจุถังอบ	40 ตัน ใช้ระบบเขี่ยออกใช้มอเตอร์ปรับรอบไฟฟ้า จำนวน 1 แรงม้า
กำลังการผลิต	250-300 ตันต่อ วัน (ลด 5 %) 100-150 ตันต่อวัน (ลด10 %)
กะพ้อ	- จำนวน 3 ต้น - สมรรถนะการทำงาน 20-25 ตัน/ ชั่วโมง - ลูกกระพ้อเหล็กขนาด 10 นิ้ว - ระบบการสั่งงานของลูกกะพ้อใช้ระบบอัตโนมัติควบคุมการทำงาน - ระบบการสับรางใช้เหล็กรางข้าวกรุด้วยแสตนเลส
ห้องเก็บละออง	- ขนาดห้องละออง 4 เมตร x 8 เมตร
ตู้ไฟ	- ตู้ไฟฟ้าใช้ระบบอัตโนมัติควบคุมการทำงานของถังอบ - ห้องไฟขนาด 3.5 x3.5 เมตร พร้อมติดแอร์
พัดลม	- พัดลมดูดความร้อนและลมเย็น ขนาดมอเตอร์ 50 แรงม้า - พัดลมดูดละอองหน้าตู้สีฟัด ขนาดมอเตอร์ 7.5 แรงม้า - พัดลมดูดละอองจากห้องละอองขนาดมอเตอร์ 7.5 แรงม้า - พัดลมดูดละอองจากคอยล์ความร้อน ขนาดมอเตอร์ 7.5 แรงม้า
ตะแกรงทำความสะอาด	ขนาด 5 x 14
ไซโคลนดักละออง	จำนวน 3 ลูก
คอยล์ความร้อน	ขนาด 2.00 เมตร x 4.50 เมตร
ราคาเครื่องจักร	4,200,000 บาท
ค่าใช้จ่ายในการอบเฉลี่ย	22.3 บาท/ตัน (ลดความชื้น 5 %)

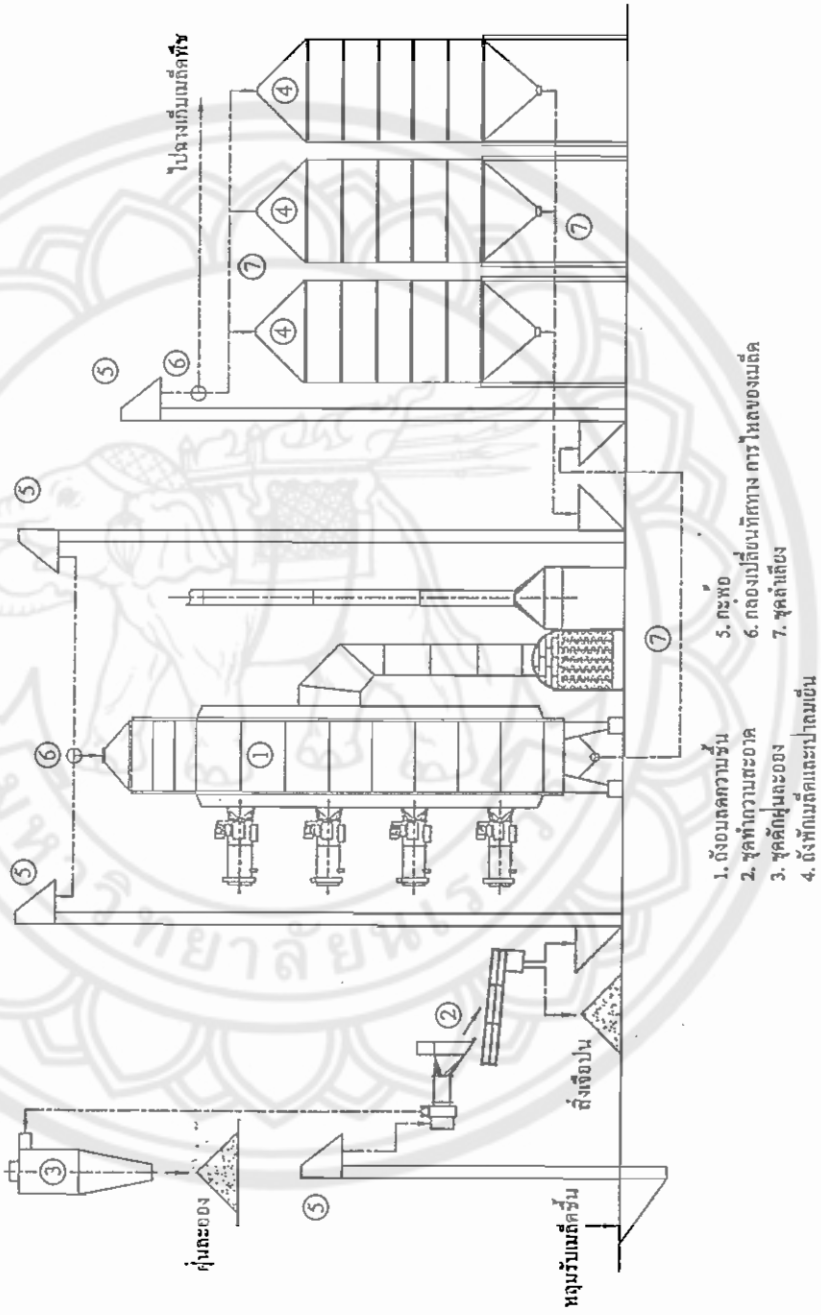
ตารางที่ 3.11 ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น D100

ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น D 100	
ระบบการทำงาน	ระบบอบแบบต่อเนื่อง
ระบบการไหลของเมล็ด	ไหลคลุกเคล้า
กำลังไฟฟ้ารวม	152 แรงม้า
เตาเผาแกลบ	ขนาด 2.00 เมตร x 4.50 เมตร อัตราการสิ้นเปลืองแกลบ 500 กก./ชั่วโมง
ขนาดความจุถังอบ	90-100 ตัน ระบบเขี่ยออกใช้มอเตอร์ปรับรอบไฟฟ้า 1 แรงม้า
กำลังการผลิต	600-700 ตันต่อวัน (ลด 5 %) 250-300 ตันต่อวัน (ลด 10 เปอร์เซ็น)
อุปกรณ์ประกอบ	ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า,ไซโคลนดักฝุ่น,เครื่องทำความสะอาดก่อนอบ
กะพ้อ	- จำนวน 3 ต้น - สมรรถนะการทำงาน 30 ตันต่อชั่วโมง - ใช้สายพานซุปเปอร์ทอร์ ขนาด 13 นิ้ว 4 ชั้น - ลูกกะพ้อเหล็กขนาด 12 นิ้ว - ระบบการสั่งงานของกระพ้อใช้ระบบอัตโนมัติควบคุมการทำงาน - ระบบสับรางใช้แม่เหล็กไฟฟ้า รางข้าวกรุด้วย แสตนเลส
ห้องเก็บละออง	- ขนาดห้องละออง 4 เมตร x 10 เมตร
ตู้ไฟ	- ตู้ไฟใช้ระบบอัตโนมัติควบคุมการทำงานของถังอบ - ห้องไฟขนาด 3.50 เมตร x 3.50 เมตร พร้อมติดแอร์
พัดลม	- พัดลมดูดละอองและลมเย็น ขนาดมอเตอร์ 100 แรงม้า - พัดลมละอองหน้าตู้สีฟัด ขนาดมอเตอร์ 7.5 แรงม้า - พัดลมดูดละอองจากห้องละออง ขนาดมอเตอร์ 7.5 แรงม้า **- พัดลมดูดละอองจากคอยล์ความร้อน ขนาดมอเตอร์ 7.5 แรงม้า**
ตะแกรงทำความสะอาด	ขนาด 5 x 14 ฟุต
ไซโคลนดักละออง	จำนวน 3 ลูก
คอยล์ความร้อน	ขนาด 2.00 เมตร x 4.50 เมตร
ราคาขาย	6,000,000 บาท
ค่าใช้จ่ายในการอบเฉลี่ย	บาท/ตัน (ลดความชื้น 5 %)

ตารางที่ 3.12 ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น HRD 150 (400 ตัน/วัน)

ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น HRD 150 (ขนาดกำลังผลิต 400 ตันต่อวัน)	
ระบบการทำงาน	ระบบไหลต่อเนื่อง
ระบบการไหลของเมล็ด	ไม่คลุกเคล้า
กำลังการผลิต	400 ตันต่อวัน
กำลังไฟฟ้าที่ใช้	60 กิโลวัตต์
พลังงานความร้อน (ที่ 70 องศาเซ็นติเกรด)	1,500,000 kcal/h 1,744 kW/h
พัดลมที่ใช้	Drying Sections HVL 150 4 ตัว 44 กิโลวัตต์ Cooling Sections HVL 55 2 ตัว 8 กิโลวัตต์
ความจุ (รวมส่วนสำรองข้าวเปลือกและส่วนปล่อยข้าว)	ปริมาตร 62 คิวบิคเมตร ถังอบ 32 ตันข้าวเปลือก
รุ่นของกะพ้อ	B51J ลูกกะพ้อ 10"

(3) ตัวอย่างแผนผังการทำงานของเครื่องอบแบบไหลต่อเนื่อง เมล็ดไหลคลุกเคล้า



รูปที่ 3.29 ตัวอย่างแผนผังการทำงานของเครื่องอบแบบไหลต่อเนื่อง เมล็ดไหลคลุกเคล้า

3.5.5 เครื่องอบแบบไหลต่อเนื่อง (Continuous flow dryer) ไหลผ่านเร็ว(Fluidized bed)

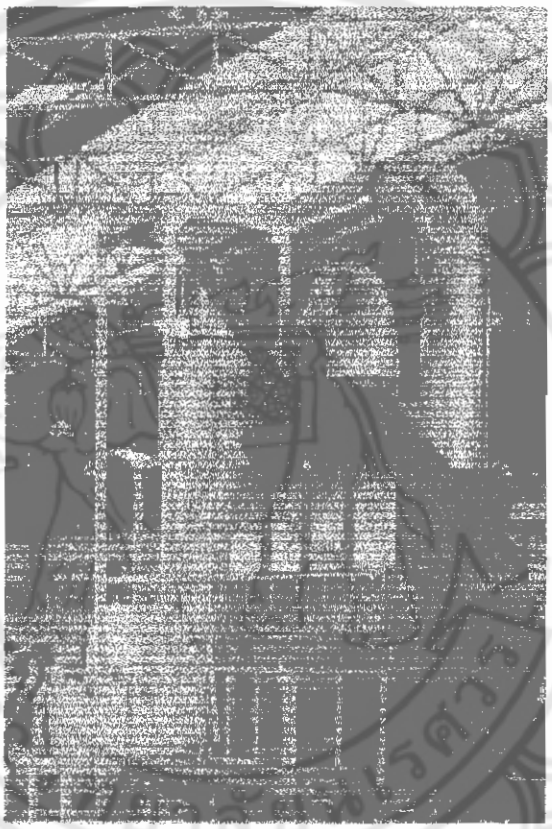
(1) หลักการทำงาน

ข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงจะถูกบังคับให้ไหลผ่านเครื่องทำความสะอาด เพื่อแยกแกลบ หรือสิ่งปนเปื้อนขนาดใหญ่ และจะถูกส่งไปยังถังพัก แล้วไหลเข้าห้องอบแห้งโดยใช้ชุดป้อนข้าวเปลือกเป็นตัวส่งออก จากนั้นข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งแล้วก็จะถูกกระพ้อตักขึ้นไปยังที่สูง เพื่อส่งไปเก็บยังสถานที่ที่ต้องการ อากาศบริเวณรอบๆเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกจะถูกดูดให้ไหลเข้ามาผสมกับแก๊สร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง แล้วผสมกับอากาศซึ่งหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ในห้องผสมอากาศ โดยมีพัดลมเป็นตัวดูดและเป่าเข้าห้องอบแห้ง อุณหภูมิของอากาศจะถูกควบคุมโดยตัวควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) ซึ่งจะไปควบคุมการทำงานของระบบเชื้อเพลิง อากาศไหลผ่านไซโคลนเพื่อดักเอาแกลบและฝุ่นผงออก อากาศส่วนน้อยจะถูกปล่อยทิ้ง ขณะที่อากาศส่วนมากซึ่งยังคงร้อนอยู่ไหลไปผสมกับแก๊สร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ต่อไป

