บทที่ 4
ผลและการวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาการผลิตข้าวหลามชุมชนหนองมน

จากการศึกษาการผลิตข้าวหลามชุมชนหนองมนของข้าวหลามแม่สุภา พบว่า วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตข้าวเกรียบหลาม คือ ข้าวเหนียว ร้อยละ 58.14 น้ำกะทิ ร้อยละ 11.63 น้ำตาลทราย ร้อยละ 23.25 รายละเอียดของวัตถุดิบ แสดงในตาราง 3

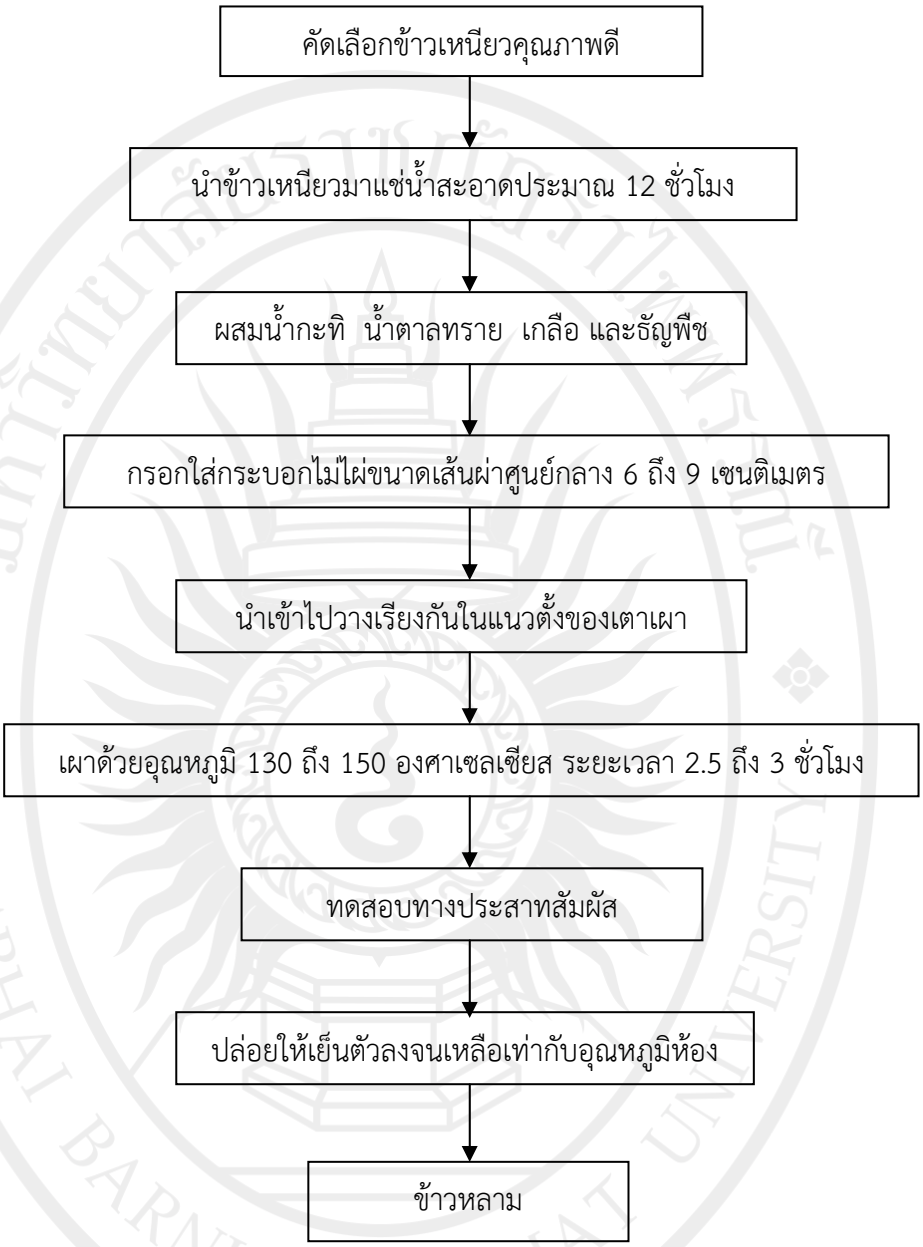
ตาราง 3 ปริมาณและร้อยละของวัตถุดิบในการผลิตข้าวหลามแม่สุภา

