



รายงานการวิจัย  
เรื่อง

การพัฒนาเครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์แบบมีส่วนร่วม  
ของกลุ่มเกษตรกรปลูกกล้วย จังหวัดปราจีนบุรี

The Development of Banana Fumigator by Electricity and Solar  
Power Coordinative System with Participation of Banana Farmer  
in Prachinburi Province

ผศ.ดร.อุดมศักดิ์ กิจทวี่  
ผศ.ดร.กระวี ตรีอำนรรค  
นางธมลวรรณ เปรมศรี  
ดร.รังสรรค์ จอมทะรักษ์

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต



รายงานการวิจัย  
เรื่อง

การพัฒนาเครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์แบบมีส่วนร่วม  
ของกลุ่มเกษตรกรปลูกกล้วย จังหวัดปราจีนบุรี

The Development of Banana Fumigator by Electricity and Solar  
Power Coordinative System with Participation of Banana Farmer  
in Prachinburi Province

ผศ.ดร.อุดมศักดิ์ กิจทวี่

(คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต)

ผศ.ดร.กระวี ตรีอำนรรค

(สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)

นางธมลวรรณ เปรมศรี

(ศูนย์การศึกษานอกสถานที่ตั้งนครนายก มหาวิทยาลัยสวนดุสิต)

ดร.รังสรรค์ จอมทะรังค์

(คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต)

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัย ปีงบประมาณ 2560)



<b>หัวข้อวิจัย</b>	การพัฒนาเครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์แบบมีส่วนร่วมของกลุ่มเกษตรกรปลูกกล้วย จังหวัดปราจีนบุรี
<b>ผู้ดำเนินการวิจัย</b>	ผศ.ดร.อุดมศักดิ์ กิจทวี ผศ.ดร.กระวี ตรีอำนาจ นางธมลวรรณ เปรมศรี ดร.รังสรรค์ จอมทะรักษ์
<b>หน่วยงาน</b>	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ศูนย์การศึกษานอกสถานที่ตั้งนครนายก มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
<b>ปี พ.ศ.</b>	2561

การวิจัยเรื่องการพัฒนาเครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์แบบมีส่วนร่วมของกลุ่มเกษตรกรปลูกกล้วยจังหวัดปราจีนบุรี มีวัตถุประสงค์ เพื่อได้เครื่องต้นแบบที่ทำงานประสิทธิภาพสูง ตามหลักวิชาการพลศาสตร์ และนำผลงานไปถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบกล้วยสู่ชุมชน โดยเครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย เครื่องอบกล้วยมีขนาดความกว้าง 1,000 mm ความยาว 1,000 mm และความสูง 1,820.74 mm ทำจากสแตนเลสหนา 2 mm ภายในประกอบด้วยแท่งให้ความร้อนขนาด 650 W พร้อมเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและชุดอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ และแผงรับแสงอาทิตย์มีความกว้าง 825.13 mm ยาว 2,400 mm สูง 800 mm จำนวน 4 แผง โดยเครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์มีผลการทดสอบดังนี้ ค่าความชื้นกล้วยตากจากการอบกล้วยด้วยระบบไฟฟ้าร่วมกับแผงรับแสงอาทิตย์และระบบไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว มีค่าความชื้นร้อยละ 20.35 และ 21.94 ตามลำดับ อัตราการอบแห้งของการอบด้วยระบบไฟฟ้าร่วมกับแผงรับแสงอาทิตย์และระบบไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว มีค่า 69.55 %/hr และ 54.66 %/hr ตามลำดับ การใช้ไฟฟ้าของการอบกล้วยด้วยระบบไฟฟ้าร่วมกับแผงรับแสงอาทิตย์และระบบไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว มีจำนวน 48.72 kw-hr และ 73.15 kw-hr ตามลำดับ คิดเป็นค่าไฟประมาณ 73.92 บาท และ 112.3 บาท ตามลำดับ ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานในชุมชนจึงสามารถทำกล้วยตากด้วยเครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์ได้ต่อเนื่องทั้งกลางวันและกลางคืน โดยไม่จำเป็นต้องมีผู้ปฏิบัติงานไปควบคุมความร้อนตลอดระยะเวลาการอบ

<b>Research Title</b>	The Development of Banana Fumigator by Electricity and Solar Power Coordinative System with Participation of Banana Farmer in Prachinburi Province
<b>Researcher</b>	Assit. Prof. Udomsak Kitthawee Assit. Prof. Krawee Treamnuk Mrs. Thamonwan Pramsri Dr. Rangsan Jomtarak
<b>Organization</b>	Faculty of Science and Technology, Suan Dusit University Institute of Engineering, Suranaree University of Technology Suan Dusit University Nakhonnayok, Suan dusit University
<b>Year</b>	2018

This research was aimed to developing the banana fumigator by electricity and solar power coordinative system at high performance and using to the community. The banana fumigator by electricity and solar power coordinative system consisted of a banana oven with a width of 1,000 mm, length of 1,000 mm and height of 1,820.74 mm, made of stainless steel, 2 mm thick. The heater consisted of 650 W heating rod with sensor. The inner temperature of oven was control by temperature control set. The solar panel was width 825.13 mm, length 2,400 mm, height 800 mm which had 4 solar panels in system. The result showed that moisture content of bananas from combined with solar panels and electrical systems and only heater system was 20.35 and 21.94 %, respectively. The drying rate of combined with solar panels and electrical systems and only heater system was only 69.55 %/hr and 54.66 %/hr, respectively. The electric consumption of combined with solar panels and electrical systems and only heater system amounted to 48.72 kw-hr and 73.15 kw-hr, respectively, and accounted for 73.92 baht and 112.3 baht respectively. Then, the operator in community was easy to use the banana fumigator by electricity and solar power coordinative system, continuously even day and night. Moreover, the system did not require the operator to control the heat throughout the drying process.

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ บุคลากรในหลายส่วนที่ให้ความกรุณาให้ความช่วยเหลือทั้งในด้านการให้ข้อมูล ข้อเสนอแนะ คำปรึกษาแนะนำ และความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการวิจัย และขอขอบคุณทุกท่านและหน่วยงานทุกหน่วยงานที่ทางโครงการวิจัยเข้าไปร่วมใช้พื้นที่และเครื่องมือวิจัยต่างๆ จนโครงการวิจัย เสร็จสิ้นสมบูรณ์ อีกทั้งคณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ทีมวิจัยที่มีความเข้มแข็งและให้ความร่วมมือด้วยดีเสมอมา โดยเฉพาะนายบุญศรี จันทร์ไชย นายกองค้การบริหารส่วนตำบลคงขี้เหล็ก ที่เป็นกำลังสำคัญในการให้ความเห็นต่างๆ เกี่ยวกับโครงการวิจัย อีกทั้งยังสนับสนุนพื้นที่ในการใช้ประโยชน์ในส่วนชุมชนให้สำเร็จลุล่วงไปได้ ท้ายที่สุดนี้ โครงการวิจัยขอขอบพระคุณคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิสำหรับการประเมินงานวิจัย และมหาวิทยาลัยสวนดุสิตที่ช่วยส่งเสริมสนับสนุนในการอุดหนุนการทำวิจัยด้วยดี

คณะผู้วิจัย

2561

## สารบัญ

	หน้า	
บทคัดย่อภาษาไทย	ก	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข	
กิตติกรรมประกาศ	ค	
สารบัญ	ง	
สารบัญตาราง	ฉ	
สารบัญภาพ	ช	
<b>บทที่ 1</b>	<b>บทนำ</b>	1
	ความเป็นมาและความสำคัญ	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
	ขอบเขตการวิจัย	2
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
<b>บทที่ 2</b>	<b>แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	3
	กล้วย	3
	การแปรรูปกล้วย	5
	กล้วยตาก	6
	วิธีทำกล้วยตาก	7
	กล้วยอบ	8
	คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยตาก/กล้วยอบ	8
	ผลิตภัณฑ์จากกล้วยอื่นๆ	9
	มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกล้วยอบ	9
	กล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน	10
	การส่งผ่านความร้อน	11
	พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ	14
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	18
<b>บทที่ 3</b>	<b>วิธีดำเนินการวิจัย</b>	19
	แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับตัวแทนชุมชน ในเรื่องการอบกล้วยปัจจุบันในพื้นที่	19
	หลักการออกแบบและสร้างเครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์	19

<b>บทที่ 4</b>	<b>ผลการวิจัย</b>	29
	ส่วนที่ 1 วิเคราะห์ผลการออกแบบเครื่องอบกล้วย	29
	ส่วนที่ 2 วิเคราะห์ผลการออกแบบแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์	30
	ส่วนที่ 3 วิเคราะห์ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์	31
<b>บทที่ 5</b>	<b>สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ</b>	36
	สรุปผลการวิจัย และอภิปรายผล	36
	ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	37
	ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	37
<b>บรรณานุกรม</b>		38
	บรรณานุกรมภาษาไทย	38
	บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ	39
<b>ประวัติผู้วิจัย</b>		41

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	พื้นที่ปลูกกล้วยปี 2556 ในจังหวัดปราจีนบุรี	4
2.2	ข้อมูลพื้นที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตเฉลี่ยของกล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ และกล้วยหอม ปี 2552-2556 ในประเทศไทย	4
2.3	ค่าสภาพการนำความร้อนของประเภทของวัสดุบางชนิด	13
4.1	กล้วยตากยี่ห้อ banana society	32
4.2	กล้วยตากยี่ห้อ ลานทอง	32
4.3	ค่าแสดงรายการต่างๆ เกี่ยวกับเครื่องอบกล้วยโดยใช้ระบบไฟฟ้าเป็นแหล่งให้ความร้อนเพียงระบบเดียว	33
4.4	ค่าแสดงรายการต่างๆ เกี่ยวกับเครื่องอบกล้วยโดยใช้ระบบไฟฟ้าร่วมกับแผงรับแสงอาทิตย์เป็นแหล่งให้ความร้อน	34

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	เครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์	20
3.2	การออกแบบความกว้างและความยาวของเครื่องอบกล้วย	20
3.3	การออกแบบความกว้างและความสูงของเครื่องอบกล้วย	21
3.4	ฝาท่อเครื่องอบกล้วย	21
3.5	ท่อระบายอากาศ	22
3.6	การออกแบบเครื่องอบกล้วยที่ออกแบบและใช้งานจริง	22
3.7	การออกแบบแผง collector	24
3.8	การออกแบบส่วนโค้งพาราโบลา	25
3.9	การออกแบบแผง collector โดยมีความยาวเท่ากับแผ่นสแตนเลสบาง 2.4 m	25
3.10	การออกแบบโครงเหล็ก	26
3.11	การออกแบบฐาน	26
3.12	การออกแบบของฐาน	27
3.13	แสดงการออกแบบของฐาน	27
3.14	ของฐานที่ออกแบบและใช้งานจริง	27
3.15	แผง collector ที่ออกแบบและใช้งานจริง	28
4.1	การออกแบบเครื่องอบกล้วย	29
4.2	แผง collector ที่ออกแบบและใช้งานจริง	30
4.3	เครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าแสงอาทิตย์ ก.ตู้อบ ข.แผงรับแสงอาทิตย์	31
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกล้วยตากและระยะเวลา โดยใช้ตัวให้ความร้อน (ระบบไฟฟ้า)	33
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกล้วยตากและระยะเวลาโดยใช้แผงรับแสงอาทิตย์ร่วมไฟฟ้า	35
4.6	กล้วยตากที่ได้จากเครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าแสงอาทิตย์ ก.กล้วยก่อนอบ ข.กล้วยหลังอบ	35

## บทที่ 1 บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญ

กล้วยเป็นสินค้าที่มีการส่งออกไปประเทศต่างๆ ทั่วโลก โดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกา จีน ญี่ปุ่น และฮ่องกง โดยส่วนใหญ่เป็นกล้วยหอมและกล้วยไข่ ในปี 2558 ไทยส่งออกกล้วยสดเป็นจำนวน 33 พันตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 459 ล้านบาท กล้วยอบแห้งเป็นจำนวน 770 ตัน คิดเป็นมูลค่า 124 ล้านบาท ในปี 2557 ไทยส่งออกกล้วยสดเป็นจำนวน 31 พันตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 470 ล้านบาท กล้วยอบแห้งเป็นจำนวน 598 ตัน คิดเป็นมูลค่า 108 ล้านบาท ในปี 2555 ไทยส่งออกกล้วยสดเป็นจำนวน 21 พันตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 252 ล้านบาท กล้วยอบแห้งเป็นจำนวน 317 ตัน คิดเป็นมูลค่า 80 ล้านบาท (กรมศุลกากร, 2558) จากข้อมูลการส่งออกสามารถสังเกตได้ว่า ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตกล้วยที่มีคุณภาพ มาตรฐานในการส่งออกไปทั่วโลก รวมถึงมีความสามารถในการเพิ่มปริมาณส่งออกทั้งกล้วยสดและกล้วยอบแห้ง อีกทั้งประเทศไทยมีศักยภาพในการปลูกกล้วยที่ทุกจังหวัดอยู่แล้ว แต่กล้วยมีข้อเสียที่ชัดเจนในเรื่องการเก็บรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะกล้วยสุก การแปรรูปกล้วยจึงเป็นอีกทางในการเพิ่มมูลค่ากล้วยและยืดอายุการเก็บรักษา และยังเป็นอีกทางในการสร้างรายได้ให้กับประชาชนทั่วไป ซึ่งปัจจุบันมีตัวอย่างของชุมชนซึ่งมีศักยภาพในการผลิตกล้วยเพื่อการส่งออกอยู่หลายพื้นที่ เช่น ที่อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก ด้วยการพัฒนากระบวนการผลิตและเพิ่มรสชาติของกล้วยตาก ทำให้ชุมชนบางกระทุ่ม สามารถทำให้กล้วยตากที่ราคาลูกละ 1.5 บาท เป็นราคาลูกละ 10 บาทและเป็นพื้นที่ตัวอย่างที่ส่งออกกล้วยตากไปต่างประเทศ (เสริม จันทรฉาย, 2558)

ประเทศไทยให้ความสำคัญเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กล้วยอบอย่างมากจนมีมาตรฐานทั้งของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.112/2546 กล้วยอบ; มผช.111/2546 กล้วยทอดกรอบ; มผช.757/2548 กล้วยในน้ำผึ้ง; มผช.1223/2549 ซอสกล้วย), มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 586-2528 กล้วยอบ), และมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.0006-2548 กล้วย) ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนากล้วยให้เป็นที่ไปตามมาตรฐาน และสนับสนุนให้เป็นการเพิ่มมูลค่าพืชพื้นฐานที่สามารถปลูกได้ทั่วประเทศ คณะผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาเครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์แบบมีส่วนร่วมของกลุ่มเกษตรกรปลูกกล้วย จังหวัดปราจีนบุรี

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อได้เครื่องต้นแบบที่ทำงานประสิทธิภาพสูง
2. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบกล้วยสู่ชุมชน

## ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตของการทำวิจัยในครั้งนี้ มีดังนี้

1. สำนักรวบรวมข้อมูลของเกษตรกรในจังหวัดปราจีนบุรี ซึ่งทำการผลิตกล้วย หรือผลิตกล้วยตาก หรือกล้วยที่ปลูกประจำบ้าน
2. แบบเครื่องอบกล้วยด้วยระบบรวมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์
3. สร้างเครื่องอบกล้วยด้วยระบบรวมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์
4. ทดสอบเครื่องอบกล้วยด้วยระบบรวมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์
5. วิเคราะห์และแก้ปัญหาเครื่องอบกล้วยด้วยระบบรวมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เครื่องอบกล้วยด้วยระบบรวมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์ ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ สะอาด และปลอดภัย
2. สร้างอาชีพให้ชุมชนจนเป็นรู้จัก