(2) ตัวอย่างเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือกแบบไหลต่อเนื่อง เมล็ดไหลผ่านเร็ว

เครื่องอบไร้ซ์ เอ็นจิเนียริ่ง

(Fluidized bed)



รูปที่ 3.30 เครื่องอบแบบไหลต่อเนื่อง เมล็ดไหลผ่านเร็ว

ตารางที่ 3.13 ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น DR-5F

ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น DR-5F	
ระบบการทำงาน	ระบบไหลต่อเนื่อง
ระบบการไหลของเมล็ด	ไหลผ่านเร็ว
กำลังการผลิต	3-5 ตันต่อชั่วโมง
เวลาในการอบต่อรอบ	2-3 นาที
อัตราการลดความชื้น	6-10 %ต่อรอบ
อุณหภูมิลมร้อน	100-150 องศาเซลเซียส
ปริมาณลมร้อน	3.0-3.5 ลูกบาศเมตรต่อวินาที
พลังงานความร้อนที่ใช้	300-380 กิโลวัตต์
เครื่องปรับสภาพข้าวรุ่น	RC-6T
เครื่องอบ LSU รุ่น	DR-12L
เตาแกลบรุ่น	HF-1000C
แรงม้ารวม	62 แรงม้า
ขนาดพื้นที่ติดตั้ง (ไม่รวมไซโคลน) กว้าง ยาว สูง	 8 เมตร 12 เมตร 15 เมตร

ตารางที่ 3.14 ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น DR-12F

ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น DR-12F	
ระบบการทำงาน	ระบบไหลต่อเนื่อง
ระบบการไหลของเมล็ด	ไหลผ่านเร็ว
กำลังการผลิต	8-10 ตันต่อชั่วโมง
เวลาในการอบต่อรอบ	2-3 นาที
อัตราการลดความชื้น	6-10 %ต่อรอบ
อุณหภูมิลมร้อน	100-150 องศาเซลเซียส

ปริมาณลมร้อน	**5.00-5.5 ลูกบาศเมตรต่อวินาที**
พลังงานความร้อนที่ใช้	**400-500 กิโลวัตต์**
เครื่องปรับสภาพข้าวรุ่น	**RC-10T**
เครื่องอบ LSU รุ่น	**DR-20L**
เตาแกลบรุ่น	HF-2000C
แรงม้ารวม	98 แรงม้า
ขนาดพื้นที่ติดตั้ง (ไม่รวมไซโคลน)	
กว้าง	10 เมตร
ยาว	18 เมตร
สูง	18 เมตร

ตารางที่ 3.15 ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น DR-20F

ข้อมูลทางเทคนิค (Specification) รุ่น DR-20F	
ระบบการทำงาน	ระบบไหลต่อเนื่อง
ระบบการไหลของเมล็ด	ไหลผ่านเร็ว
กำลังการผลิต	400-500 ตันต่อวัน
เวลาในการอบต่อรอบ	2-3 นาที
อัตราการลดความชื้น	6-10 %ต่อรอบ
อุณหภูมิลมร้อน	100-150 องศาเซลเซียส
ปริมาณลมร้อน	8.0 –10.0 ลูกบาศเมตรต่อวินาที
เครื่องปรับสภาพข้าวรุ่น	RC-20T
เครื่องอบ LSU รุ่น	DR-38L
เตาแกลบรุ่น	HF-3000C
แรงม้ารวม	**140 แรงม้า**
ขนาดพื้นที่ติดตั้ง (ไม่รวมไซโคลน)	
กว้าง	**13 เมตร**
ยาว	**20 เมตร**
สูง	**20 เมตร**