ส่วนผสมและวัตถุดิบ	ปริมาณ (กิโลกรัม)	คิดเป็นร้อยละ
1. ข้าวเหนียว	25	58.14
2. น้ำกะทิ	5	11.63
3. น้ำตาลทราย	10	23.25
4. เกลือ	1	2.33
5. ธัญพืช	2	4.65
รวม		

ที่มา : วิสูตร (2556)

การผลิตข้าวหลามเริ่มจากทำการคัดเลือกข้าวเหนียวคุณภาพดี นำมาแช่ด้วยน้ำสะอาดเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาผสมกับน้ำกะทิ น้ำตาลทราย เกลือและธัญพืช (ถั่วดำ เมล็ดบัว เป็นต้น) ให้เข้ากัน นำใส่กระบอกไม้ไผ่ที่ตัดเป็นท่อน ๆขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 ถึง 9 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร นำไปเข้าเตาเผาขนาดกว้าง 1.4 เมตร ยาว 1.8 เมตร และสูง 1.2 เมตร ใช้พลังงานแก๊สเป็นเชื้อเพลิงด้วยอุณหภูมิระหว่าง 130 ถึง 150 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2.5 ถึง 3 ชั่วโมง โดยการวางเรียงกันในแนวตั้งภายในเตาเผา หลังจากทำการเผาข้าวหลามตามเวลาที่กำหนด จะนำข้าวหลามที่อยู่ในเตาเผาออกมาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยการชิมหรือสังเกตด้วยสายตา หากพบข้าวหลามที่ยังไม่สุกตามคุณภาพจะทำการแยกกระบอกข้าวหลามออกไว้ต่างหาก โดยจะทำการเข้าเตาเผาด้วยระยะอุณหภูมิตามเดิมและเมื่อข้าวหลามสุกดีแล้วจะนำออกมาวางเรียงกันภายในตระกร้าแล้วรอให้ข้าวหลามค่อย ๆเย็นตัวลงจนเหลืออุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง จะได้ข้าวหลามพร้อมจำหน่าย แสดงดังภาพประกอบ 1

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนการผลิตข้าวหลาม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

4.2 ผลการศึกษาพัฒนาเตาเผาข้าวหลามชุมชนหนองมน

4.2.1 ผลการทดสอบสภาวะเตาเผาข้าวหลามแบบปัจจุบัน

ผลการศึกษาเตาเผาข้าวหลามชุมชนหนองมน ภาพประกอบ 2 พบว่า เตาเผาที่ใช้ในชุมชนหนองมน ส่วนใหญ่เป็นเตาเผาที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงแก๊สมีขนาดกว้าง 1.4 เมตร ยาว 2.0 เมตร และสูง 1.2 เมตร ลักษณะโครงสร้างทำด้วยเหล็กกล่องขนาด 1 x 1 นิ้ว ขาตั้งมีล้อเลื่อนทั้ง 4 ขา ผนังภายนอกทั้งหมดทำด้วยแผ่นเหล็กสังกะสีทุกด้าน ฝาปิดด้านหน้าเป็นประตูสำหรับเปิดภายในเตาจำนวน 4 บาน ทั้งส่วนด้านบนและล่าง ภายในเตาเผามีรางขนาดกว้าง 0.1 เมตร ยาว 1 เมตร และสูง 0.12 เมตร สำหรับวางกระบอกข้าวหลามจำนวน 2 ชั้น โดยแบ่งเป็นชั้นละ 8 แถว และในแต่ละแถวจะสามารถบรรจุกระบอกข้าวหลามได้ 18 ถึง 20 กระบอกต่อแถว รวมสามารถกระบอกข้าวหลามทั้งสิ้น 230 กระบอก ต่อการเผาในแต่ละครั้ง โดยการวางเรียงชิดติดกันในแนวตั้ง เมื่อต้องการเผาข้าวหลามให้ทำการปิดฝาเตาด้านหน้าทั้ง 2 ชั้นแล้วทำการจุดไฟที่หัวเตาทั้ง 8 หัว เพื่อทำการเผาข้าวหลามด้วยอุณหภูมิ 130-150 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2.5 - 3 ชั่วโมง

ภาพประกอบ 2 เตาเผาข้าวหลามที่ใช้ในชุมชนหนองมน

ผลการทดสอบสภาวะของเตาเผาข้าวหลามก่อนการพัฒนา โดยทำการทดสอบอุณหภูมิ และการกระจายความร้อนภายในเตาเผาด้วยเครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ โดยวัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์ แบบอินฟาเรด ยี่ห้อ Digicon รุ่น DP-88 ณ ตำแหน่งด้านหน้า ด้านกลาง และด้านหลังเตา ได้ผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการทดสอบสภาวะเตาเผาข้าวหลามก่อนการพัฒนา