## บทที่ 2

### แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คนไทยรู้จักกล้วยกันมาตั้งแต่เริ่มมีการก่อตั้งประเทศไทย เพราะประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่เป็นแหล่งกำเนิดกล้วยจึงมีกล้วยป่า และกล้วยปลุกอยู่ทั่วไป คนไทยจึงรู้จักการใช้ประโยชน์จากส่วนต่างๆ ของกล้วยเป็นอย่างดี การปลุกกล้วยในสมัยโบราณเป็นการปลุกเพื่อไว้ใช้สอยภายในบ้าน ต่อมาเริ่มมีการค้าขายผลไม้ กล้วยเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่มีการปลูกขายกันมาตั้งแต่สมัยโบราณ

#### กล้วย (Banana)

กล้วยนับได้ว่าเป็นไม้ผลที่คนไทยรู้จักและได้รับความนิยมกันมาอย่างยาวนาน จากการที่กล้วยมีถิ่นกำเนิดในระแวกเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หรือในบริเวณเขตร้อนชื้น ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งในภูมิภาคและอาณาบริเวณดังกล่าว จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า กล้วยมีวิวัฒนาการมา ยาวนาน นับได้ว่าถึง 50 ล้านปีที่แล้ว ดังนั้นจึงถือว่าเป็นไม้ผลที่มนุษยชาติรู้จักใช้และบริโภคเป็นอาหารในหลายลักษณะกันอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นกินสดหรือแปรรูป เชื่อกันว่า กล้วยเป็นไม้ผลชนิดแรก ที่มีการปลูกเลี้ยงไว้ตามบ้านเรือนที่อยู่อาศัย และได้แพร่พันธุ์จากบริเวณดังกล่าวคือบริเวณเอเชียอาคเนย์ไปยังดินแดนอื่นๆ ในระยะเวลาต่อมา

กล้วยมีการปลูกกันมากในบริเวณเอเชียอาคเนย์ แม้ในปัจจุบันถือว่าประเทศอินเดียซึ่งอยู่ในเอเชีย กลางเป็นประเทศที่มีการปลูกกล้วยมากที่สุดในโลก และมีสายพันธุ์กล้วยต่างๆ มากมายอีกด้วย เหมาะสมกับที่มีการบันทึกและกล่าวกันไว้ในหนังสือของชาวอิทาลียาว่า "กล้วยถือเป็นผลไม้ของชาวอินเดีย" ในระยะเวลาต่อมา ได้มีหมอของจักรวรรดิโรมันแห่งโรมซึ่งมีชื่อว่า แอนโตนิอุส มูซา (Antonius Musa) ได้มีการนำหน่อกล้วยจากดินแดนในแถบประเทศอินเดียในปัจจุบัน ไปปลูกทางตอนเหนือของแถบประเทศ อียิปต์ เมื่อประมาณสองพันปีที่ผ่านมาแล้ว หลังจากนั้น มีการแพร่ขยายพันธุ์กล้วยไปในดินแดนของแถบ แอฟริกา ที่ชนชาติอิทาลียาเดินทางเข้าไปค้าขาย และพำนักอาศัย จนกระทั่งเมื่อถึงประมาณ ค.ศ. 964 ได้มีการกล่าวถึงกล้วยอีกครั้งว่า ใช้ในการประกอบอาหารชนิดหนึ่งของชนชาวอิทาลียา ซึ่งรสชาติอร่อย ถูกปาก และเป็นที่ยอดนิยม ซึ่งอาหารนั้นมีชื่อว่า กาลาอิฟ (Kalaf ) เป็นอาหารที่ปรุงด้วยส่วนผสมของ กล้วย เมล็ดอัลมอนต์ น้ำมัน ผสมกับน้ำมันนัต (Nut oil) ซึ่งสกัดจากผลไม้เปลือกแข็งชนิดหนึ่ง นอกจากนี้ จะใช้ประกอบอาหารแล้ว ชาวอิทาลียายังใช้กล้วยเป็นส่วนประกอบของยาอีกด้วย ชาวอิทาลียาเรียกกล้วยว่า "มูซา" ตามชื่อของหมอ ที่เป็นผู้นำกล้วยเข้ามาในอียิปต์เป็นครั้งแรก

ในช่วงประมาณกลาง ค.ศ. 15 ชนชาวโปรตุเกสได้เดินเรือไปค้าขายสินค้าในบริเวณชายฝั่ง ตะวันตกของทวีปแอฟริกา และมีการนำกล้วยไปแพร่พันธุ์ที่หมู่เกาะคะเนรี ซึ่งมีถิ่นตั้งอยู่นอกชายฝั่ง ตะวันตกเฉียงเหนือของทวีปแอฟริกา หลังจากนั้น ชาวสเปนจึงได้มีการนำกล้วยจากหมู่เกาะคะเนรีเข้าไป เพาะปลูกในหมู่เกาะอินดีสตะวันตกในบริเวณอเมริกากลาง โดยได้ลงมือเริ่มปลูก ที่อาณานิคมซันโตโดมิงโก บนเกาะฮิสปันโยลาเป็นที่แห่งแรก แล้วนำไปขยายปลูกที่บริเวณเกาะอื่นในเวลาต่อมา จึงส่งผลให้ดินแดน ในแถบอเมริกากลางมีการปลูกกล้วย และถือเป็นพืชเศรษฐกิจกันอย่างแพร่หลาย และนับตั้งแต่ คริสต์ศตวรรษที่ 19 เป็นต้นมา บริเวณอเมริกากลางได้กลายเป็นแหล่งปลูกกล้วยส่งออกเป็นสินค้าถือได้ว่า

มากที่สุดของโลก โดยพื้นที่ที่ปลูกจำนวนมากอยู่ในประเทศคอ스타ริกา และประเทศฮอนดูรัส (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2558)

ตารางที่ 2.1 พื้นที่ปลูกกล้วยปี 2556 ในจังหวัดปราจีนบุรี

จังหวัด	เนื้อที่ปลูกทั้งหมด (ไร่)			เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต (ไร่)	ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ (กิโลกรัม)	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กิโลกรัม/ไร่)		ราคาที่ได้เฉลี่ย เกษตรกรขาย (บาท/ กิโลกรัม)
	ให้ ผลผลิต	ยังไม่ ให้ผล	รวม			/เนื้อที่ ให้ผล ผลิต	/เนื้อที่ เก็บเกี่ยว	
กล้วย น้ำว้า	1,675. 00	119	1,794.	1,035.00	1,404,624.00	838.58	1,357.1	9.58
กล้วย ไข่	117	50	167	45	34,200.00	292.31	760	14.97
กล้วย หอม	3	0	3	3	150	50	50	25

ที่มา : กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลพื้นที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตเฉลี่ยของกล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ และกล้วยหอม ปี 2552-2556 ในประเทศไทย

ปี	กล้วยน้ำว้า			กล้วยไข่			กล้วยหอม		
	พื้นที่ (พัน ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิต เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	พื้นที่ (พันไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิต เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	พื้นที่ (พันไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิต เฉลี่ย (ตัน/ไร่)
2552	187.7	156,367.1	1.3	6.57	7,619.8	2.0	16.35	16,221.7	1.7
2553	396.5	789,629.0	3.0	79.67	83,735.6	1.8	39.37	85,426.8	3.7
2554	385.4	770,005.3	3.1	68.60	118,360.7	2.7	35.16	98,236.0	4.8
2555	370.1	712,564.0	3.1	73.61	130,585.0	2.8	43.83	133,334.8	5.9
2556	364.5	773,732.4	3.0	73.81	125,716.3	2.5	37.12	131,670.6	5.5
อัตราเพิ่ม (ร้อยละ)	13.4	36.3	18.5	61.0	83.1	9.0	19.1	58.9	32.4

ที่มา : ศูนย์สารสนเทศ กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557

การจัดกลุ่มของกล้วยออกตามลักษณะการใช้ประโยชน์เป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ กล้วยรับประทาน กล้วยประดับ และกล้วยธรรมชาติ (พืชเกษตร, 2558)

กล้วยรับประทาน เป็นกล้วยที่มาจากพันธุ์ดั้งเดิมเป็นกล้วยป่า 2 ชนิด คือ *Musa acuminata* และ *Musa balbisiana* ทำให้เกิดกล้วยที่มีชุดโครโมโซมต่างๆ เช่น AA, AB, AAA และ ABB เช่น กล้วยน้ำว้า กล้วยหอมหรือกล้วยหอมทอง กล้วยไข่ กล้วยเล็บมือนาง กล้วยหอมเขียว กล้วยนางพญา กล้วยหักมุก เป็นต้น นอกจากนี้ กล้วยที่กล่าวมาแล้วยังมีกล้วยอีกหลายชนิดที่มีการปลูก และนำผลมารับประทาน ซึ่งเป็นชนิดที่ค่อนข้างหายาก หรือพบในบางพื้นที่เท่านั้น ได้แก่ กล้วยนวล

กล้วยประดับเป็นพันธุ์กล้วยที่มุ่งเน้นเพื่อการปลูกประดับ เนื่องจากลักษณะของพันธุ์ไม่มีการให้ผลหรือติดผลน้อย รวมถึงมีรูปร่างลำต้นที่แปลก และหายาก ซึ่งได้แก่ กล้วยบัวสีส้ม กล้วยบัวสีชมพู กล้วยบัวสีม่วง กล้วยบัวหลวง กล้วยรุ่งอรุณ กล้วยรัตกัทลี กล้วยพัด

กล้วยเพื่อประโยชน์อย่างอื่น เป็นประเภทของกล้วยที่ไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการรับประทานผล และเพื่อการปลูกประดับ หรืออาจมีการใช้ประโยชน์บ้างเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งเป็นกล้วยที่พบตามธรรมชาติ ได้แก่ กล้วยป่า กล้วยตานี

ประโยชน์จากกล้วย เช่น ผลสุกใช้รับประทานเป็นผลไม้ และเป็นผลไม้สำคัญที่มีการซื้อขาย และส่งจำหน่ายต่างประเทศเป็นจำนวนมากในแต่ละปีใช้ทำขนมหวาน อาทิ กล้วยบวชชีใช้เป็นส่วนประกอบของขนม เช่น เค้กกล้วยไข่ ไอศกรีม เป็นต้น ผลดิบนำมาแปรรูปเป็นกล้วยฉาบแก่กล้วยหรือหยวกกล้วยนำมาปรุงอาหาร เช่น หมกหยวกกล้วย แกงหยวกกล้วย เป็นต้น ใบตองเป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์มาก เช่น ใช้ห่อขนม ใช้ห่ออาหารหรือใช้ทำห่อหมก เป็นต้น กาบกล้วยใช้เป็นเชือกรัดของ ใบตอง และก้านกล้วย ใช้ประดิษฐ์เป็นของเล่น ลำต้นใช้สำหรับผลิตกระดาษสา ลำต้นและใบใช้เป็นอาหารสัตว์ เลี้ยงโค และสุกร

สรรพคุณของกล้วยช่วยลดกรดในกระเพาะอาหาร กล้วยมีแร่ธาตุหลายชนิด อาทิ แคลเซียม โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก เป็นต้น ซึ่งช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบประสาท และสมอง ช่วยเสริมสร้างกระดูก และฟัน ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ และเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน เป็นต้น กล้วยมีเส้นใยสูง ช่วยกระตุ้นระบบขับถ่าย ช่วยเสริมสร้างพลังงานให้แก่ร่างกาย ลดอาการอ่อนเพลียของกล้ามเนื้อ กล้วยมีธาตุแมกนีเซียมสูง อ่านเพิ่มเติมได้ในกล้วยแต่ละชนิด ซึ่งแมกนีเซียมนี้มีส่วนสำคัญช่วยให้นอนหลับง่ายขึ้น โดยเฉพาะในวัยผู้สูงอายุ

## การแปรรูปกล้วย

เมื่อปลูกกล้วยกินกันมากขึ้น ผลผลิตกล้วยที่ไม่ได้ขนาดตามที่ต้องการอาจจะเหลือทิ้ง ดังนั้นเพื่อไม่ให้ไร้ประโยชน์ จึงควรมานำมาแปรรูป เพื่อให้เก็บได้นานขึ้น อีกทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลผลิตด้วย

### การแปรรูปจากกล้วยดิบ

การทำกล้วยอบเนย กล้วยฉาบ หรือ "กล้วยกรอบแก้ว" ใช้กล้วยดิบ เช่น กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม กล้วยหักมุก นำมาฝานบางๆ ตามยาว หรือตามขวาง อาจจะฝึงลมสักครู่ หรือฝานลงกระทะทันทีก็ได้ และทอดในกระทะที่ใส่น้ำมันท่วม เมื่อขึ้นกล้วยสุกจะลอย ก็ตักขึ้นและซับน้ำมันด้วยกระดาษฟาง จากนั้นอาจนำไปคลุกเนย เรียกว่า กล้วยอบเนย หรือฉาบให้หวานด้วยการนำไปคลุกกับน้ำตาลที่เคี่ยวจนเกือบแห้งในกระทะ เรียกว่า กล้วยฉาบ หรือนำไปคลุกในน้ำเชื่อม แล้วเอาลงทอดอีกครั้งอย่างรวดเร็ว เรียกว่า กล้วยกรอบแก้ว

แป้งกล้วยนำกล้วยดิบมานึ่งให้สุก ปอกเปลือก หั่น และอบให้แห้ง แล้วบดให้ละเอียดเป็น แป้ง ใช้ทำขนมกล้วยและบัวลอย หรือผสมกับแป้งเค้กใช้ทำคุกกี้ได้ ทำให้มีกลิ่นหอมของกล้วย

การแปรรูปจากกล้วยสุก

น้ำผลไม้ นำเนื้อกล้วยที่สุกมาหมักใส่เอนไซม์เพกทิโนไลติก (pectinolytic) ความเข้มข้น 0.01 % เพื่อย่อย และบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง จะได้น้ำกล้วยที่ใส

เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ประเทศในทวีปแอฟริกา เช่น ยูกันดา รวันดา บุรุนดี คองโก และแทนซาเนีย นิยมนำกล้วยมาทำเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ต่ำ ในประเทศยูกันดา เรียกเครื่องดื่มชนิดนี้ว่า วารากิ (Waragi) ประเทศฝรั่งเศสนำเนื้อกล้วยสุกบดเหลวผสมกับน้ำ และทำให้ร้อน 65-70 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ต่อมาใส่เอนไซม์เพกทิเนส (pectinase) ที่ตั้งไว้ นาน ๒๔ ชั่วโมง ภายใต้บรรยากาศที่เพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์ นำส่วนที่เป็นกากมาบด แล้วนำส่วนที่เป็น น้ำมาหมักด้วยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ภายใต้บรรยากาศที่มี คาร์บอนไดออกไซด์ หรือไนโตรเจน จะได้สุราผลไม้ที่ทำจากกล้วย

กล้วยตาก (banana figs) นำกล้วยที่สุกงอมมาปอกเปลือก และนำไปตากแดด 1-2 แดด จากนั้นมาคลึงเพื่อให้กล้วยนุ่ม แล้วนำไปตากอีก 5-6 แดด หรือจนกว่ากล้วยจะแห้งตามต้องการ (ในทุกๆ วันที่เก็บ ให้กล้วยทั้งหมดมารวมกัน น้ำหวานจากกล้วยจะออกมาทุกวัน และกล้วยจะฉ่ำ แล้วนำไปตาก แดด) ระวังอย่าให้แมลงวันตอม ส่วนการตากอาจใช้แสงอาทิตย์ หรือเตาอบขนาดใหญ่ที่ใช้พลังงาน แสงอาทิตย์หรือไฟฟ้า