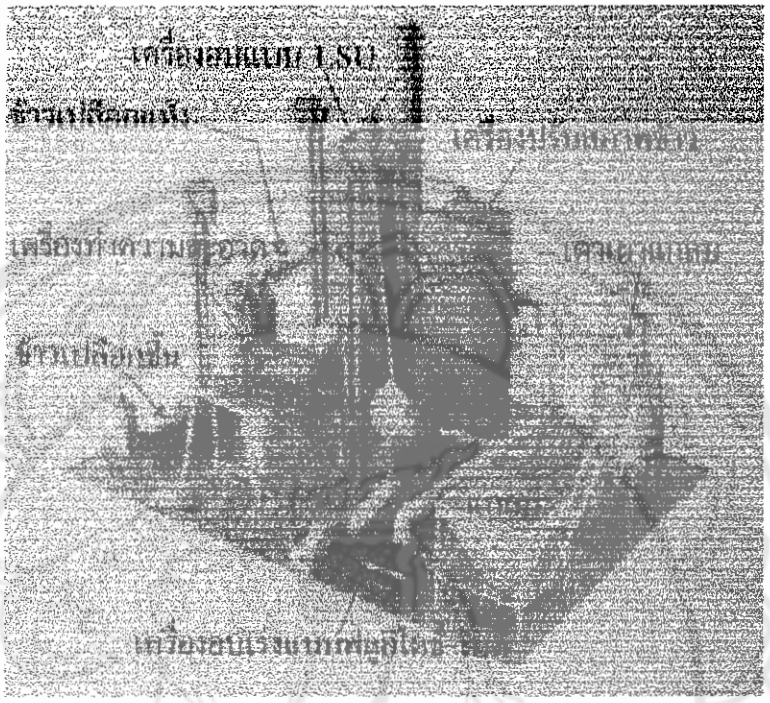
ตารางที่ 3.16 ข้อมูลทางเทคนิคเตาเผาแกลบแบบไซโคลน

ข้อมูลทางเทคนิคเตาเผาแกลบแบบไซโคลน					
MODEL	**HF-500C**	**HF-1000C**	**HF-1500C**	**HF-2000C**	**HF-3000C**
ปริมาณความร้อน (kW)	500	1000	1500	2000	3000
อุณหภูมิลมร้อน (°C)	70-300	70-300	70-300	70-300	70-300
อัตราป้อนแกลบ (kg/h)	40-100	100-200	170-300	250-450	350-600
ปริมาณขี้เถ้า (kg/h)	10-20	30-60	50-90	50-90	70-120
อุณหภูมิขี้เถ้า (°C)	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40
กำลังไฟฟ้ารวม (HP)	5.5	5.5	7.5	7.5	8.5
น้ำหนักโดยประมาณ (TON)	3.5	5.0	6.5	8.0	9.5
ขนาดกว้าง(m.)	1.5	2	2	2.2	2.4
ขนาดยาว(m.)	1.5	2	2	2.2	2.4
ขนาดสูง(m.)	5.2	7.5	8.7	9.0	10.7