สภาวะเตาเผาข้าวหลาม	ตำแหน่ง		
	ด้านหน้า	**ด้านกลาง**	**ด้านหลัง**
1.อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	131. 03[a] ±1.98	139. 80[b] ±1.57	150. 57[c] ±2.12

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

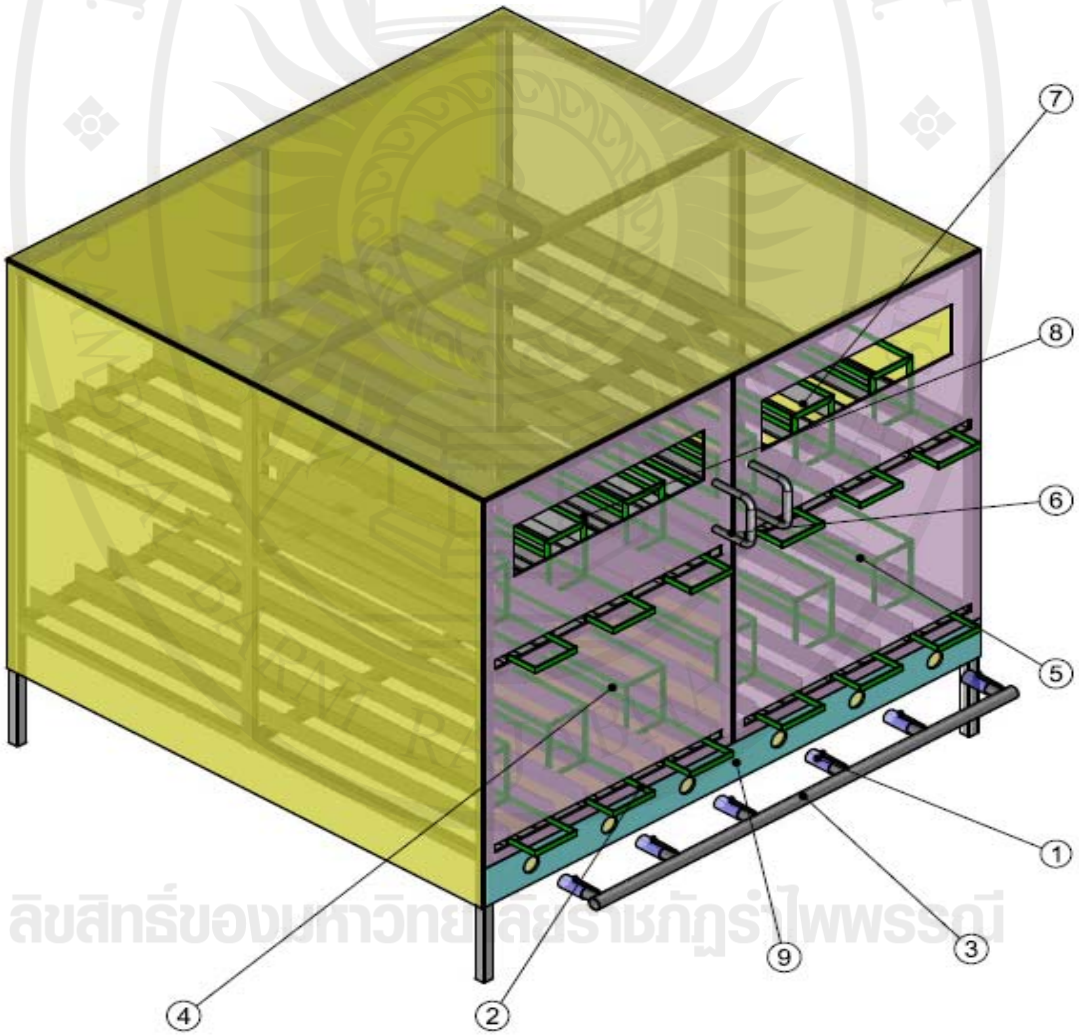
ผลการทดสอบอุณหภูมิเตาเผาข้าวหลามก่อนการพัฒนาด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่ง ด้านหน้า ด้านกลาง และด้านหลังของเตาเผา พบว่า อุณหภูมิภายในเตาเผาทั้ง 3 ตำแหน่ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยตำแหน่งด้านหน้าเตามีอุณหภูมิต่ำที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 131.30 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ ตำแหน่งด้านกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 139.80 องศาเซลเซียส และตำแหน่งด้านหลังเตา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 150.57 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากภายในเตาเผาข้าวหลามมีการกระจายความร้อนจากหัวแก๊สจำนวนทั้งสิ้น 8 หัว ซึ่งจะทำการกระจายความร้อนจากด้านล่างของเตา ขึ้นสู่ด้านบนของเตาความจึงขึ้นไปสะสมบริเวณดานบนและด้านหลังของเตา