กล้วยกวนนำกล้วยสุกงอมมายี แล้วเคล้ากับน้ำตาลและกะทิ นำไปกวนในกระทะที่ไม่เป็น สนิม กวนที่ไฟอ่อนๆ จนสุกเหนียว ปั้นเป็นก้อนกลม หรือสี่เหลี่ยม แล้วห่อด้วยกระดาษแก้ว

ทอफीกล้วย คล้ายกล้วยกวน แต่ใส่แบะแซ จึงทำให้แข็งกว่ากล้วยกวน

ข้าวเกรียบกล้วยใช้กล้วยสุกผสมกับแป้งและเกลือ อาจเติมน้ำตาลเล็กน้อยแล้วทำ เป็นแท่งยาวๆ นึ่งให้สุก เมื่อสุก ปล่อยให้เย็น ผานเป็นชิ้นบางๆ ตากแดดให้แห้ง แล้วนำมาทอด รับประทานเป็นอาหารว่าง ข้าวเกรียบกล้วยนี้หากใช้กล้วยที่มีกลิ่นจะทำให้หอม

กล้วยนอกจากนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว คนไทยยังนำ ผล ปลี และหยวก กล้วยมาทำอาหารทั้งคาวและหวานอีกด้วย เช่น กล้วยเชื่อม ขนมกล้วย ข้าวต้มผัด แกงเลียง หัวปลี ยาหัวปลี ทอดมันหัวปลี และแกงหยวกกล้วยกล้วยจึงเป็นพืชที่คนไทยคุ้นเคยและใช้ประโยชน์จาก ทุกส่วนของกล้วยได้นานัปการ (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2558)

## กล้วยตาก

ถือเป็นการแปรรูปเพื่อสร้างมูลค่าให้แก่กล้วย โดยเฉพาะในบางฤดูที่มีกล้วยจำหน่ายมากทำให้ กล้วยมีราคาถูกลง ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่สำคัญของกล้วยที่นิยม ได้แก่ กล้วยตาก กล้วยอบ กล้วยเชื่อม และการ แปรรูปเป็นส่วนผสมในอาหารชนิดอื่นๆ

กล้วยตากกับกล้วยอบมีข้อแตกต่างกันที่วิธีการทำให้แห้ง โดยกล้วยตากจะใช้เฉพาะแสงแดดช่วยทำให้ แห้งเท่านั้น ซึ่งอาจเป็นตากในที่โล่งหรือตากในตู้อบแสงอาทิตย์ ซึ่งบางครั้งวิธีการตากในตู้อบบางคนก็

เรียกว่ากล้วยอบเหมือนกัน ส่วนกล้วยอบจะใช้เครื่องมือพิเศษช่วยในการทำให้แห้ง โดยมีการใช้เชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงาน

ประวัติกล้วยตาก กล้วยตากที่นิยมรับประทานกันในปัจจุบัน ถูกคิดค้นมาตั้งแต่สมัยโบราณแล้ว แต่ที่มีการบันทึกหรือกล่าวถึงกล้วยตากนั้นได้เริ่มมาจากจังหวัดพิษณุโลก ในชื่อของ “กล้วยตากบางกระท่อม” ที่เริ่มเมื่อประมาณปี 2457 โดยมีนางโป้ว สิ่งลักษณะ ที่อพยพมาจากจังหวัดฉะเชิงเทราเป็นผู้คิดค้น โดยเริ่มจากการเข้ามาจับจองที่บริเวณบ้านเกาะคูเป็นที่พักอาศัย และประกอบอาชีพ ซึ่งขณะนั้นได้ปลูกกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อนในสวน ซึ่งเป็นกล้วยที่นำมาด้วยจากฉะเชิงเทรา เมื่อกล้วยออกเครือมากจนเหลือกินนั้นจึงได้นำกล้วยมาตากบนฝือกตากปลา ซึ่งเมื่อรับประทานจะมีรสหอมหวาน ชุ่มซ่ำกว่ากล้วยสุกทั่วไป จึงเริ่มเป็นที่นิยมทำเพื่อรับประทาน ต่อมาเมื่อมีผู้เริ่มทำกล้วยตากเพื่อการจำหน่ายขึ้น โดยบุคคลที่มีส่วนริเริ่ม และพัฒนากล้วยตากเพื่อการค้า ได้แก่ หมอหิรัญ วาทยานนท์ ที่รับราชการเป็นเสนารักษในขณะนั้น จนถึงปี 2484 มีการผลิต และพัฒนากล้วยตากเพื่อการค้ามากขึ้น โดยมี นายไผ่ และนางเปา เป็นพ่อค้าคนกลางสำคัญ จนกล้วยตากเป็นที่รู้จัก และแพร่กระจายไปสู่พื้นที่อื่นตั้งแต่นั้นมา (ปฐมภรณ์ รินมุกดา, 2542)

กล้วยตาก นิยมใช้กล้วยที่มีขนาดผลไม่ใหญ่ และไม่ยาวมาก เช่น กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ และกล้วยเล็บมือนาง ส่วนกล้วยหอมก็สามารถทำได้เช่นกัน แต่นิยมใช้ขนาดผลที่ค่อนข้างเล็กหรือต้องผ่าครึ่ง เพราะจะทำให้แห้งเร็ว และไม่เน่าเสียง่าย การทำกล้วยอบโดยใช้ตู้อบแสงอาทิตย์จะช่วยลดเวลาในการทำให้ที่ปกติการตากแดด จากการทำกล้วยจะใช้เวลานาน 5-7 วัน แต่หากเป็นตู้อบจะใช้เวลาเพียง 3-5 วัน เนื่องจาก ภายในตู้อบมีการเก็บความร้อนไว้ นอกจากนี้ การทำกล้วยตากด้วยการตากในตู้อบยังทำให้กล้วยมีคุณภาพดี มีสีสวยน่ารับประทาน ไม่ปนเปื้อนฝุ่น หรือเชื้อโรค

## วิธีทำกล้วยตาก

มี 3 รูปแบบ คือ แบบดั้งเดิม แบบตู้อบ/เรือนอบ และแบบผสมผสาน  
การทำกล้วยตากแบบดั้งเดิม

1. หากกล้วยยังไม่สุกเต็มที่ให้นำกล้วยสุกหักออกจากหวีเป็นลูก นำบ่มบนพื้นดิน โดยปิดทับด้วยผ้าพลาสติกใส นาน 2 วัน และเปิดผ้าทิ้งไว้วัน 3-4 วัน จนกล้วยสุกเต็มที่
2. ปอกเปลือกกล้วย แล้วนำตากบนตะแกรงไม้ไผ่ 1 วัน (แดดที่ 1) โดยตอนเย็นให้คลุมด้วยผ้าพลาสติกไว้ ทั้งนี้ หากกล้วยมีขนาดใหญ่อาจใช้วิธีการผ่าครึ่ง
3. เปิดผ้าพลาสติก แล้วตากแดดอีก 1 วัน (แดดที่ 2)
4. ทำซ้ำจนถึงวันที่ 5 (5 แดด)
5. หลังจากกล้วยแห้งเต็มที่ ซึ่งอาจนานกว่า 5 วัน ก็ได้ โดยทิ้งไว้สักพักหลังนำออกจากแดด แล้วนำมากดด้วยมือให้แบน
6. นำออกตากแดดซ้ำอีก 1-2 แดด ก่อนนำมาบรรจุ

การทำกล้วยตากแบบตู้อบหรือเรือนอบ

การทำกล้วยตากแบบตู้อบหรือเรือนอบจะมีขั้นตอนการที่คล้ายกับวิธีแบบดั้งเดิมในขั้นตอนที่ 1-6 แต่จะแตกต่างกันที่ทำการตากในตู้อบแสงอาทิตย์ที่ด้านบนเป็นกระจกแทน โดยไม่ต้องคลุมผ้าพลาสติก

และระยะเวลาในการตากก่อนการกดยังด้วยมือจะใช้น้อยกว่าเพียง 3-4 วัน เพราะในตู้อบจะมีความร้อนที่สูงกว่าการตากแบบที่โล่ง

การทำกล้วยตากแบบผสมผสาน

1. ทำวิธีแบบดั้งเดิมในขั้นตอนที่ 1-6

2. นำมาชุบซีฟู้ดหรือสิ่งสกปรกออก

3. ชุบด้วยน้ำผึ้งบางๆ ก่อนนำเข้าตู้อบแห้งด้วยไฟฟ้าหรือแก๊ส ที่อุณหภูมิ 180 องศาฟาเรนไฮด์

นำกล้วยมาปอกเปลือก หั่นตามยาวโดยให้เป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน แช่ในโซเดียมเมทตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.6 นาน 15 นาที นำ มาอบที่อุณหภูมิ 71.1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 11 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 8-15 และเหลือซัลเฟอร์ไดออกไซด์ประมาณ 130 ppm ให้ ร้อยละผลผลิตเท่ากับร้อยละ 12

### กล้วยอบ

กล้วยอบสามารถทำได้จากกล้วยทุกชนิด เพราะมีเครื่องมือทุนแรง และกรรมวิธีที่ง่ายกว่ากล้วยตาก กล้วยที่นิยม ได้แก่ กล้วยไข่ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม และกล้วยเล็บมือนาง

วิธีทำกล้วยอบ

1. ทำการปอกเปลือก แล้วนำเข้าตู้อบ ซึ่งอาจผ่าครึ่งซีกหรือใส่ทั้งลูก ทั้งนี้ การใส่ทั้งลูกจะได้กล้วยที่มีรูปร่างน่ารับประทานกว่า แต่จะใช้เวลาอบนานกว่า

2. ให้อุณหภูมิเตาอบกล้วยช่วงแรกที่ 45-50 องศาเซลเซียส นาน 13 ชั่วโมง หลังจากนั้น เพิ่มอุณหภูมิเป็น 70 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง

ทั้งนี้ หากต้องการให้มีรูปร่างแบนให้นำกล้วยออกมาตั้งทิ้งไว้สักหลังการอบที่ 45-50 องศาเซลเซียส แล้วค่อยกดบีบด้วยมือหรือใช้เครื่องกดให้แบน ก่อนนำเข้าเตาอบที่ 70 องศาเซลเซียส อีกครั้ง

### คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยตาก/กล้วยอบ (เบญจมาศ ศิลาชัย, 2545)

- น้ำ	30.60	กรัม
- พลังงาน	266.00	กิโลแคลอรี
- โปรตีน	2.20	กรัม
- ไขมัน	0.10	กรัม
- คาร์โบไฮเดรต	64.10	กรัม
- แคลเซียม	12.00	มิลลิกรัม
- ฟอสฟอรัส	84.00	มิลลิกรัม
- เหล็ก	1.30	มิลลิกรัม
- วิตามิน B1	0.05	มิลลิกรัม
- วิตามิน B2	0.11	มิลลิกรัม
- วิตามิน C	3.00	มิลลิกรัม
- กาก	0.70	มิลลิกรัม

## ผลิตภัณฑ์จากกล้วยอื่นๆ

กล้วยบด (banana puree) เป็นการแปรรูปกล้วยสุกด้วยการบด และทำให้เข้มข้นขึ้น ซึ่งมักจำหน่ายในรูปผลิตภัณฑ์แช่แข็ง

กล้วยผง (banana powder) เป็นผลิตภัณฑ์ที่นำกล้วยตากหรือกล้วยอบมาบดให้เป็นผง และอบให้แห้งหรือให้เหลือความชื้นน้อยที่สุด ซึ่งกระบวนการอาจนำกล้วยสุกมาอบ และเข้าสู่กระบวนการบดก่อน ทำให้แห้งอีกครั้งอย่างต่อเนื่อง โดยผลิตภัณฑ์ประเภทนี้สามารถเก็บไว้ได้นานหลายเดือน นิยมใช้สำหรับนำไปทำขนม ไอศกรีม หรือ เค้ก รวมถึงใช้ผสมในอาหารเด็ก เป็นต้น

น้ำกล้วยเข้มข้นชนิดใส (concentrated clarified banana juice) เป็นผลิตภัณฑ์จากกล้วยที่ใช้วิธีการสกัดน้ำจากกล้วยออกมา โดยใช้แคลเซียมออกไซด์ และกรดซัลฟูริก หรือใช้เอนไซม์ย่อยเพคตินเพื่อสกัดน้ำกล้วยแทน ซึ่งการใช้เอนไซม์นี้จะนิยมมากที่สุด โดยผลิตภัณฑ์ประเภทนี้จะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเบียร์หรือหมักแอลกอฮอล์ต่อไป รวมถึงใช้เป็นส่วนผสมของการผลิตน้ำผลไม้ ขนมของหวานต่างๆ (พืชเกษตร, 2558)

## มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกล้วยอบ (มผช.112/2546)

ขอบข่ายมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะกล้วยอบที่ทำจากกล้วยที่สามารถนำมาอบได้ เช่น กล้วยน้ำว้า กล้วยเล็บมือนาง กล้วยไข่ กล้วยหักมุก กล้วยหอม ที่บรรจุในภาชนะบรรจุ

บทนิยาม กล้วยอบ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำกล้วยทั้งผลหรือกล้วยที่ตัดแต่งเป็นรูปทรงตามต้องการ มาทำให้แห้งโดยใช้พลังงานจากแสงแดดหรือแหล่งพลังงานอื่น อาจปรุงแต่งรสก่อนหรือหลังการทำให้แห้งด้วยส่วนประกอบอื่น เช่น น้ำผึ้ง หรือวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสอื่นก็ได้ อาจเป็นกล้วยทั้งผล เป็นชิ้น หรือเป็นแผ่น

คุณลักษณะที่ต้องการ ลักษณะทั่วไป ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงและขนาดใกล้เคียงกัน สี ต้องมีสีที่ติดตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้

กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ติดตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน

ลักษณะเนื้อสัมผัส ต้องนุ่ม มีความหยุ่นตัว ไม่แข็งกระด้าง

สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ขนสัตว์ ดิน ทราย กรวด สิ่งปนเปื้อนจากสัตว์ เช่น แมลง หนู นก

วัตถุเจือปนอาหาร ห้ามใช้วัตถุกันเสียทุกชนิด หากมีการใช้วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

วอเตอร์แอกทิวิตี ต้องไม่เกิน 0.75 หมายเหตุ วอเตอร์แอกทิวิตี เป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บอาหารและเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหารโดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญ และการสร้างพิษของจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน  $1 \times 10^3$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เอสเซอริเซีย โคลไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

สุขลักษณะ สุขลักษณะในการทำกล้วยอบ ให้เป็นไปตามคำแนะนำ

การบรรจุ ให้บรรจุกล้วยอบในภาชนะบรรจุที่สะอาดแห้ง ผนึกได้เรียบร้อย และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้ น้ำหนักสุทธิของกล้วยอบในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

เครื่องหมายและฉลาก ที่ภาชนะบรรจุกล้วยอบทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือ เครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็น ได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น กล้วยตาก กล้วยอบน้ำผึ้ง กล้วยอบแผ่น กล้วยอบม้วน

(2) ชนิดและปริมาณวัตถุดิบอาหาร (ถ้ามี)