ตารางที่ 3.17 ข้อมูลทางเทคนิคเครื่องปรับสภาพข้าว

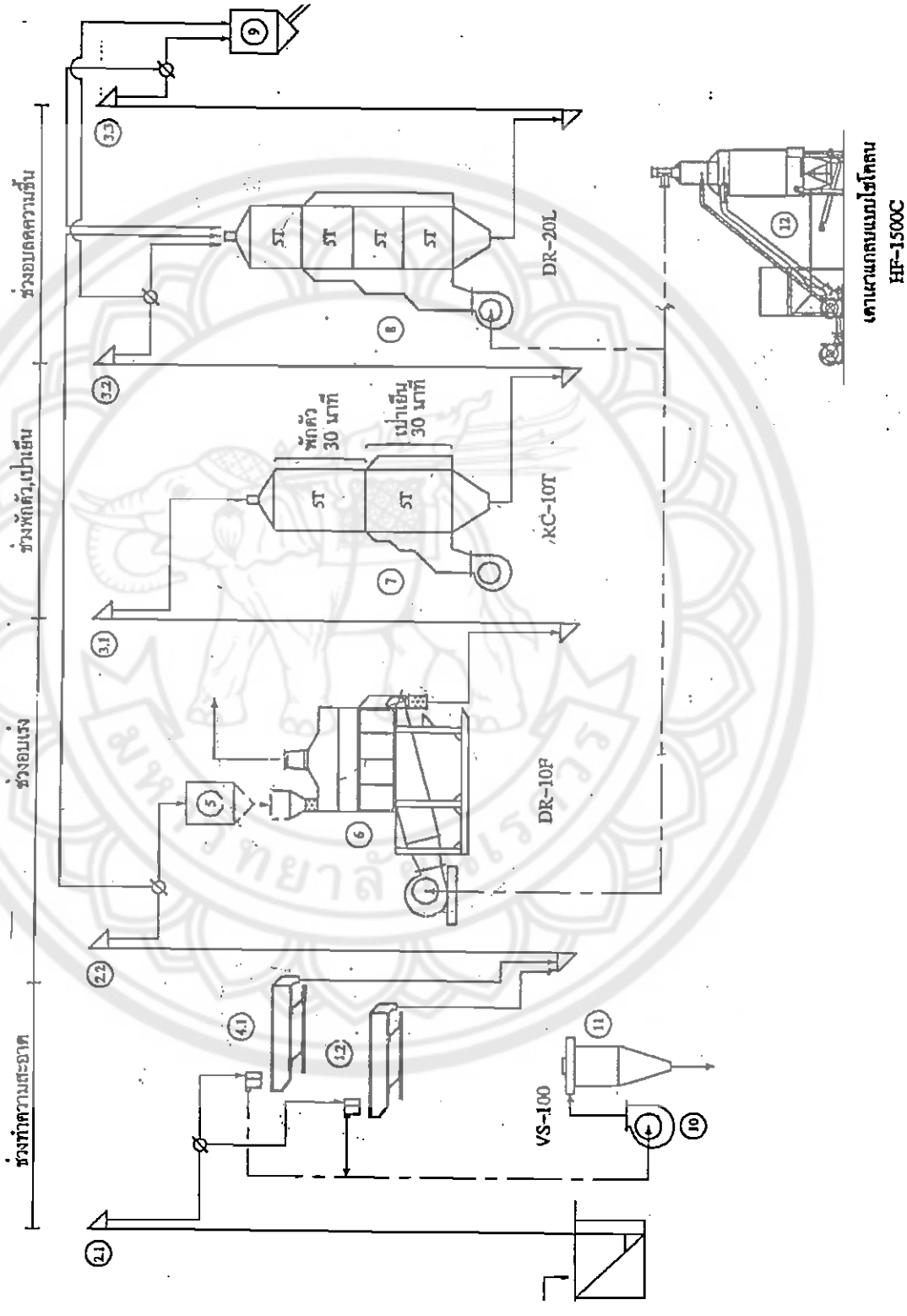
ข้อมูลทางเทคนิคเครื่องปรับสภาพข้าว			
รุ่น	**RC-10T**	**RC-20T**	**RC-60T**
กำลังการผลิต (T/H)	8-10	20-25	80-100
ความจุชั้น Tempering (T)	5	10	40
ความจุชั้น Cooling (T)	5	10	20
เวลาในการ Tempering (min)	30	30	30
เวลาในการ Cooling (min)	30	30	20
ปริมาณลม (Cooling),(m^3)	3-3.5	6.0-7.0	15-20
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (HP.)	7.5	11	32
ขนาด (WxLxH) (m.)	2.0x2.0x9.0	2.4x2.4x8.0	2.4x3.0x16.0

(3) ตัวอย่างส่วนประกอบของเครื่องอบแบบไหลต่อเนื่อง เมล็ดไหลเร็วผ่านเร็ว



รูปที่ 3.31 ตัวอย่างส่วนประกอบของเครื่องอบแบบไหลต่อเนื่อง เมล็ดไหลเร็วผ่านเร็ว

(4) ตัวอย่างแผนผังการทำงานของเครื่องอบแบบไหลต่อเนื่อง เมล็ดไหลผ่านเร็ว



รูปที่ 3.32 ตัวอย่างแผนผังการทำงานของเครื่องอบแบบไหลต่อเนื่อง เมล็ดไหลผ่านเร็ว

(5) ตัวอย่างการติดตั้งของเครื่องอบแบบไหลต่อเนื่อง เมล็ดไหลผ่านเร็ว

รูปที่ 3.33 แสดงการติดตั้งของเครื่องอบแบบไหลต่อเนื่อง เมล็ดไหลผ่านเร็ว

3.6 การศึกษาข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์

3.6.1 หลักการวิเคราะห์

(1) วิเคราะห์ต้นทุนเฉลี่ย โดยศึกษาต้นทุนทั้งหมดต่อปี ต้นทุนที่ใช้ต่อชั่วโมง ต้นทุนต่อตันข้าวเปลือก ของเครื่องอบแต่ละชนิด