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเตาเผาข้าวหลามชุมชนหนองมน พบว่า อุณหภูมิและการกระจายความร้อนภายในเตาเผามีการกระจายความร้อนจากด้านล่างขึ้นไปยังด้านบนของเตาเผา โดยที่อุณหภูมิจะสะสม ณ ตำแหน่งชั้นบนของเตาเผาทำให้กระบอกข้าวหลามในส่วนบนจะสุกก่อน เนื่องจากอุณหภูมิสูงกว่าด้านล่างของเตา ส่วนด้านหน้าของเตาการกระจายอุณหภูมิและความร้อนยังกระจายมาได้น้อยกว่าจุดที่อยู่หลังเตา ส่งผลให้อุณหภูมิหน้าเตาต่ำกว่ากระบอกข้าวหลามที่อยู่ด้านหน้าเตาจึงสุกช้ากว่า ประสิทธิภาพโดยรวมของเตาเผาข้าวหลามชุมชนหนองมน พบว่า อุณหภูมิและการกระจายความร้อนภายใน ไม่สม่ำเสมอกันโดยพบที่ด้านบนของเตาจะมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดอื่น ๆ ของเตาเผา และขนาดถังแก๊สปริมาณ 48 กิโลกรัม จะสามารถเผาข้าวหลามได้ 3 ครั้ง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

4.2.2 ผลการพัฒนาเตาเผาข้าวหลามและทดสอบสภาวะของเตา

ผลการพัฒนาเตาเผาข้าวหลามชุมชนหนองมน พบว่า ขนาดเตาเผาข้าวหลามที่ได้พัฒนามีขนาดกว้าง 130 เซนติเมตร ยาว 125 เซนติเมตร และสูง 130 เซนติเมตร ใช้พลังงานแก๊สเป็นเชื้อเพลิงขนาด ½ นิ้ว แบบโยกจำนวน 7 หัว สามารถปรับแรงดันแก๊สได้ด้วยมือโยก ขนาดท่อเหล็ก ขนาด ¾ นิ้ว มีรูเพื่อเพิ่มปริมาณอากาศเข้าขนาด 5 มิลลิเมตร (1) มือจับรางวางข้าวหลามจำนวน 12 ราง (2) **สาย**ท่อแก๊ส ขนาด ½ นิ้ว (3) ประตูปิดเตาเผาทำด้วยเหล็กแผ่นหนา 0.2 เซนติเมตร บุด้วยฉนวนกันความร้อนหนา 50 มิลลิเมตร จำนวน 2 บาน ภายนอกมีเกจแสดงอุณหภูมิภายในเตาเผาจำนวน 3 จุด (4) (5) มือจับฝาเปิดประตูด้านซ้าย - ขวา (6) ช่องมองผลิตภัณฑ์ภายในผ่านกระจกขนาดความกว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร หนา 0.6 เซนติเมตร ด้านขวา **และ**ด้านซ้าย (7) (8) และด้านล่างของเตาเผามีภาชนะรองรับเศษเหลือจากกระบวนการเผาข้าวหลาม (9) ดังภาพประกอบ 3



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพประกอบ 3 เตาเผาข้าวหลามที่ได้รับการพัฒนา

ภายในเตาเผาใช้เหล็กกล่องขนาดเหล็กกล่อง ขนาด 1 x 2 นิ้ว นำมาประกอบเป็นโครงสร้างหลัก เหล็กฉากขนาด 1 x 1 นิ้ว ใช้เป็นส่วนรองรับรางบรรจุกระบอกข้าวหลาม ทำการประกอบเข้าด้วยกันด้วยลวดเชื่อมขนาด 2.6 มิลลิเมตร ยึดแผ่นเหล็กด้วยสกรูเกลียวปล่อยขนาด 1 นิ้ว และทำการทดสอบสภาวะเตาเผาข้าวหลามที่ได้รับการพัฒนา การกระจายความร้อน ณ ตำแหน่งด้านหน้า ด้านกลาง และด้านหลังเตา

ผลการทดสอบกระจายความร้อนภายในเตาเผา เมื่อทำการวัดการกระจายความร้อนอุณหภูมิภายในเตาเผา ด้วยเครื่องมือวัดและบันทึกอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งด้านหน้า ด้านกลาง และด้านหลังเตา ได้ผลดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการทดสอบสภาวะเตาเผาข้าวหลามที่ได้รับการพัฒนา