(3) น้ำหนักสุทธิ

(4) ข้อเสนอแนะในการเก็บรักษา

(5) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

(6) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

การทดสอบ ลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัสให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบกล้วยอบอย่างน้อย 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ วางตัวอย่างกล้วยอบในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม ลักษณะทั่วไป ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรง และขนาดใกล้เคียงกัน สีต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน ลักษณะเนื้อสัมผัส ต้องนุ่ม มีความหยุ่นตัว ไม่แข็งกระด้าง

การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก การทดสอบวัตถุดิบอาหาร ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ การทดสอบวอเตอร์แอกทิวิตี ให้ใช้เครื่องมือวอเตอร์แอกทิวิตี ที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่  $(25+2)$  องศาเซลเซียส การทดสอบจุลินทรีย์ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ การทดสอบน้ำหนักสุทธิให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2546)

### กล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน

กล้วยน้ำว้าเป็นพืชล้มลุกขนาดใหญ่ สูงประมาณ 2-5 เมตร ชอบอากาศร้อนชื้นและอบอุ่น อุณหภูมิที่เหมาะสมคือช่วง 15-35 องศาเซลเซียส ปริมาณฝนตกเฉลี่ย 200-220 มม. ต่อเดือน ดินมีความสมบูรณ์ มีการระบายน้ำดี และการหมุนเวียนอากาศดี มีความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 4.5-7 แต่ที่ควรอยู่ในระดับ 6

กล้วยน้ำว้าระยะเวลาการปลูกถึงเก็บเกี่ยวผลใช้ระยะเวลาประมาณ 1 ปี ให้ผลผลิตจำนวน 10 หวี/เครือ ตั้งแต่ปลูกจนถึงแทงปลีใช้ระยะเวลา 250-260 วัน แทงปลีถึงระยะเก็บเกี่ยว 110-120 วัน ควรปลูกในช่วงต้นฤดูฝนชุดหลุมปลูกให้มีขนาดกว้างและลึกประมาณ 50 ซม. ผสมดินปุ๋ยคอกเล็กน้อย วางหน่อกล้วยลงในหลุม และกลบดินที่เหลือลงในหลุม กัดดินบริเวณโคนหน่อกล้วยให้แน่น ปักไม้หลักและผูกเชือกยึด เพื่อป้องกันลมโยก หาวัสดุคลุมดินบริเวณโคนต้น เช่น ฟางข้าว หญ้าแห้งรดน้ำให้ชุ่ม ตัดหน่ออย่างต่อเนืองจนกว่าจะเริ่มออกปลี เก็บไว้เพียง 1-2 หน่อโดยหน่อที่ 1 และที่ 2 ควรมีอายุห่างกันประมาณ 4 เดือน โดยเลือกหน่อที่อยู่ในทิศทางที่ตรงกันข้ามกัน ตัดแต่งใบช่วงที่ต้นเริ่มโตจนถึงเก็บเกี่ยว โดยเลือกใบแก่และใบที่เป็นโรคออก ตัดให้เหลือประมาณ 7-12 ใบ เพื่อป้องกันต้นกล้วยโคนช่วงออกปลี และเพิ่มความเจริญเติบโตของผลกล้วย ส่วนโรคใบจุดหากเกิดขึ้นในแปลงปลูก ต้องตัดใบแล้วนำไปเผาทิ้ง หลังจากปลูกประมาณ 3-4 เดือน จะมีหน่อขึ้นมารอบๆ โคน ตัดไปเรื่อยๆจนกว่าจะเริ่มออกปลี หรือหลังปลูกแล้วประมาณ 7-8 เดือน ควรมีการไว้หน่อทดแทน 1-2 หน่อ โดยหน่อที่ 1 และที่ 2 ควรมีอายุห่างกัน 4 เดือน เพื่อให้ผลกล้วยมีความอุดมสมบูรณ์ โดยเลือกหน่อที่อยู่ตรงกันข้ามขยายพันธุ์โดยแยกหน่อขยายพันธุ์ด้วยเหง้า เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

กล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน มีลำต้นสูง 3.5 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 15 เซนติเมตร ก้านลำต้น ด้านนอกสีเขียวอ่อน มีประดำเล็กน้อย ดอก ก้านช่อดอกไม่มีขน ใบประดับ รูปไข่ค่อนข้างป้อมม้วนงอขึ้น ปลายม้วน ด้านบนมีสีแดงอมม่วง สีนวล ด้านล่าง สีแดงเข้ม ผล เครือหนึ่งมี 7-10 หวี ๆ หนึ่ง มี 10-16 ผล ผลมีเหลี่ยมเล็กน้อย ถ้าแก่จัดค่อนข้างกลม ผลกว้าง 3-4 เซนติเมตร ยาว 11-13 เซนติเมตร เปลือกบาง มีสีเหลืองนวล กล้วยน้ำว้ามะลิอ่อน เป็นพืชล้มลุก ออกผลตลอดทั้งปี จะใช้ระยะเวลาการปลูกถึงเก็บเกี่ยวผลใช้ระยะเวลาประมาณ 1 ปี จำนวน 10 หวี/เครือ ตั้งแต่ปลูก จนถึงแทงปลีใช้ระยะเวลา 250-260 วัน แทงปลีถึงระยะเก็บเกี่ยว 110-120 วัน (พาณิชย์อาสาจังหวัดพิษณุโลก, 2558)

## การส่งผ่านความร้อน

โดยทั่วๆ ไปการส่งผ่านความร้อนถือได้ว่า มี 3 วิธี คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน

### การนำความร้อน (Heat Conduction)

การนำความร้อนถือเป็นการส่งผ่านความร้อนที่จะเกิดขึ้นได้เมื่ออุณหภูมิ ณ จุด 2 จุดของภายในเนื้อวัตถุมีค่าแตกต่างกัน ซึ่งจะเรียกการส่งผ่านความร้อนในลักษณะนี้ว่า การนำความร้อน โดยการนำความร้อนนี้ พลังงานความร้อนจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าผ่านอนุภาคซึ่งอยู่ติดกัน ส่งผ่านพลังงานต่อเนื่องกันไป เมื่อพิจารณาแผ่นวัสดุ ซึ่งมีความหนา ( $\Delta x$ ) และมีพื้นที่หน้าตัด  $A$  ถ้าทั้งสองด้านของวัสดุมีความแตกต่างของอุณหภูมิ ด้านของวัสดุที่พิจารณามีอุณหภูมิ  $T_1$  และด้านของวัสดุฝั่งตรงกันข้ามมีอุณหภูมิ  $T_2$  เมื่อให้  $T_2 > T_1$

โดยจากการทดลองพบว่า เมื่อปริมาณความร้อน ( $\Delta Q$ ) ที่ส่งผ่านจากด้านของวัสดุที่ร้อนกว่าไปสู่อีกด้านของวัสดุที่เย็นกว่า เมื่อเวลาผ่านไปในระยะเวลา ( $\Delta t$ ) และ ถ้า  $(\Delta Q/\Delta t)$  แปรผันตรงกับพื้นที่หน้าตัด ( $A$ ) ความแตกต่างของอุณหภูมิ ( $\Delta T$ ) และเป็นสัดส่วนแบบผกผันกับความหนา ( $\Delta x$ ) จึงสามารถเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = -kA \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (1)$$

หรือ

$$\frac{dQ}{dt} = -kA \frac{dT}{dx} \quad (2)$$

สมการที่ 2 หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า กฎของฟูเรียร์ (Fourier's Law) โดยค่าคงตัว  $k$  คือค่า สภานำความร้อน (Thermal Conductivity) ของวัตถุ ซึ่งค่าคงตัว  $k$  จะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อเมตร-เคลวิน ( $W/m \cdot k$ ) และ  $dT/dx$  คือเกรเดียนต์ของอุณหภูมิหรือการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ (Temperature Gradient) เครื่องหมายที่เป็นลบ แสดงให้เห็นว่าสมการการนำความร้อนจะเป็นไปในลักษณะที่ เมื่อระยะทางการส่งผ่านความร้อนเพิ่มขึ้นอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งนั้นจะลดลง ในส่วน  $dQ/dt$  เรียกว่า **ฟลักซ์ความร้อน (heat flux, H)** คืออัตราการไหลของความร้อนผ่านพื้นที่หน้าตัด ( $A$ ) หรือพลังงานความร้อนที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัด ( $A$ ) ในหนึ่งหน่วยเวลา ฟลักซ์ความร้อนมีหน่วยเป็นวัตต์ ( $W$ ) ดังนั้น

$$H = \frac{dQ}{dt} = -kA \frac{dT}{dx} \quad (3)$$

ถ้าพิจารณารูปทรงกระบอกยาว  $L$  พื้นที่หน้าตัดสม่ำเสมอ  $A$  ซึ่งด้านข้างถูกหุ้มด้วยฉนวนป้องกันการรั่วไหลของความร้อน ในสถานะคงตัวพบว่า  $dT/dx$  มีค่าคงตัวตลอดแท่งวัตถุนั้นคือ

$$-\frac{dT}{dx} = \frac{T_2 - T_1}{L} \quad (4)$$

แทนในสมการที่ (3) จะได้

$$H = \frac{dQ}{dt} = \frac{kA(T_2 - T_1)}{L} \quad (5)$$

จากสมการที่ (5) พบว่า ฟลักซ์ความร้อน ( $H$ ) แปรผันตรงกับผลต่างของอุณหภูมิ ( $T_2 - T_1$ ) ระหว่างปลายทั้งสองข้างและพื้นที่หน้าตัดของวัสดุ และจะแปรผกผันกับความยาวของวัสดุโดยถ้าวัสดุมีความยาวมาก การนำความร้อนจะน้อยลง

สำหรับแผ่นตัวกลางการนำความร้อนที่ประกอบด้วยวัสดุหลายชนิดซึ่งได้รับพลังงานความร้อนและวัสดุแต่ละชนิดมีความหนา  $L_1, L_2, \dots$  และมีสภานำความร้อนเป็น  $k_1, k_2, \dots$  อัตราการส่งผ่านความร้อนของวัสดุทั้งก่อนสามารถเขียนได้เป็น

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{A(T_2 - T_1)}{\sum_i \left( \frac{L_i}{k_i} \right)} \quad (6)$$

ถ้ากำหนดให้  $T_1$  และ  $T_2$  เป็นอุณหภูมิด้านนอกสุดของแผ่นตัวนำ

ตารางที่ 2.3 ค่าสภาพการนำความร้อน (k) ของประเภทของวัสดุบางชนิด

วัสดุ	k (W/m·K)
<b>โลหะ</b>	
อลูมิเนียม	205.5
ทองเหลือง	109.0
ทองแดง	385.0
ตะกั่ว	34.7
ปรอท	8.3
เงิน	406.0
<b>สารอื่นๆ</b>	
อิฐแดง	0.6
คอนกรีต	0.8
แก้ว	0.8
น้ำแข็ง	1.6
โฟม	0.01
ไม้	0.12-0.04
อากาศ	0.024

จากตารางที่ 2.3 พบว่าวัสดุที่มีค่าสภาพการนำความร้อนมาก ถือเป็นตัวนำความร้อนที่ดี แต่สารที่มีค่าสภาพการนำความร้อนน้อยจะเป็นตัวนำความร้อนที่ไม่ดีหรือถือว่าวัสดุนั้นเป็นฉนวนความร้อน จากตารางที่ 2.3 จะพบว่าโลหะถือเป็นตัวนำความร้อนที่ดีกว่าวัสดุประเภทอื่นๆ

#### การแผ่รังสีความร้อน

การแผ่รังสีความร้อน เป็นการส่งผ่านความร้อนประเภทแบบจากผิววัสดุ โดยพลังงานความร้อนที่ถูกส่งออกมาจากผิววัสดุ จะอยู่ในลักษณะพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วของแสง หรือประมาณ  $3 \times 10^8$  m/s และพลังงานความร้อนที่แผ่ออกมานั้นไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ วัสดุทุกชนิดที่มีอุณหภูมิของตัวเองเหนือศูนย์องศาสัมบูรณ์ หรือมากกว่า 0 °K (เคลวิน, K) วัสดุชนิดนั้นจะสามารถแผ่รังสีได้ และยังสามารถรับรังสีจากวัสดุอื่นได้ โดยถ้าอัตราการแผ่รังสีความร้อนมีค่ามากกว่าการรับรังสีความร้อนแล้ว จะทำให้อุณหภูมิของวัสดุนั้นจะสูงขึ้น และถ้าอัตราการแผ่รังสีความร้อนมีค่าเท่ากับการรับรังสีความร้อนแล้ว อุณหภูมิของวัสดุนั้นจะคงเดิมไม่มีการเปลี่ยนแปลง โดยรังสีที่แผ่ออกมาจากวัสดุนั้นจะอยู่ในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

อัตราการแผ่รังสีของวัสดุใดๆ จะแปรผันตรงกับพื้นที่ผิวของวัสดุนั้นและเป็นการกำลังสี่ของอุณหภูมิสัมบูรณ์ของวัสดุนั้น หรือเรียกว่า กฎของสเตฟาน (Stefan's Law) เขียนเป็นสมการได้ว่า

$$R = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \sigma A \epsilon T^4 \quad (7)$$

เมื่อ  $R$  คือ อัตราการแผ่รังสีของวัสดุหรือพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ( $\Delta Q/\Delta t$ ) ที่แผ่ออกมาจากผิวที่วัสดุนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา โดยมีหน่วยเป็นวัตต์ (watt)

สำหรับในกรณีที่เป็นวัตถุใดๆ มักจะพบว่า วัตถุที่มีสีดำหรือเห็นเป็นสีดำ แสดงว่าวัตถุนั้นจะมีการดูดกลืนรังสีและแผ่รังสีความร้อนได้ดีกว่าวัตถุที่มองเห็นเป็นสีขาวและสีอื่นๆ ดังนั้นถ้าวัตถุที่สามารถดูดกลืนพลังงานทั้งหมดที่ตกกระทบผิววัตถุ เราสามารถที่จะเรียกวัดภูนั้นว่า วัตถุดำ (black body) ซึ่งโดยทั่วไปค่าสภาพส่งรังสีของผิววัตถุดำ ( $\epsilon$ ) จะถือว่ามีความเท่ากับ 1 แต่ถ้าวัตถุมีอุณหภูมิ  $T_1$  ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิศูนย์สัมบูรณ์ และขณะที่สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิ  $T_2$  สามารถอัตราการผลิตความร้อนสุทธิเขียนได้เป็น

$$R_{\text{สุทธิ}} = \sigma A \epsilon (T_1^4 - T_2^4) \quad (8)$$

โดย  $R_{\text{สุทธิ}}$  คือ อัตราการผลิตความร้อนสุทธิ โดยถ้า  $R_{\text{สุทธิ}}$  มีค่าเป็นบวก แสดงว่าวัตถุแผ่รังสีให้กับสิ่งแวดล้อม

### พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics)

กลศาสตร์ของไหลที่ใช้กระบวนการเชิงตัวเลขและขั้นตอนวิธี (algorithm) ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการไหลของของไหล โดยใช้วิธีเชิงตัวเลขจากโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้น อยู่ในรูปอนุพันธ์ย่อย ก่อนที่จะสร้างแบบจำลองการทำปฏิกิริยาของของไหลและก๊าซต่อขอบผิวซึ่งกำหนดโดยสถานะของขอบเขต เพื่อทำนายผลที่เกิดขึ้นโดยจำลองการไหลแบบเทอร์บิวแลนต์ หรือ Transonic วิธีเชิงตัวเลขแต่เดิมถูกนำมาใช้กับการจำลองกังหันลม แต่ปัจจุบันถูกนำมาใช้ในการทดสอบการบินและด้านความร้อน โดยทั่วไปประกอบด้วย สมการภาวะต่อเนื่อง (Continuity Equation) สมการโมเมนตัม (Momentum Equation) และสมการพลังงาน (Energy Equation) ดังสมการที่ 9 10 และ 11