(2) วิเคราะห์ต้นทุนรวม โดยหาต้นทุนรวมปีที่ 1 ต้นทุนรวมปีที่ 2-10 และผลได้รวมต่อปี ของเครื่องอบแต่ละชนิด เพื่อนำไปวิเคราะห์หาผลตอบแทนต่อการลงทุน

(3) วิเคราะห์ผลตอบแทนต่อการลงทุน โดยหาระยะการคุ้มทุน อัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (BCR) ผลได้สุทธิ (NPW) และอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (IRR) ดังได้กล่าวไว้ในบทที่ 2

3.6.2 ขอบเขตการศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์

ผู้วิจัยได้แบ่งการศึกษาเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือกในเชิงเศรษฐศาสตร์ โดยจำแนกชนิดเครื่องอบที่ทำการวิจัย ตามระบบการทำงานหลัก การไหลของเมล็ด และขนาดของเครื่องอบ ได้เป็น 6 กรณีศึกษา ดังนี้

กรณีที่ 1 เครื่องอบขนาดเล็กแบบงวดหมุนเวียน ชนิด Columnar ซึ่งเป็นเครื่องอบที่มีขนาดเล็ก อัตราการอบเฉลี่ย 25 ตันต่อวัน 1 เครื่อง พร้อมอุปกรณ์ ราคาเครื่องอบ ประมาณ 480,000 บาท โรงเรือนขนาดประมาณ 1 งาน มูลค่า 250,000 บาท ค่าที่ดินประมาณ 2,500 บาท/ปี ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล 10 ลิตรต่อชั่วโมง พลังงานไฟฟ้ารวม 10 แรงม้า ค่าแรงงาน 22,500 บาท

กรณีที่ 2 เครื่องอบขนาดเล็กแบบงวดหมุนเวียน ชนิด Columnar ซึ่งเป็นเครื่องอบที่มีขนาดเล็ก จำนวน 10 เครื่อง พร้อมอุปกรณ์ โดยมีอัตราการอบเฉลี่ย 250 ตันต่อวัน ราคาเครื่องอบ ประมาณ 4,800,000 บาท โรงเรือนขนาดประมาณ 1 ไร่ มูลค่า 1,000,000 บาท ค่าที่ดินประมาณ 10,000 บาท/ปี ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล 10 ลิตร/ชั่วโมง/1 เครื่อง พลังงานไฟฟ้ารวม 10 แรงม้า/1 เครื่อง ค่าแรงงาน 45,000 บาท

กรณีที่ 3 เครื่องอบขนาดเล็กแบบไหลต่อเนื่อง เมล็ดไหลคลุกเคล้า ชนิด LSU ซึ่งเป็นเครื่องอบที่มีขนาดเล็ก 1 เครื่อง พร้อมอุปกรณ์ โดยมีอัตราการอบเฉลี่ย 30 ตันต่อวัน ราคาเครื่องอบพร้อมอุปกรณ์ ประมาณ 1,500,000 บาท โรงเรือนขนาดประมาณ 1 งาน มูลค่า 300,000 บาท ค่าที่ดินประมาณ 2,500 บาท/ปี ใช้เชื้อเพลิงแกลบ 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง พลังงานไฟฟ้ารวม 28.5 แรงม้า ค่าแรงงาน 22,500 บาท

กรณีที่ 4 เครื่องอบขนาดใหญ่แบบไหลต่อเนื่อง เมล็ดไหลคลุกเคล้า ชนิด LSU ซึ่ง

เป็นเครื่องอบที่มีขนาดใหญ่ 1 เครื่อง พร้อมอุปกรณ์ โดยมีอัตราการอบเฉลี่ย 30 ตันต่อวัน ราคาเครื่องอบพร้อมอุปกรณ์ ประมาณ 5,500,000 บาท โรงเรือนขนาดประมาณ 2 งาน มูลค่า 600,000 บาท ค่าเช่าที่ดินประมาณ 5,000 บาท/ปี ใช้เชื้อเพลิงแกลบ 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง พลังงานไฟฟ้ารวม 152 แรงม้า ค่าแรงงาน 45,000 บาท