สภาวะเตาเผาข้าวหลาม	**ตำแหน่ง**		
	ด้านหน้า	**ด้านกลาง**	**ด้านหลัง**
1.อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส	$150.67^{ns} \pm 1.15$	$150^{ns} \pm 0.00$	$149^{ns} \pm 1.00$

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ผลการทดสอบอุณหภูมิเตาเผาข้าวหลามที่ได้รับการพัฒนา ด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งด้านหน้า ด้านกลาง และด้านหลังของเตาเผา พบว่า อุณหภูมิภายในเตาเผาทั้ง 3 ตำแหน่ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยมีอุณหภูมิ เท่ากับ 150.67 150 และ 149 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าภายในเตาเผาข้าวหลามมีการกระจายความร้อนที่สม่ำเสมอ เนื่องจากปริมาณอากาศกับปริมาณแก๊สที่เข้าไปในเตาเผาทั้ง 7 หัว มีความเหมาะสม อีกทั้งยังมีช่องระบายความร้อนภายในเตาเผาที่ด้านบน ทำให้สามารถกำหนดปริมาณความร้อนที่ระบายออกได้ โดยสามารถอ่านค่าอุณหภูมิได้จากเกจวัดอุณหภูมิภายในเตาเผาข้าวหลาม ส่งผลให้เพิ่มประสิทธิภาพสามารถควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวหลามและลดการสูญเสียเวลาในการเผาข้าวหลามในแต่ละครั้งลง ด้วยเวลาภายใน 2 ชั่วโมง

ผลการทดสอบอุณหภูมิภายนอกที่ผนังเตาเผาข้าวหลามที่ได้รับการพัฒนาในแต่ละด้านโดยเฉลี่ยเมื่อทำการวัดอุณหภูมิด้วยเครื่องวัด และบันทึกอุณหภูมิ โดยวัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์ แบบอินฟาเรดยี่ห้อ Digicon รุ่น DP-88 ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ณ บริเวณผนังภายนอกด้านหน้า ผนังภายนอกด้านซ้าย ผนังภายนอกด้านขวา ผนังภายนอกด้านหลัง และผนังภายนอกด้านบนเตาเผาข้าวหลาม ได้ค่าเฉลี่ยดังตาราง 6

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 6 ผลการทดสอบอุณหภูมิผนังด้านนอกเตาเผาข้าวหลามที่ได้รับการพัฒนา

ครั้งที่	ตำแหน่งผนังด้านนอกเตา (องศาเซลเซียส)				
	ด้านหน้า	ด้านซ้าย	ด้านขวา	ด้านหลัง	ด้านบน
1	68	61	60	56	57
2	66	61	60	55	52
3	66	62	62	55	55
เฉลี่ย	66.67	61.33	60.67	55.33	54.67

ผลการทดสอบอุณหภูมิที่ผนังภายนอกเตาเผาข้าวหลามที่ได้รับการพัฒนา โดยทำการบุฉนวนกันความร้อนใยหินความหนา 50 มิลลิเมตร ในทุกด้านของเตาเผาข้าวหลาม แล้วทำการวัดอุณหภูมิด้วยเครื่องวัด และบันทึกอุณหภูมิโดยเฉลี่ย พบว่า บริเวณผนังภายนอกด้านหน้ามีค่าอุณหภูมิ 66.67 องศาเซลเซียส ผนังภายนอกด้านซ้ายมีค่าอุณหภูมิ 61.33 องศาเซลเซียส ผนังภายนอกด้านขวามีค่าอุณหภูมิ 60.67 องศาเซลเซียส ผนังภายนอกด้านหลังมีค่าอุณหภูมิ 55.33 องศาเซลเซียส และผนังภายนอกด้านบนมีค่าอุณหภูมิ 54.67 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายนอกด้านหน้าเตาจะมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยสูงสุด เนื่องจากมีส่วนที่เป็นกระจกสำหรับมองผ่านเข้าไปดูกระบอกข้าวหลาม ซึ่งบริเวณดังกล่าวไม่ได้มีการบุฉนวนกันความร้อน บริเวณด้านข้างซ้ายและขวาของเตาเผาจะมีค่าอุณหภูมิใกล้เคียงกัน บริเวณด้านหลังเตามีอุณหภูมิต่ำสุด เนื่องจากมีช่องระบายความร้อนภายในเตาออกสู่ด้านนอก และด้านบนเตาเผาจะมีอุณหภูมิด้านนอกเตาไม่สม่ำเสมอกัน เนื่องจากอุณหภูมิความร้อนจะไปสะสมที่ตำแหน่งช่องระบายความร้อน