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial (\rho u_i)}{\partial x_i} = 0 \quad (9)$$

$$\frac{\partial \rho v_i}{\partial t} + \frac{\partial (\rho v_i v_j)}{\partial x_i} = -\frac{\partial P}{\partial t} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_i} \quad (10)$$

$$\frac{\partial (\rho c_p T)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho c_p T)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left( k \frac{\partial T}{\partial x_i} \right) + \frac{\partial P}{\partial t} + \frac{\partial P}{\partial x_i} \quad (11)$$

ในปัจจุบันมีผู้จดสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตรเกี่ยวกับเครื่องอย่างหรือเตาอย่าง หรือ ส่วนหนึ่งของเครื่องอย่างหรือเตาอย่างอยู่บ้างดังเช่น คุณสุวิทย์ ศาสติพิบูล (เลขที่อนุสิทธิบัตร 3367) ชื่อ เครื่องอย่างอาหารอัตโนมัติ โดยมีลักษณะเป็นกลไกการย่างอาหารแบบเป็นไม้คล้ายหมูย่าง และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง ซึ่งเครื่องนี้มีลักษณะการย่างขนาดเล็ก และอาหารบนไม้ก็มีขนาดเล็กทำให้อาหารสุกพร้อมรับประทานได้ง่าย หรือของคุณยาสุธิโกะ มุราตะ และคณะ (เลขที่คำขอ 0901004075) ผู้ประดิษฐ์เตาอย่างชนิดการย่าง

ด้วยถ่าน โดยใช้หลักการให้อาหารอยู่บนสายพานแล้ววิ่งไปเหนือถ่านในระยะทางหนึ่งจนอาหารสุก ซึ่งวิธีนี้ก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของขนาดของอาหารที่ต้องมีขนาดเล็กและบางเพื่อสามารถทำให้อาหารสุกได้ทันเวลา จึงเป็นที่มาในการออกแบบและพัฒนาเครื่องอย่างสุกรแบบเคลื่อนที่นี้

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อุดมศักดิ์ กิจทวี, ญัฐบดี วิริยวัฒน์ และวีรชน ภูหินกอง (2556) ทำการศึกษาวิธีการย่างหมูย่างใน ต.ท่าข้าม อ.สามพราน จ.นครปฐมซึ่งเป็นการย่างแบบทั้งตัว และการประเมินคุณภาพเบื้องต้นผลิตภัณฑ์หมูหันพื้นบ้านพบว่า คนในพื้นที่ใช้สุกรมีชีวิตขนาดน้ำหนักประมาณ 20 – 25 kg. มาทำการฆ่าโดยการแทงคอ ผ่าช่วงช่องท้องเพื่อนำเครื่องในออกแล้วแทนที่ด้วยมัดสมุนไพร (ตะไคร้สด ใบมะกรูดสด และใบตองสด เป็นต้น) ยึดปิดท้องที่เปิดให้สนิท เสียบท่อเหล็กยาวตั้งแต่ปากทะเลทวารหนัก จากนั้นยึดสุกรกับท่อเหล็กให้แน่นเพื่อไม่ให้หลุดขณะทำการหมุนย่าง นำท่อเหล็กที่เสียบสุกรไปไว้บนถ่านร้อน โดยถ่านจะต้องไม่มีเปลวไฟสีแดง หรือมีน้อย เพื่อไม่ให้หนังสุกรไหม้ขณะย่าง ระหว่างย่างจะต้องหมุนท่อเหล็กไปเรื่อยๆ เพื่อให้สุกรสุกพร้อมกันทั้งตัว และเพิ่มสีสนับหนังสุกรด้วยสีผสมอาหาร มักจะใช้สีส้มเป็นหลัก เมื่อรับประทานหนังจะกรอบคล้ายหนังของเป็ดปักกิ่ง และเนื้อจะมีกลิ่นสมุนไพร รับประทานพร้อมน้ำจิ้ม เมื่อทำตรวจเชื้อบางชนิดพบว่าไม่มีเชื้อปนเปื้อนอยู่บ้างแต่สามารถป้องกันได้ไม่ยากซึ่งน่าจะมีจากวิธีการขายเป็นหลัก

ปรเมนทร์ มาลีหาล และอดุลย์ จรรยาเลิศอดุลย์ (2554) ทำการจำลองการไหลของอากาศในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดย CFD พบว่าค่ากำหนดค่าให้ผิวใต้กระจกของตู้อบแห้งมีอุณหภูมิคงที่มีความเหมาะสมในการจำลองการไหลของอากาศภายในตู้อบแห้ง

Watcharin & Ekathai (2013) ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงการกระจายตัวการฉีดน้ำมันหน้าเครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิริยาแบบดีเซลออกซิเดชันแคตตาไลสต์ด้วยพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ พบว่าการกระจายของอุณหภูมิและการลดลงของไอเสียมีการปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญในการใช้วิธีการโดยการเพิ่มแผ่นกัน

Vipavee, Fumihiko, Daisuke & Toshitaka (2014) ได้ทำการศึกษาการทำนายอุณหภูมิพื้นผิวของผลมะเดื่อระหว่างการให้ความร้อนด้วยอินฟราเรดและคุณภาพของผลมะเดื่อพบว่าแบบจำลองสามารถทำนายอุณหภูมิได้ดี และอุณหภูมิที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อราคือที่ 50 °C และสามารถเก็บผลมะเดื่อได้อย่างน้อย 6 วัน

พลังวัชร พ่างธีระสุขสมัย (2553) ทำการสร้างเครื่องปิ้งหมูสะเต๊ะใช้มอเตอร์ขนาดไฟฟ้ากระแสกลับขนาด 1 แรงม้า เป็นแหล่งต้นกำลังและส่งถ่ายกำลังผ่านชุดเกียร์ทดขนาด 1/40 และส่งถ่ายกำลังด้วยเฟืองโซ่หมุนล้อเฟืองชุดลำเลียง ชุดล้อเฟืองลำเลียงมีลักษณะสายพานโลหะวางหมูสะเต๊ะ โดยสามารถวางหมูสะเต๊ะขนาดเล็กทั่วไปวางบนสายพานลำเลียง หมูสะเต๊ะที่วางแล้วจะถูกลำเลียงด้วยสายพาน ด้านใต้สายพานมีเตาถ่านควบคุมอุณหภูมิประมาณ 50 – 80 องศาเซลเซียสโดยการใช้ซี่เก้าอี้กลมเหมือนการปิ้งหมูสะเต๊ะทั่วไป หมูสะเต๊ะที่วางแล้วจะถูกลำเลียงตามทิศทางเคลื่อนที่จะถูกกลับโดยผ่านอุปกรณ์กลับพลิกปรากฏว่าหมูสะเต๊ะจำนวน 200 ไม้ ติดเตาถ่านให้ไฟติดและปรับความร้อนตามที่กำหนด โดยวางที่ละไม้และห่างกันประมาณ 5 – 10 มิลลิเมตรตลอด 5 ครั้งเฉลี่ย 3 นาที จึงสุก

กระวี ตรีอำนวรรค, เทวรัตน์ ทิพย์วิมล, ชนินทร์ จิตรเจริญ และดวงพร วงษ์วัฒนพงษ์ (2555) ได้ทำการอบแห้งพริกด้วยเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์แบบตัวรับพาราโบลาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ความร้อน ผลปรากฏว่า เครื่องอบแห้งมีประสิทธิภาพในการให้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ 51% มีค่าอัตราการระเหยน้ำอิสระจำเพาะ (SMER) เป็น 0.098  $\text{kg}_{\text{water}}/\text{kW-h}$  และลดความชื้นเหลือ 5.49 %db มีอัตราการทำแห้ง 9.84 g/hr มีค่าการเปลี่ยนสีไม่แตกต่างกับพริกที่ตากแห้งแบบทั่วไป และใช้ระยะเวลาการตากแห้งน้อยกว่าปกติ 1 วัน

รตินันท์ เหลือมพล, สิริธร สุภาคาร, สมนึก อีระกุลพิศุทธิ์ และอภิชาติ อัจฉาเสียว (2559) ได้ศึกษาสมการการถ่ายเทความร้อนและความชื้นของการอบแห้งภายใต้สภาวะสุญญากาศ โดยใช้สมการดิฟเฟอเรนเชียลและทฤษฎีทางไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์มาแก้สมการ กับการอบแห้ง แครอท กัลยและข่า ผลการทดลองพบว่า เมื่อใช้สภาวะอุณหภูมิสูง ความดันต่ำ จะให้อัตราการแห้งสูง ใช้เวลาน้อย และยังพบอีกว่าสมการที่นำมาใช้ทำนายผลการทดลองให้ค่าใกล้เคียงกับการทดลองที่  $R^2 > 0.95$  และยังพบอีกว่าความดันมีอิทธิพลต่ออัตราการอบแห้ง มากกว่ามีอิทธิพลต่ออุณหภูมิ

รัชณี เพ็ชรช้าง (2556) ได้ทำโครงการพัฒนาศักยภาพสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) สู่มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยโครงการมุ่งเน้นไปที่กลุ่มเกษตรกรมาเป็นเลิศ ซึ่งเป็นกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่และกลุ่มเกษตรกรที่ผลิตและขายกล้วยตาก งานวิจัยมีจุดประสงค์เพื่อแก้ปัญหาในเรื่องกระบวนการผลิตคุณภาพบรรจุภัณฑ์ การตลาด ระบบบัญชี รวมถึงการผลักดันเข้าสู่มาตรฐาน OTOP 5 ดาว ผลของโครงการพบว่า กลุ่มโครงการสามารถเพิ่มศักยภาพด้านกระบวนการผลิต ให้มีความสม่ำเสมอ รวมถึงการออกแบบการผลิตจนมีคุณภาพคงที่ โครงการได้เข้าไปแก้ปัญหาในการตลาดจนสามารถเพิ่มจำหน่ายขึ้นอีก 20% รวมถึงโครงการได้เข้าไปช่วยวิเคราะห์ SWOTพฤติกรรมผู้บริโภค จนเป็นที่พอใจของกลุ่มเกษตรกรมาเป็นเลิศอย่างยิ่ง

Wilton, Andrea, Cleide & Deise (2015) ได้ทำการสร้างแบบจำลองอัตราการอบแห้งกล้วยแบบต่อเนื่องเปรียบเทียบกับอัตราการอบแห้งกล้วยแบบเป็นขั้นบันได พบว่าอัตราการอบแห้งแบบขั้นบันไดจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเครียดน้อยกว่า

Ricardo, Bruno & Joao (2016) ทำการอบแห้งกล้วยด้วยการใช้คลื่นไมโครเวฟ เพื่อที่จะค้นหาวิธีการอบแห้งกล้วยโดยไม่ทำลายโครงสร้างและเนื้อสัมผัส ทางคณะผู้วิจัยจึงใช้คลื่นไมโครเวฟในการให้ความร้อนกับกล้วยในตู้สุญญากาศ เปรียบเทียบแบบให้คลื่นไมโครเวฟแบบเป็นช่วงๆ และแบบปริตรรายพบว่า โครงสร้างระดับไมโครและเนื้อสัมผัสของกล้วยจากการให้ความร้อนทั้ง 3 แบบไม่แตกต่างกัน ยิ่งไปกว่านั้นการให้ความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟแบบเป็นช่วงๆ ให้ผลในส่วนกราฟแรง-การเปลี่ยนรูปผิดไปมาก แสดงว่าจะทำให้กล้วยมีความกรอบมาก ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงแนะนำการให้ความร้อนแบบคลื่นไมโครเวฟเป็นช่วงๆ จะทำให้กล้วยมีความกรอบมากกว่าแบบอื่น

Rosa, Carla & Carmen (2016) ได้ทำการศึกษาค่าต่างๆ ของสมการสมบัติความร้อนทางกายภาพของกล้วยฉาบในระหว่างการอบแห้งช่วงการพาความร้อน โดยศึกษาที่ช่วงอุณหภูมิ 25 °C 40 °C 50 °C และ 60 °C พบว่า สมการจำลองสามารถทำนายผลการทดลองได้อย่างดี

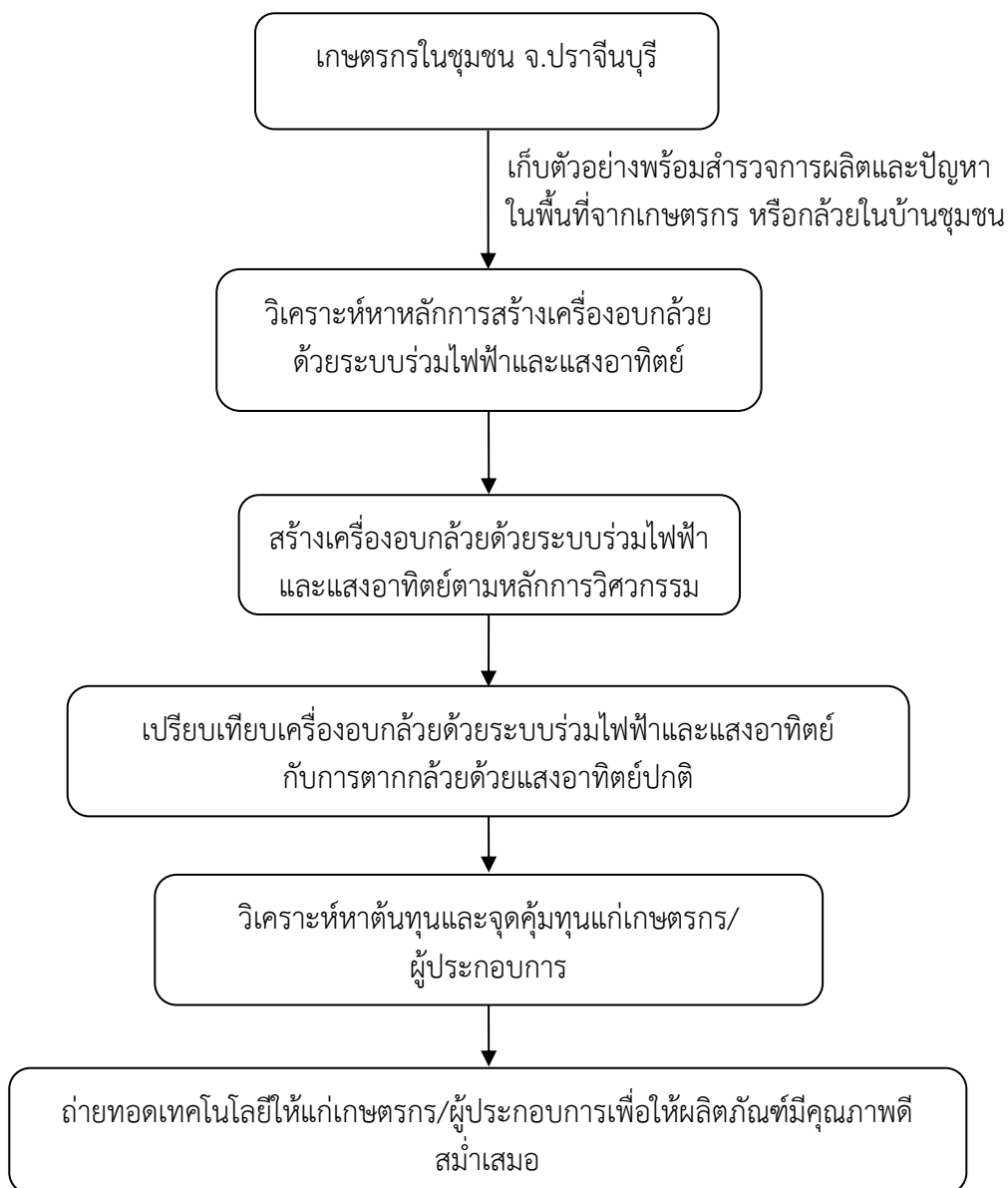
Marie, Jeremy, David, Elie & Joel (2016) ได้เขียนรายงานเกี่ยวกับผลกระทบของการอบแห้งและการอบของแป้งฝักและผลไม้ โดยเปิดเผยว่าแป้งจากฝักและผลไม้ได้รับความนิยมน้อยมากโดยเฉพาะผลกระทบต่อสุขภาพ รวมไปถึงการมีสารแอนติออกซิเดนท์ การอบแห้งถือเป็นการถนอมอาหารที่ได้รับ