กรณีที่ 5 เครื่องอบขนาดเล็กแบบไหลต่อเนื่อง เมล็ดไหลคลุกเคล้า ชนิด LSU 1 เครื่อง และเครื่องอบแบบ Fluidized bed 1 เครื่อง พร้อมอุปกรณ์ ซึ่งเป็นเครื่องอบที่มีขนาดเล็ก โดยมีอัตราการอบเฉลี่ย 90 ตันต่อวัน ราคาเครื่องอบพร้อมอุปกรณ์ ประมาณ 1,500,000 บาท โรงเรือนขนาดประมาณ 1 งาน มูลค่า 300,000 บาท ค่าที่ดินประมาณ 2,500 บาท/ปี ใช้เชื้อเพลิงแกลบ 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง พลังงานไฟฟ้ารวม 62 แรงม้า ค่าแรงงาน 22,500 บาท

กรณีที่ 6 เครื่องอบขนาดใหญ่แบบไหลต่อเนื่อง เมล็ดไหลคลุกเคล้า ชนิด LSU 2 เครื่อง และเครื่องอบแบบ Fluidized bed 1 เครื่อง พร้อมอุปกรณ์ ซึ่งเป็นเครื่องอบที่มีขนาดใหญ่ โดยมีอัตราการอบเฉลี่ย 400 ตันต่อวัน ราคาเครื่องอบพร้อมอุปกรณ์ ประมาณ 5,500,000 บาท โรงเรือนขนาดประมาณ 2.5 งาน มูลค่า 625,000 บาท ค่าที่ดินประมาณ 6,250 บาท/ปี ใช้เชื้อเพลิงแกลบ 600 กิโลกรัมต่อชั่วโมง พลังงานไฟฟ้ารวม 203.5 แรงม้า ค่าแรงงาน 45,000 บาท

3.7 การศึกษาข้อมูลด้านพลังงาน

เปรียบเทียบการใช้พลังงานในแต่ละส่วนของระบบการอบลดความชื้นข้าวเปลือก เพื่อใช้เป็นแนวทางในการลดพลังงานในระบบการอบ โดยได้จำแนกตามระบบการทำงานหลัก กำลังการผลิต พลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้ ของระบบเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือก

3.7.1 หลักการวิเคราะห์

(1) เปรียบเทียบการใช้พลังงาน และค่าใช้จ่ายด้านพลังในระบบเครื่องอบเมื่อใช้เชื้อเพลิงต่างชนิดกัน

(2) เปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงาน และสัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ในระบบเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือกแต่ละชนิด

(3) เปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละส่วนของระบบเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือก

3.7.2 ขอบเขตการศึกษาในด้านพลังงาน

ผู้วิจัยแบ่งกรณีที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้านพลังงาน โดยแบ่งตามระบบการทำงานหลักและอัตราการอบ ดังนี้

กรณีที่ 1 ศึกษาการใช้พลังงานในเครื่องอบข้าวเปลือก ระบบ Recircutating (ไหลงวดหมุนเวียน) กำลังการผลิต 30 ตัน / วัน โดยใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล (รุ่น KPD-03)

กรณีที่ 2 ศึกษาการใช้พลังงานในเครื่องอบข้าวเปลือก ระบบ Recircutating (ไหลงวดหมุนเวียน) กำลังการผลิต 30 ตัน / วัน โดยใช้เชื้อเพลิงแกลบ (รุ่น KPD-03)

กรณีที่ 3 ศึกษาการใช้พลังงานในเครื่องอบข้าวเปลือก ระบบ Recircutating (ไหลงวดหมุนเวียน) โดยใช้เชื้อเพลิงแกลบ กำลังการผลิต 400 ตัน / วัน (รุ่น W-360)

กรณีที่ 4 ศึกษาการใช้พลังงานในเครื่องอบข้าวเปลือก ระบบ Continuous (ไหลต่อเนื่อง) โดยใช้เชื้อเพลิงแกลบ กำลังการผลิต 400 ตัน / วัน ใช้ระบบ LSU (HRD-150)

กรณีที่ 5 ศึกษาการใช้พลังงานในเครื่องอบระบบ Continuous (ไหลต่อเนื่อง) โดยใช้เชื้อเพลิงแกลบ กำลังการผลิต 400 ตัน / วัน ใช้ระบบ LSU+FLUIDIZED BED (DR-20F)