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเตาเผาข้าวหลามที่ได้รับการพัฒนา ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ตามระยะเวลาทุก ๆ 20 นาที จนครบเวลา 120 นาที เพื่อตรวจสอบอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงภายในเตาเผาข้าวหลามระดับอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเตาเผาข้าวหลามที่ได้รับการพัฒนา ที่ระดับอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (นาที)	ด้านหน้า (องศาเซลเซียส)	ด้านกลาง (องศาเซลเซียส)	ด้านหลัง (องศาเซลเซียส)
20	145	138	135
40	148	143	145
60	148	145	145
80	153	150	150
100	153	150	150
120	150	148	148

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเตาเผาข้าวหลามที่ได้รับการพัฒนาที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส (ตาราง 7) พบว่า เมื่อนำส่วนผสมต่าง ๆบรรจุลงกระบอกข้าวหลามเพื่อเตรียมเข้าเตาเผาด้วยรางวางกระบอกข้าวหลาม แล้วทำการตั้งอุณหภูมิภายในเตาเผาให้คงที่ที่ระดับอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส แล้วเริ่มนำรางบรรจุกระบอกข้าวหลามเข้าเตาเผา ทำการอ่านค่าอุณหภูมิเมื่อเวลาผ่านไปทุก ๆ 20 นาที โดยระดับอุณหภูมิที่อ่านได้จะค่อย ๆเพิ่มขึ้นเนื่องจากในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นความชื้นของกระบอกไม้ไผ่ และส่วนผสมต่าง ๆมีปริมาณความชื้นสูง โดยสามารถอ่านค่าอุณหภูมิได้จากเกจวัดอุณหภูมิที่ติดตั้งอยู่ภายในของเตาเผา บริเวณด้านหน้า ด้านกลาง และด้านหลังของเตาเผา อุณหภูมิที่อยู่ภายในเตาเผาระยะเวลาที่อ่านได้ใน 20 นาทีแรก มีค่าเท่ากับ 145 138 และ 135 องศาเซลเซียส และจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปอีก 20 นาที มีค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ที่ระยะเวลา 40 นาที มีค่าเท่ากับ 148 143 และ 145 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ 60 นาที มีค่าอุณหภูมิที่อ่านได้เท่ากับ 148 145 และ 145 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ 80 และ 100 นาที มีค่าอุณหภูมิที่อ่านได้เท่ากันมีค่าเท่ากับ 153 150 และ 150 องศาเซลเซียส และระยะเวลาที่ 120 นาทีมีค่าอุณหภูมิที่อ่านได้เท่ากับ 150 148 และ 148 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในเตาเผาทั้ง 3 ตำแหน่ง บริเวณด้านหน้าเตาจะมีอุณหภูมิสูงมากกว่าด้านกลาง และด้านด้านหลังของเตาเผา เนื่องจากบริเวณด้านหลังของเตาเผามีช่องระบายอุณหภูมิ และเมื่อเวลาผ่านไป 120 นาที นำข้าวหลามที่อยู่ภายในเตาเผามาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ พบว่า ข้าวหลามสามารถสุกพร้อมกันทั้งเตาเผา ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.746/2548 เรื่อง ข้าวหลาม โดยกำหนดข้าวเหนียวต้องเหนียวนุ่ม ไม่เป็นไตแข็งหรือเละ ส่วนประกอบอื่นต้องสุก

4.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างเตาเผาข้าวหลามแม่สุภาแบบปัจจุบัน กับแบบที่ได้รับการพัฒนา และการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

เมื่อดำเนินการจัดการพัฒนาเตาเผาข้าวหลามให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และนำไปทดลองเผาข้าวหลามแล้ว เพื่อให้การวิจัยมีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงทำการวิเคราะห์ผลการวิจัยด้วยหลักทางการจัดการทางวิศวกรรม ดังต่อไปนี้

4.4.1 ผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพเตาเผาข้าวหลามแม่สุภาแบบปัจจุบันกับแบบที่ได้รับการพัฒนา

ตาราง 8 ผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพเตาเผาข้าวหลามแม่สุภาแบบปัจจุบัน กับแบบที่ได้รับการพัฒนา