ความนิยมสูงโดยกระบวนการนำน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ และยังเปิดเผยอีกว่าขนาดของแป้งที่บดแล้วจะมีอิทธิพลต่อการเป็นวัตถุดิบที่จะเข้าไปสู่กระบวนการต่อไป เป็นการบอกอย่างมีนัยสำคัญว่าไม่เพียงแต่คุณค่าทางโภชนาการเท่านั้นแต่ยังมีเรื่องของเนื้อสัมผัส การรับรส และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเปลี่ยนแปลงของแป้งเหล่านี้มีอิทธิพลสำคัญต่อกระบวนการอบแห้งที่แตกต่างกัน

Raquel, Maria, Fernando, Mariana, Solange & Mateus (2015) ได้ทำการสร้างแบบจำลองด้วย Artificial Neural Network ของการเกิดปฏิกิริยาสารแอนตี้ออกซิเดนต์และสารประกอบฟีนอลิกในการอบแห้งกล้วยโดยอบแห้งจากลมร้อนที่อุณหภูมิ  $50^{\circ}\text{C}$  และ  $70^{\circ}\text{C}$  พบว่า สารประกอบฟีนอลิกและสารแอนตี้ออกซิเดนต์มีค่าลดลงทั้งสองอุณหภูมิ โดยการทดลองจากแบบจำลองให้ผลว่าสามารถทำนายค่าของสารประกอบฟีนอลิกและสารแอนตี้ออกซิเดนต์ได้ ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปรเริ่มต้น และยังพบเพิ่มเติมอีกว่าช่วงการอบแห้งมีผลกระทบต่อปริมาณของสารทั้งสอง

Vahidhosseini, Barati & Esfahani (2016) ใช้สมการทางคณิตศาสตร์และวิธีฟังก์ชันกรีน (Green's function method, GFM) สำหรับในการแก้ปัญหาอัตราการส่งผ่านของการพาความร้อน โดยพบว่าการใช้ สมการทางคณิตศาสตร์ร่วมกัน GFM สามารถทำนายผลการพาความร้อนอย่างดียิ่ง

## กรอบแนวคิดในการวิจัย



### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัย การพัฒนาเครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์แบบมีส่วนร่วมของกลุ่มเกษตรกรปลูกกล้วยจังหวัดปราจีนบุรี มีการดำเนินงานวิจัย รายละเอียดและขั้นตอนแบ่งเป็น

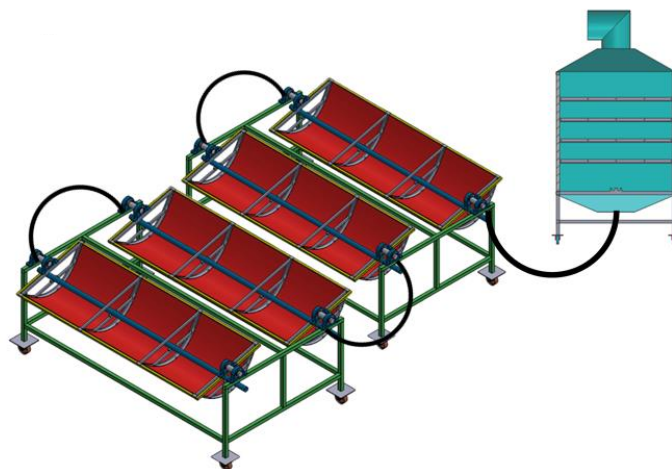
- แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับตัวแทนชุมชน ในเรื่องการอบกล้วยปัจจุบันในพื้นที่
- ออกแบบเครื่องอบกล้วย
- ออกแบบแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์
- ทดสอบเปรียบเทียบกล้วยตากจากเครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์
  - ก. กล้วยตากตามท้องตลาด
  - ข. อบกล้วยตากด้วยระบบไฟฟ้าอย่างเดียว
  - ค. อบกล้วยตากด้วยระบบแผงรับแสงอาทิตย์อย่างเดียว
  - ง. อบกล้วยตากด้วยระบบแผงรับแสงอาทิตย์ร่วมกับไฟฟ้า

#### แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับตัวแทนชุมชน ในเรื่องการอบกล้วยปัจจุบันในพื้นที่

สำรวจและสรุปปัญหาในพื้นที่ ที่เกิดขึ้นในการทำกล้วยตาก โดยการทำโพลกลุ่มเพื่อรวบรวมปัญหาในพื้นที่ พร้อมทั้งความต้องการกล้วยตากในพื้นที่ที่ต้องการ

#### หลักการออกแบบและสร้างเครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์

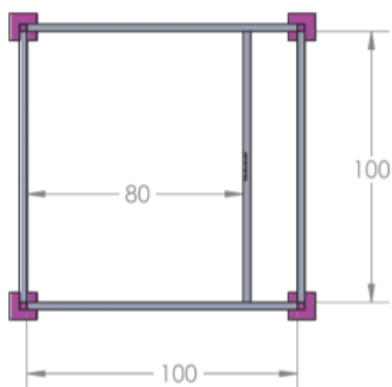
ทำการวัดขนาด (เส้นผ่านศูนย์กลาง x ยาว) น้ำหนัก และความชื้นของกล้วยน้ำว่า เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการคำนวณ ออกแบบและสร้างเครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์ โดยเครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์ ประกอบไปด้วย ส่วนตัวรับทรงพาราโบลา จำนวน 4 จาน ระบบท่อส่งลมร้อน และ ห้องอบแห้ง ซึ่งการทำงานเริ่มจากชุดพัดลมส่งลมผ่านท่อโครงลวดผ้าเคลือบและท่อพีวีซีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 cm ด้วยอัตรา  $0.017 \text{ m}^3/\text{s}$  ท่อพีวีซีจะถูกทาดด้วยสีดำและวางตัวอยู่บนแนวโพลีสของจานพาราโบลาขนาด  $80 \times 240 \text{ cm}^2$  เมื่อแสงอาทิตย์ถูกสะท้อนมายังท่อ อากาศภายในท่อพีวีซีจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นและถูกส่งเข้าไปสู่ห้องอบแห้งขนาด  $100 \times 100 \times 100 \text{ cm}^3$  ต่อไป



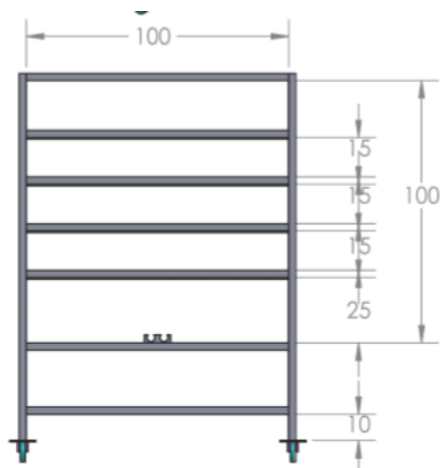
ภาพที่ 3.1 เครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์

ขั้นตอนในออกแบบเครื่องอบกล้วยมีดังนี้

1. ออกแบบโครงสร้างเครื่องอบกล้วย ให้มีขนาดในหน่วย mm ความกว้าง 1,000 mm ความยาว 1,000 mm สูง 1,000 mm ดังภาพ

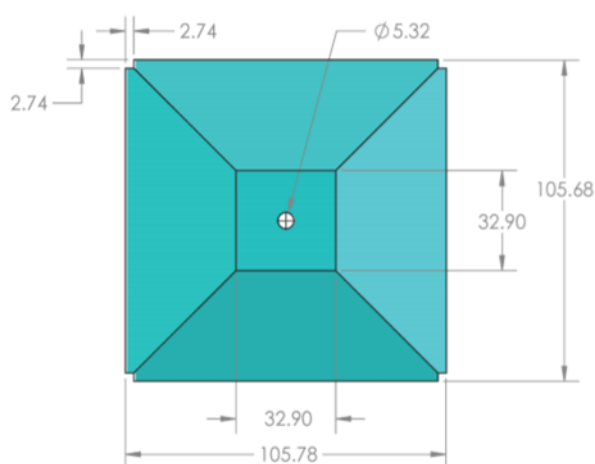


ภาพที่ 3.2 การออกแบบความกว้างและความยาวของเครื่องอบกล้วย



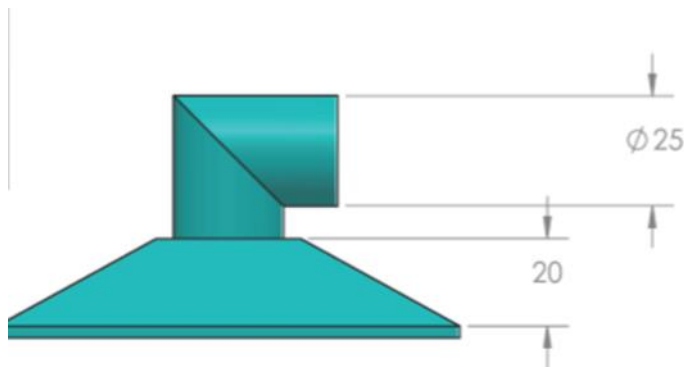
ภาพที่ 3.3 การออกแบบความกว้างและความสูงของเครื่องอบกล้วย

2. ออกแบบฝาท่อเพื่อระบายอากาศ ในหน่วย mm โดยฝาท่อมีความกว้าง 105.78 mm ความยาว 105.58 mm ความสูง 22.74 mm และมีรูระบายอากาศโดยเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 5.32 mm ดังภาพ



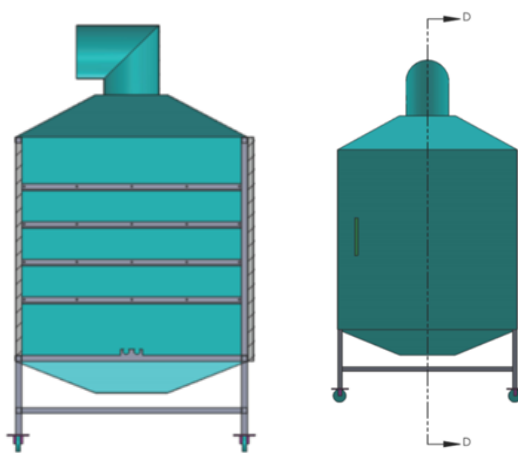
ภาพที่ 3.4 ฝาท่อเครื่องอบกล้วย

3. ออกแบบท่อระบายอากาศ มีความสูง 20 mm และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 mm ดังภาพ



ภาพที่ 3.5 ท่อระบายอากาศ

4. ในการออกแบบจะต้องเผื่อขาดไว้สำหรับอบกล้วยซึ่งกำหนดให้กล้วย 1 ผล มีความยาว 0.08668 m และความกว้าง 0.03053 m วางห่างกัน 0.05 m จะได้ว่ากล้วย 1 ผล มีพื้นที่เท่ากับ  $(0.08668+0.05) \times (0.03053+0.05) = 0.011 \text{ m}^2$  และให้ถาดมีพื้นที่  $1 \text{ m}^2$  ประมาณได้ว่า 1 ถาด วางกล้วยได้ 12 ผล และ 1 คอลัมน์ วางกล้วยได้ 7 ผล ดังนั้นถาด 1 อัน วางกล้วยได้ทั้งหมด 84 ผล ถาด 4 อัน วางได้ทั้งหมด 336 ผล



ภาพที่ 3.6 การออกแบบเครื่องอบกล้วยที่ออกแบบและใช้งานจริง

หาขนาดของพัดลม

กำหนดให้ กล้วยตากคือกล้วยหลังการอบแห้ง

1. คำนวณหา Dry Basis จากสูตร  $M_d = \frac{M_w}{1-M_w}$

ก่อนอบแห้ง  $M_d = \frac{0.6592}{1-0.6592} = 1.93$

หลังอบแห้ง  $M_d = \frac{0.1429}{1-0.1429} = 0.17$

2. มวลหลังการอบแห้ง จะได้  $(17.20 \times 0.17) + 17.20 = 20.072 \text{ g}$   
 3. มวลน้ำที่ถูกขับออกจากกล้วยสุก จะได้  $50.48 - 20.072 = 30.408 \text{ g}$  หรือ  $0.0304 \text{ kg}$  กำหนดให้  
 อากาศขาเข้าเครื่องอบกล้วย เท่ากับ  $60^\circ \text{C}$  70%RH (ข้อมูลเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ตลอดทั้งปีประเทศไทย)  
 และให้อากาศขาออกจากเครื่องอบกล้วยเท่ากับ  $54^\circ \text{C}$  95%RH  
 จาก Psychrometric chart จะได้คุณสมบัติอากาศขาเข้าและขาออกดังนี้

Specific volume	1.09 $\text{m}^3/\text{kg}_{\text{dry}}$
Moisture Content in	0.0993 $\text{kg}_{\text{water}}/\text{kg}_{\text{dry}}$
Moisture Content out	0.1018 $\text{kg}_{\text{water}}/\text{kg}_{\text{dry}}$
ผลต่าง Moisture Content	0.0025 $\text{kg}_{\text{water}}/\text{kg}_{\text{dry}}$

4. หาปริมาณน้ำที่ออกจากกล้วยต่ออากาศ  $1 \text{ m}^3$  จะได้  $0.0025/1.09 = 0.00229 \text{ kg}_{\text{water}}/\text{m}^3$   
 5. หาปริมาณอากาศที่ใช้ในการขับน้ำออกจากกล้วย 1 ผล จะได้  $0.0304/0.00229 = 13.2579 \text{ m}^3$   
 6. หาปริมาณอากาศที่ใช้ในการขับน้ำออกจากกล้วย 336 ผล จะได้  $13.2579 \times 336 = 4,454.672 \text{ m}^3$   
 7. ใน 72 ชั่วโมงจะมี 259,200 วินาที  
 8. จะต้องเลือกพัดลมดูดอากาศที่มีอัตราไหลเท่ากับ  $4,454.672/259,200 = 0.017 \text{ m}^3/\text{s}$  หรือประมาณ  
 $61.87 \text{ m}^3/\text{hr}$

หาขนาดตัวให้ความร้อน (Heater)

จาก Psychrometric chart จะได้คุณสมบัติอากาศขาเข้าและขาออกดังนี้

ที่  $28^\circ \text{C}$  75%RH มีค่า Enthalpy  $74.1 \text{ kJ}/\text{kg}_{\text{dry}}$  มีค่า Specific volume  $0.87788 \text{ m}^3/\text{kg}_{\text{dry}}$   
 ที่  $60^\circ \text{C}$  75%RH มีค่า Enthalpy  $107.3 \text{ kJ}/\text{kg}_{\text{dry}}$  มีค่า Specific volume  $0.97116 \text{ m}^3/\text{kg}_{\text{dry}}$   
 ดังนั้น ผลต่างของ Enthalpy มีค่า  $33.2 \text{ kJ}/\text{kg}_{\text{dry}}$