ปัจจัยที่ใช้ในการเปรียบเทียบ	เตาเผาแบบปัจจุบัน	เตาเผาที่ได้รับการพัฒนา
1. ด้านพลังงาน		
1.1 แรงงานที่ใช้ในการเผาข้าวหลาม	1 ถึง 2 คน	1 ถึง 2 คน
1.2 พลังงานแก๊ส	15 กิโลกรัม	5.7 กิโลกรัม
2. ด้านคุณภาพของข้าวหลาม		
2.1 ลักษณะทั่วไป	ควบคุมไม่ได้	ควบคุมได้
2.2 สี	สม่ำเสมอ	สม่ำเสมอ
2.3 กลิ่น	สม่ำเสมอ	สม่ำเสมอ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.4 กลิ่นรส	สม่ำเสมอ	สม่ำเสมอ
2.5 ลักษณะเนื้อสัมผัส	สม่ำเสมอ	สม่ำเสมอ
3. ด้านประสิทธิภาพในการเผาข้าวหลาม		
3.1 ปริมาณที่ผลิตได้ในแต่ละครั้ง	230 กระบอก	230 กระบอก
3.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการเผาข้าวหลาม	2.50-3 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง
4. ลักษณะของเตาเผาข้าวหลาม		
4.1 เกจวัดอุณหภูมิ 3 ตำแหน่ง	ไม่มี	มี
4.2 ช่องสำหรับดูกระบอกข้าวหลาม	ไม่มี	มี
4.3 ช่องระบายความร้อนออกนอกเตา	ไม่มี	มี
4.4 การปรับอัตราส่วนผสมระหว่างกับปริมาณแก๊ส	ไม่มี	มี
4.5 ถาดสำหรับรองรับของเสีย	ไม่มี	มี
4.6 ฉนวนกันความร้อนใยหิน	ไม่มี	มี
5. การสูญเสียในการเผาข้าวหลาม	พลังงาน เศษวัสดุในเตาเผา เวลา	ไม่พบการสูญเสีย
6. การควบคุมปัจจัยการเผาข้าวหลาม		
6.1 อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาข้าวหลาม	ควบคุมไม่ได้	ควบคุมได้
6.2 ลักษณะการเผาข้าวหลาม	ควบคุมไม่ได้	ควบคุมได้
7. สมรรถนะในการเผาข้าวหลาม	เท่ากัน	เท่ากัน
8. ต้นทุนสร้างเตาเผาข้าวหลาม	45,000 บาท	35,000 บาท

จะเห็นได้ว่าการใช้ตาเผาข้าวหลามที่ได้รับการพัฒนามีประสิทธิภาพสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเตาเผา ข้าวหลามแบบปัจจุบัน อีกทั้งค่าใช้จ่ายในการสร้างเตายังต่ำกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจำนง และสรพงษ์ (2544) ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาต้มน้ำแบบเดิมและแบบปรับปรุง โดยได้ออกแบบสร้างเตาฟืนต้มน้ำโดยปรับจากเตาแบบเดิมแล้วทำการทดลองต้มน้ำเพื่อเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพความร้อนและปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ พบว่า เตาแบบปรับปรุงประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่ได้สูงกว่าเตาแบบเดิมโดยเตาแบบปรับปรุงมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ยร้อยละ 23.19 เตาแบบเดิมประสิทธิภาพเชิงความร้อนร้อยละ 15.29 เตาแบบปรับปรุงใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ย 43 กิโลกรัมต่อการต้มหนึ่งครั้ง ซึ่งน้อยกว่าเตาแบบเดิมที่ใช้เชื้อเพลิงโดยเฉลี่ย 56 กิโลกรัมต่อการต้มหนึ่งครั้ง

4.5.2 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมแบ่งองค์ประกอบในการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทั้งหมด ด้านจุดคุ้มทุนของเตาเผาข้าวหลามชุมชนหนองมน ด้านระยะเวลาในการคืนทุนของเตาเผาข้าวหลามชุมชนหนองมน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการเผาข้าวหลาม (บาทต่อปี)

กำหนดให้ราคาเตาเผาข้าวหลามชุมชนหนองมนมีเท่ากับ 35,000 บาท มูลค่าซากเมื่อสิ้นปีที่ 10 เหลือร้อยละ 10 ของราคาเครื่อง (การตีราคาทรัพย์สิน, 2544) และอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 8 ต่อปี (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2557)

มูลค่าซาก (S) = 0.1 P

= 0.1 x 35,000

= 3,500 บาท

ค่าเสื่อมราคา (D) = $\frac{(P-S)}{L}$

= $\frac{(35,000-3,500)}{10}$

= 3,150 บาทต่อปี

ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R) = $\frac{(P+S)}{2} \times I$

= $\frac{(35,000+3,500)}{2} \times 0.08$

= 1,540 บาทต่อปี

ต้นทุนคงที่ (FC) = ค่าเสื่อมราคา (D) + ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R)

= 3,150 + 1,540

= 4,690 บาทต่อปี

กำหนดให้อัตราค่าแรงวันละ 300 บาท จำนวนคนทำงาน 1 คน ทำงานปีละ 244 วัน อัตราการใช้แก๊ส (LPG) ถังละ 315 บาทค่าแก๊สหน่วยละ 21 บาท สิ้นเปลืองค่าแก๊ส (LPG) เฉลี่ย 3 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ทำงานวันละ 2 ชั่วโมง ค่าบำรุงรักษาเครื่องเฉลี่ยวันละ 5 บาทต่อวัน

ค่าจ้างแรงงาน (W) = (300 x 244)

= 73,200 บาทต่อปี

ค่าแก๊ส (G) = 21 x 3 x 2 x 244

= 30,744 บาทต่อปี

ค่าบำรุงรักษา (M) = 5 x 244

= 1,220 บาทต่อปี

ค่าต้นทุนแปรผัน (VC) = ค่าจ้างแรงงาน + ค่าแก๊ส+ค่าบำรุงรักษา

= 73,200 + 30,744 + 1,220

= 105,164 บาทต่อปี

ดังนั้น

ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (AC) = ต้นทุนคงที่ + ต้นทุนแปรผัน

= 4,690 + 105,164

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

= 109,854 บาทต่อปี

จุดคุ้มทุน (Break even point) ของเตาเผาข้าวหลามชุมชนหนองมน

กำหนดให้ราคาขายหลังหักต้นทุนค่าวัตถุดิบต่อกระบอกมีค่าเท่ากับ 18 บาทต่อกระบอก และใน 1 ปีเตาเผาข้าวหลามชุมชนหนองมนเดินเครื่องทำงาน 244 วัน เวลาทำงาน 2 ชั่วโมงต่อวัน เท่ากับเดินเครื่องทำงานเท่ากับ 488 ชั่วโมงต่อปี สมรรถนะของเตาเผาข้าวหลามชุมชนหนองมนสามารถเผาข้าวหลามได้ 115 กระบอกต่อชั่วโมง และใน 1 ปีสามารถเผาข้าวหลามได้ 56,120 กระบอกต่อปี

$$BEP_S = \frac{(FC)}{(SU_U - VC_U)}$$

$$= \frac{(4,690)}{\left(18 - \left(\frac{109,854}{56,120}\right)\right)}$$

ดังนั้น จุดคุ้มทุน = 293 กระบอกต่อปี

ระยะเวลาในการคืนทุนของเตาเผาข้าวหลามชุมชนหนองมน

รายได้จากการขายข้าวหลามมีค่าเท่ากับ 7 บาทต่อกระบอก และใน 1 ปีเตาเผาข้าวหลามชุมชนหนองมนสามารถเผาข้าวหลามได้ 56,120 กระบอกต่อปี ทำให้มีรายได้เท่ากับ 392,840 บาทต่อปี

$$PBP = \frac{MC}{P}$$

กำไร (P) = 392,840 – 109,854

= 282,986 บาท

ดังนั้น

ระยะเวลาในการคืนทุน $= \frac{35,000}{282,986}$

= 0.13 ปี หรือประมาณ 1 เดือน 18 วัน

จากการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ถ้าหากราคาเตาเผาข้าวหลามชุมชนหนองมนมีราคา 35,000 บาท ต้นทุนข้าวหลาม 18 บาทต่อกระบอก พบว่าจุดคุ้มทุนจะอยู่ที่การผลิต 293 กระบอกต่อปี และสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 1 เดือน 18 วัน สอดคล้องกับงานวิจัยของดาราพร และวันทนีย์ (2549) ศึกษาออกแบบพัฒนาประสิทธิภาพเชิงความร้อนเตาอบไก่แบบถังขนาด 60 ลิตร และศึกษาระยะเวลาคุ้มทุนของเตาที่พัฒนาแล้วเปรียบเทียบกับเตาต้นแบบ พบว่าเตาอบไก่ที่พัฒนามีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ยถึงร้อยละ 19.26 มีระยะเวลาคุ้มทุน 0.79 ปี และเตาอบไก่ต้นแบบมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ยเพียงร้อยละ 7.66 และมีระยะเวลาคุ้มทุน 0.53 ปี