1. จะได้ปริมาณความร้อนเท่ากับ  $33.2/0.87 = 37.82 \text{ kJ}/\text{m}^3$
2. ใน 72 ชั่วโมงมี 259,200 วินาที
3. จะต้องเลือก Heater ที่มีขนาดเท่ากับ  $0.017 \times 37.82 = 0.65 \text{ kW}$  หรือประมาณ 650 W

ออกแบบแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ (Collector)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณพื้นที่รับแสงของของแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ (Collector)

$$Q A = \dot{m} C_p (T_{\text{out}} - T_{\text{in}}) = (\rho \dot{V}) C_p (T_{\text{out}} - T_{\text{in}})$$

Q คือ ค่าความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยในหน่วย  $\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$

A คือ พื้นที่รับแสงของแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ (Collector) หน่วย  $\text{m}^2$

$\dot{m}$  คือ อัตราการไหลมวลของอากาศที่ไหลผ่าน collector หน่วย  $\text{kg}/\text{s}$

$\rho$  คือ ความหนาแน่นของอากาศที่ไหลผ่าน collector หน่วย  $\text{kg}/\text{m}^3$

$\dot{V}$  คือ อัตราการไหลปริมาตรของอากาศที่ไหลผ่าน collector หน่วย  $m^3/s$

$C_p$  คือ ค่าความจุความร้อนของอากาศที่ไหลผ่าน collector หน่วย  $kJ/kg \cdot K$

$T_{out}$  คือ อุณหภูมิของอากาศที่ไหลออกจาก collector หน่วย  $^{\circ}C$

$T_{in}$  คือ อุณหภูมิของอากาศที่ไหลเข้าสู่ collector หน่วย  $^{\circ}C$

กำหนดให้

1. ค่าความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ย ( $Q$ ) เท่ากับ  $17.785 MJ / m^2 \cdot day$  ข้อมูลจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ปี 2552-2554

2. ความหนาแน่นของอากาศที่ไหลผ่าน collector ( $\rho$ ) เท่ากับ  $1.205 kg/m^3$

3. อัตราการไหลปริมาตรของอากาศที่ไหลผ่าน collector ( $v$ ) มีค่า  $0.018 m^3/s$  จากการคำนวณการระเหยน้ำในตู้อบ

4. ค่าความจุความร้อนของอากาศที่ไหลผ่าน collector ( $C_p$ ) เท่ากับ  $1.005 kJ/kg \cdot K$

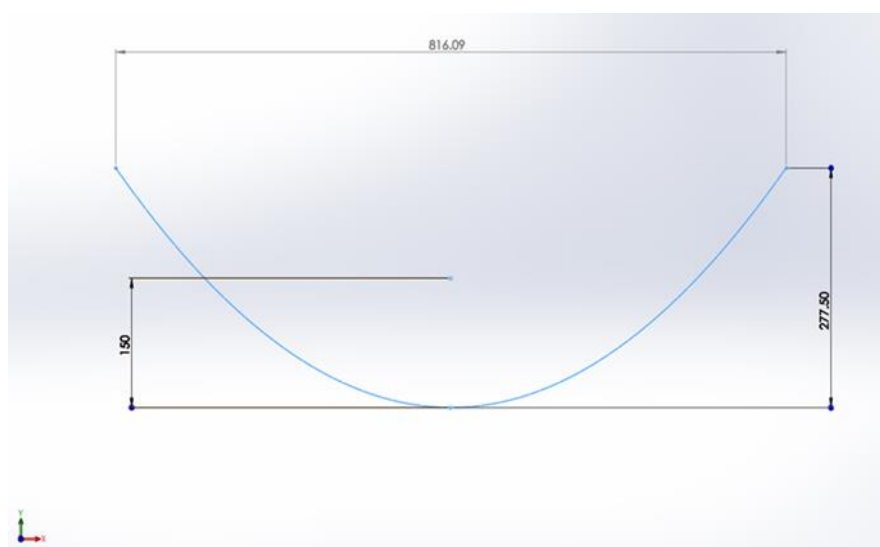
5. อุณหภูมิของอากาศที่ไหลออกจาก collector ( $T_{out}$ ) เท่ากับ  $80^{\circ}C$  (เพื่อไว้ประมาณ  $20^{\circ}C$  จากที่ต้องการจริง  $60^{\circ}C$ )

6. อุณหภูมิของอากาศที่ไหลเข้าสู่ collector ( $T_{in}$ ) เท่ากับ  $25^{\circ}C$

หมายเหตุ ค่าความหนาแน่นและค่าความจุความร้อนของอากาศคิดที่  $20^{\circ}C$  เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์

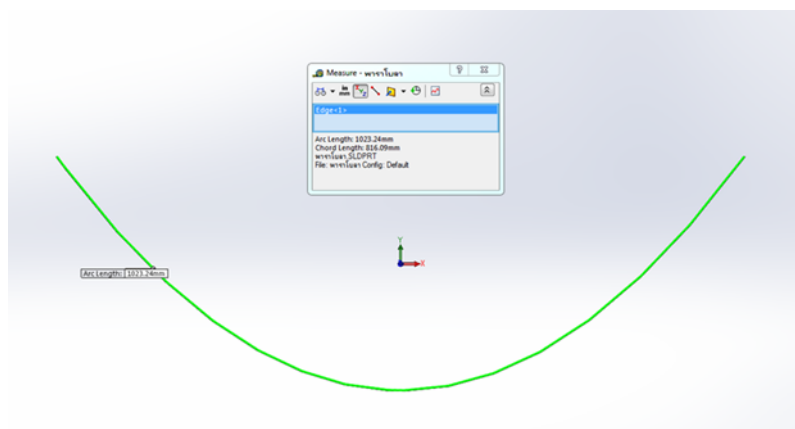
ในการออกแบบแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ (Collector) มีขั้นตอนดังนี้

1. ออกแบบแผง collector ในหน่วย mm โดยใช้สมการพาราโบลาในการคำนวณ คือ  $4Fy = x^2$  ซึ่งจุดโฟกัสที่ออกแบบมีค่าเท่ากับ 150 mm ในการออกแบบ 1 แผ่นมีขนาดความกว้าง 816.09 mm ยาว 2,400 mm สูง 277.50 mm ดังภาพ



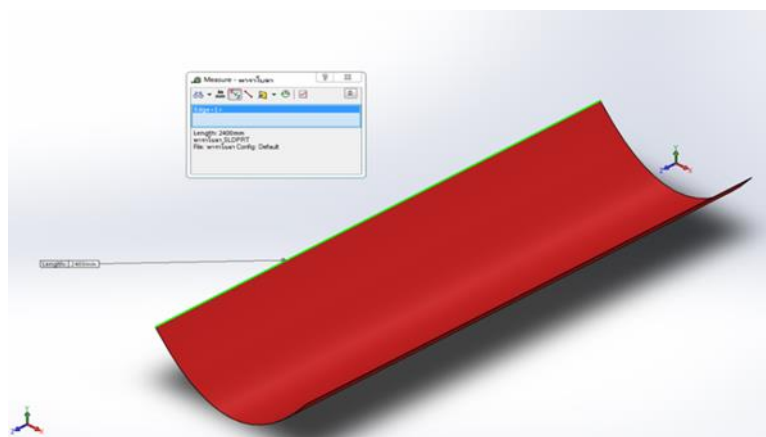
ภาพที่ 3.7 การออกแบบแผง collector

2. ออกแบบส่วนโค้งพาราโบลา โดยจะใช้ความยาวประมาณ 1.024 m ซึ่งมีขนาดไม่เกินความกว้างของแผ่นสแตนเลสบางที่มีขายทั่วไป เท่ากับ 1.2 m ดังภาพ



ภาพที่ 3.8 การออกแบบส่วนโค้งพาราโบลา

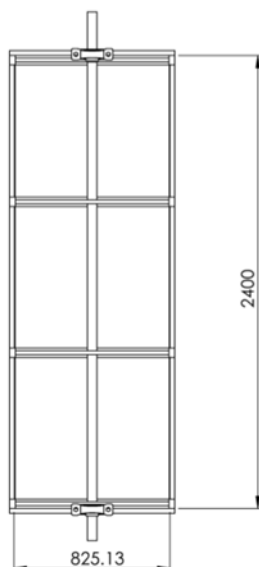
3. ออกแบบแผง collector โดยมีความยาวเท่ากับแผ่นสแตนเลสบาง 2.4 m โดยให้พื้นที่รับแสงของแผง collector 1 แผ่นจะมีค่าเท่ากับ  $2.4 \times 0.816090 = 1.958616 \text{ m}^2$



ภาพที่ 3.9 การออกแบบแผง collector โดยมีความยาวเท่ากับแผ่นสแตนเลสบาง 2.4 m

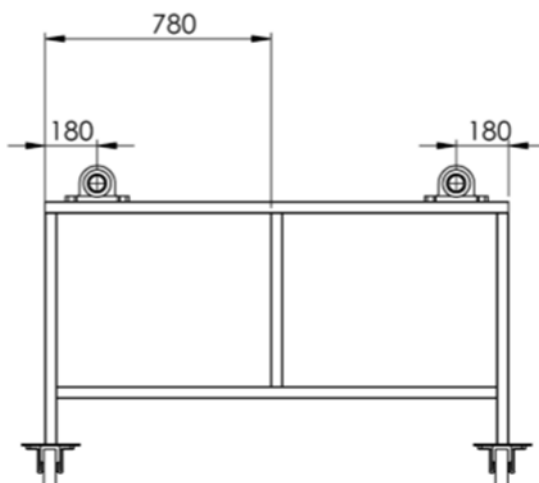
จากที่คำนวณไว้จะต้องมีพื้นที่รับแสงของแผง collector ไม่น้อยกว่า  $5.824357 \text{ m}^2$  เพราะฉะนั้นจะใช้แผง collector ทั้งหมด  $5.824357 / 1.958616 = 2.973711$  แผ่น

4. ออกแบบโครงสร้างเหล็กเพื่อยึดแผ่นสแตนเลสให้เป็นส่วนโค้งพาราโบลาตามที่ต้องการโดยมีความกว้าง 825.13 mm ความยาว 2,400 mm ดังภาพ

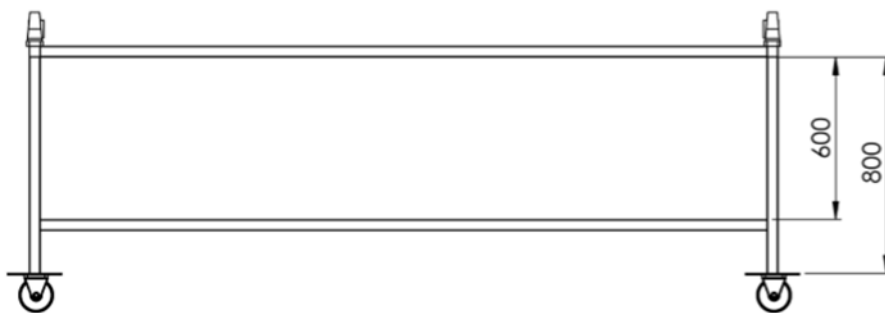


ภาพที่ 3.10 การออกแบบโครงเหล็ก

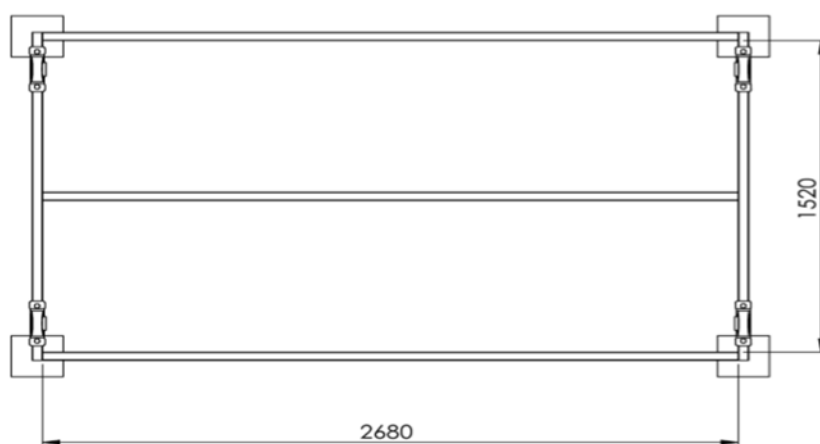
5. ออกแบบฐานรองรับแผง collector สำหรับในการเคลื่อนย้ายโดย ใน 1 ฐานจะมี 2 ช่องเพื่อวางแผง collector ซึ่งแต่ละช่องมีความกว้าง 780 mm และมีความสูง 800 mm และใน 1 ฐานจะมีความกว้าง 1,520 mm และความยาว 2,680 mm และความสูง 800 mm ดังภาพ



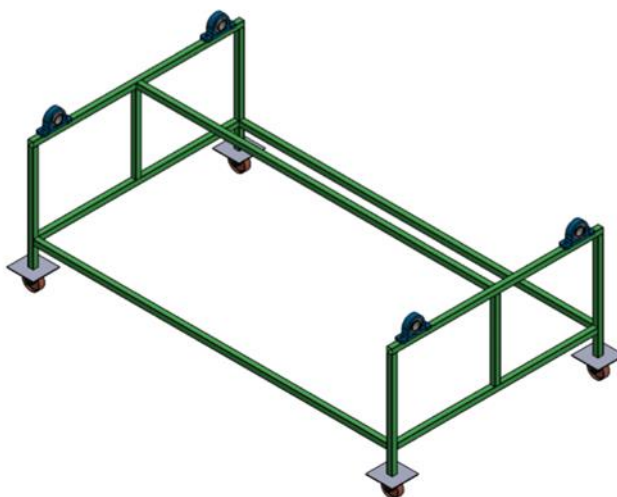
ภาพที่ 3.11 การออกแบบฐาน



ภาพที่ 3.12 การออกแบบของฐาน



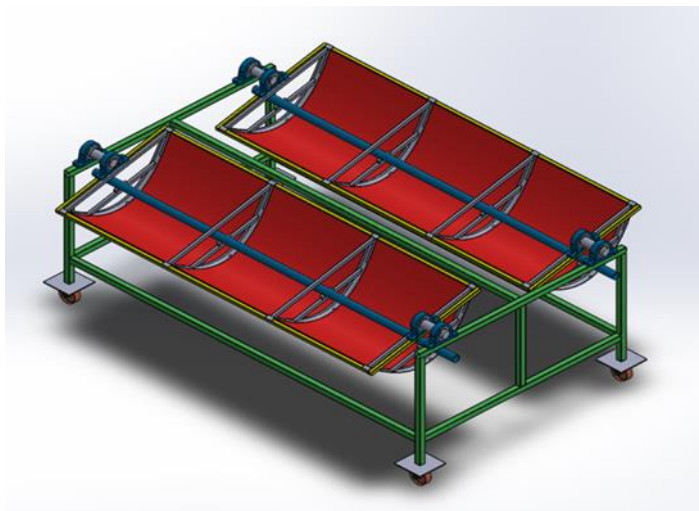
ภาพที่ 3.13 แสดงการออกแบบของฐาน



ภาพที่ 3.14 ของฐานที่ออกแบบและใช้งานจริง

6. เมื่อคำนวณได้แล้ว จะต้องหักล้างพื้นที่ที่โดนโครงสร้างของแผง collector บังแสงอาทิตย์ และยังไม่ได้รวม factor safety ของการคำนวณ ดังนั้นจึงทำการเผื่อพื้นที่รับแสงโดยการเพิ่มจำนวนแผง collector

เป็นทั้งหมด 4 แผ่น จากการคำนวณได้แผง collector ประมาณ 2.973711 แผ่น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจึงประมาณ 4 แผ่น



ภาพที่ 3.15 แผง collector ที่ออกแบบและใช้งานจริง

## บทที่ 4 ผลการวิจัย

การเสนอรายงานผลการวิจัยเรื่องวิจัย การพัฒนาเครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าแสงอาทิตย์แบบมีส่วนร่วมของกลุ่มเกษตรกรปลูกกล้วยจังหวัดปราจีนบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อได้เครื่องต้นแบบที่ทำงานประสิทธิภาพสูง และใช้งานง่าย ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติตามวัตถุประสงค์การวิจัยผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

ส่วนที่ 1 วิเคราะห์ผลการออกแบบเครื่องอบกล้วย

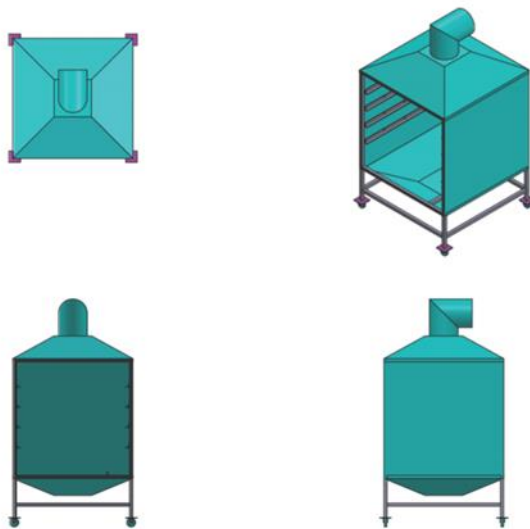
ส่วนที่ 2 วิเคราะห์ผลการออกแบบแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ (Collector)

ส่วนที่ 3 วิเคราะห์ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์

### ส่วนที่ 1 วิเคราะห์ผลการออกแบบเครื่องอบกล้วย

ข้อมูลดังกล่าวเป็นวิเคราะห์ผลการออกแบบเครื่องอบกล้วย โดยมีส่วนประกอบต่างๆ ดังภาพที่

4.1



ภาพที่ 4.1 การออกแบบเครื่องอบกล้วย

เครื่องอบกล้วยที่ได้ออกแบบมีขนาดความกว้าง 1,000 mm ความยาว 1,000 mm และความสูง 1,820.74 mm ตามที่ผู้วิจัยคาดหวังไว้ ซึ่งตัวเครื่องทำจากสแตนเลสหนา 2 mm ภายในประกอบด้วยแผงให้ความร้อนขนาด 650 W พร้อมเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและชุดอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระดับ 60 °C น้ำตาลในกล้วยเกิดการไหม้จนเกิดสีไม่น่ารับประทาน มีประตูเปิดหนึ่งด้านพร้อมพัดลมระบายอากาศเพื่อทำการปรับความชื้นในห้องอบให้สม่ำเสมอ ในส่วนของชั้นวางกล้วยทำจากส

แดนเลสเจาะรู และวางกล้วยสด 1 แถวสามารถวางกล้วยได้ 12 ผล และ 1 คอลัมน์สามารถวางกล้วยได้ 7 ผล ดังนั้น 1 อัน สามารถวางกล้วยได้ทั้งหมด 48 ผล และถาด 4 อันวางได้ทั้งหมด 336 ผล

## ส่วนที่ 2 วิเคราะห์ผลการออกแบบแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ (Collector)



ภาพที่ 4.2 แผง collector ที่ออกแบบและใช้งานจริง

การออกแบบแผง collector จะมีความยาวเท่าแผ่นสแตนเลสบาง 2.4 m โดย 1 แผงจะมีความกว้าง 825.13 mm ยาว 2,400 mm สูง 800 mm ใน 1 ชั้นจะประกอบด้วยแผงรับแสงอาทิตย์จำนวน 2 แผง (ภาพที่ 4.2) ใน 1 ชั้นจะมีฐานความกว้าง 1,520 mm และความยาว 2,680 mm และความสูง 800 mm 1 แผง collector จะมีค่าพื้นที่รับแสงเท่ากับ  $2.4 \times 0.816090 = 1.96 \text{ m}^2$  ดังนั้น จากที่คำนวณไว้จะต้องมีพื้นที่รับแสงแผง collector ไม่น้อยกว่า  $5.83 \text{ m}^2$  เพราะฉะนั้นจะใช้แผง collector ทั้งหมดประมาณ  $5.83 / 1.96 = 2.97$  แผ่น

ในการคำนวณดังกล่าวไม่ได้หักล้างพื้นที่โดนโครงสร้างของแผง collector บังแสงอาทิตย์ และยังไม่ได้รวมค่าเผื่อของการคำนวณดังนั้นจึงทำการเผื่อพื้นที่รับแสงโดยการเพิ่มจำนวนแผง collector เป็นทั้งหมด 4 แผ่น

ดังนั้นเมื่อทำการประกอบชุดตู้อบและแผงรับแสงอาทิตย์เพื่อใช้งานแสดงดังภาพที่ 4.3 เพื่อทดสอบความสามารถการอบแห้งกล้วยลักษณะต่างๆ ต่อไป



ก. ตู้อบ



ข. แผงรับแสงอาทิตย์

ภาพที่ 4.3 เครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าแสงอาทิตย์ ก.ตู้อบ ข.แผงรับแสงอาทิตย์

### ส่วนที่ 3 วิเคราะห์ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์

ดำเนินการหาความชื้นโดยทั่วไปของกล้วยตากปกติที่บรรจุขายอยู่ในตลาด เพื่อเปรียบเทียบค่าความชื้นโดยทั่วไป ซึ่งในการดำเนินการกล้วยตากโดยทั่วไป ผู้ผลิตจำเป็นที่จะต้องสร้างตู้อบจากวัสดุโปร่งแสง หรือโปร่งใสและอยู่ในที่โล่งแจ้ง เพื่อให้แสงแดดส่องถึงตัวกล้วยตาก โดยให้กล้วยตากได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์โดยตรง อีกทั้งในกระบวนการจำเป็นที่ผู้ผลิตเองต้องออกรับแสงแดดด้วยเนื่องจากตัวตู้อบที่อยู่กลางแดด รวมถึงในกระบวนการผู้ผลิตยังต้องไปกลับกล้วยหรือพลิกกล้วย เพื่อให้ผลิตภัณฑ์สามารถมีการถ่ายเทความชื้นของผลิตภัณฑ์ออกสู่บรรยากาศได้รวดเร็วขึ้น จึงมีโอกาที่ผู้ผลิตสามารถได้รับอันตรายจากการได้รับพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง ถ้าเป็นโรงอบกล้วยขนาดใหญ่ที่ผู้ผลิตสามารถเข้าไปในโรงอบกล้วยได้โดยตรง จะสามารถทำให้กล้วยตากซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทานสดโดยตรงไม่สามารถล้างน้ำก่อนได้ จะได้รับฝุ่นหรือการปนเปื้อนเชื้อโรซึ่งมาจากพื้นที่เกิดจากการเดินของผู้ผลิตเองอีกด้วย โดยทั่วไปในทำกล้วยตากจำเป็นต้องให้กล้วยรับแสงอาทิตย์ตลอดเวลา 3 – 5 วัน ขึ้นอยู่กับจำนวนชั่วโมงที่ได้รับแสงอาทิตย์ เช่นถ้าเป็นฤดูร้อนซึ่งมีกลางวันยาวนาน ก็อาจจะใช้เวลาในการทำกล้วย 3 วัน แต่เป็นฤดูหนาว หรือฤดูฝนซึ่งมีช่วงที่แสงอาทิตย์มาถึงพื้นน้อยกว่าช่วงฤดูร้อนจะทำให้ระยะเวลาที่กล้วยตากอยู่ในตู้อบหรือกลางแจ้งยาวนานขึ้นไปอีก

กล้วยตากตามท้องตลาด

ตารางที่ 4.1 กล้วยตากยี่ห้อ banana society

ค่าที่ได้	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
น้ำหนักของกล้วยสุก (กรัม)	45.13	46.49	28.48	40.03667
น้ำหนักหลังอบความชื้น (กรัม)	30.75	32.17	19.56	27.49333
ค่าความชื้น (%)	31.86	30.8	31.34	31.33333

ตารางที่ 4.2 กล้วยตากยี่ห้อ ลานทอง

ค่าที่ได้	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
น้ำหนักของกล้วยสุก (กรัม)	37.75	34.5	48.12	40.12333
น้ำหนักหลังอบความชื้น (กรัม)	27.22	25.23	34.46	28.97
ค่าความชื้น (%)	27.89	26.87	28.38	27.71333

จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 ผลจากการอบกล้วยที่ขายโดยทั่วไปอยู่ตามท้องตลาด จะได้กล้วยหลังอบมีน้ำหนักน้อยกว่ากล้วยก่อนอบเพราะ น้ำที่อยู่กล้วยระเหยไประหว่างการอบแห้ง เมื่อทำการคำนวณความชื้นจึงได้ ความชื้นสุดท้าย สรุปผลได้ว่า เมื่อนำกล้วยตากทั้ง 2 ยี่ห้อมาชั่งจำนวน 3 ครั้ง จะเห็นได้ว่ากล้วยตากยี่ห้อ banana society น้ำหนักของกล้วยสุกและน้ำหนักหลังอบความชื้นครั้งที่ 1 จะมีค่ามากกว่าครั้งที่ 3 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 40.04 กรัม และ 27.49 กรัม ซึ่งเกิดจากค่าเฉลี่ยของน้ำหนักกล้วยชุดที่ 1 และชุดที่ 3 ที่ไม่เท่ากัน หรือขนาดของกล้วยชุดที่ 1 มีขนาดใหญ่กว่าชุดที่ 3 ตามลำดับ ส่วนกล้วยตากยี่ห้อ ลานทอง น้ำหนักของกล้วยสุกและน้ำหนักหลังอบความชื้นครั้งที่ 1 จะมีค่าน้อยกว่าครั้งที่ 3 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 40.12 กรัม และ 28.97 กรัม ซึ่งเกิดจากค่าเฉลี่ยของน้ำหนักกล้วยชุดที่ 1 และชุดที่ 3 ที่ไม่เท่ากัน หรือขนาดของกล้วยชุดที่ 1 มีขนาดเล็กกว่าชุดที่ 3 ตามลำดับ เมื่อนำมาคำนวณค่าความชื้นของกล้วยทั้ง 2 ยี่ห้อ ปรากฏว่า ค่าความชื้นทั้งกล้วยตากยี่ห้อ banana society และ กล้วยตากยี่ห้อ ลานทอง มีค่าเฉลี่ยความชื้นไม่ต่างกันมาก โดยมีค่าเฉลี่ยความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 31.33 และ 27.71 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าความชื้นโดยทั่วไปของกล้วยตากที่ผู้บริโภคนิยมจะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 29.52 ซึ่งถ้าเครื่องอบกล้วยทำความชื้นได้ต่ำกว่านี้อาจจะทำให้ผู้บริโภครู้สึกถึงความแห้งของกล้วยตากที่มากเกินไป

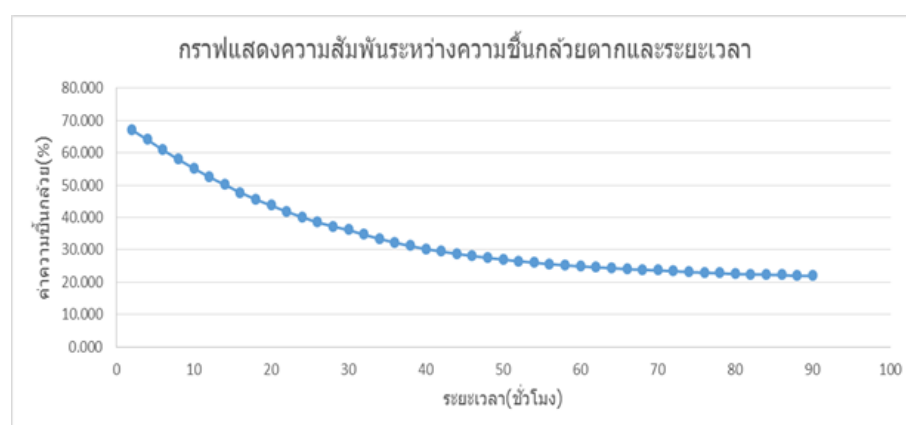
การอบกล้วยด้วยระบบไฟฟ้า

เมื่อทำการทดสอบเครื่องอบกล้วยโดยใช้ระบบไฟฟ้าในการเป็นแหล่งให้ความร้อนเพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 4.3) ทำการอบแห้งเป็นเวลา 90 ชั่วโมง เพื่อหากราฟอัตราการอบแห้ง โดยความชื้นกล้วยสดอยู่ที่ประมาณร้อยละ 72.00 เมื่อผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบกล้วยจะได้รับความชื้นสุดท้ายอยู่ที่ประมาณร้อยละ 22.00 ซึ่งถือว่ามีค่าความชื้นสุดท้ายน้อยเกินไปกว่ากล้วยตามท้องตลาดซึ่งอยู่ที่ประมาณร้อยละ

29.52 นั้นหมายความว่ากล้วยตากที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบกล้วยแบบระบบไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวจะทำให้กล้วยตากแห้งหรือแข็งเกินไป ดังนั้นเมื่อทำการลดจำนวนชั่วโมงการอบแห้งลง โดยตั้งความชื้นสุดท้ายอยู่ที่ประมาณร้อยละ 29.52 จากภาพที่ 4.4 จะทำให้จำนวนชั่วโมงในการอบแห้งลดลงเหลือประมาณเพียง 45 ชั่วโมงเท่านั้น ซึ่งจะทำให้ประหยัดในส่วนของการใช้ไฟฟ้าลงไปได้อีก อีกทั้งเครื่องอบสามารถทำงานได้ต่อเนื่อง ไม่จำเป็นต้องมีผู้ปฏิบัติงานไปควบคุมความร้อน หรือ รอแสงแดดจากธรรมชาติ ซึ่งมีเพียงประมาณ 8 ชั่วโมงใน 1 วัน

**ตารางที่ 4.3** ค่าแสดงรายการต่างๆ เกี่ยวกับเครื่องอบกล้วยโดยใช้ระบบไฟฟ้าเป็นแหล่งให้ความร้อนเพียงระบบเดียว

รายการ	ปริมาณ	หน่วย
ความชื้นกล้วยสด	71.1327	%
ความชื้นกล้วยตาก	21.935	%
อัตราการอบแห้ง	54.664	%/hr
อัตราการอบแห้ง	90	hr
ใช้ไฟ	73.15	kw-hr
ใช้วัน	3วัน18hr	
ค่าไฟ	112.2935	บาท
น้ำหนักกล้วยแห้ง	38.33	g



**ภาพที่ 4.4** ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกล้วยตากและระยะเวลา โดยใช้ตัวให้ความร้อน (ระบบไฟฟ้า)

จากความสัมพันธ์ สรุปได้ว่าเมื่อค่าความชื้นของกล้วยลดลงจะทำให้ระยะเวลาเพิ่มขึ้น ดังนั้น ค่าความชื้นของกล้วยแปรผกผันกับเวลา โดยถ้าเครื่องอบกล้วยใช้ระบบไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวอบกล้วยจนได้

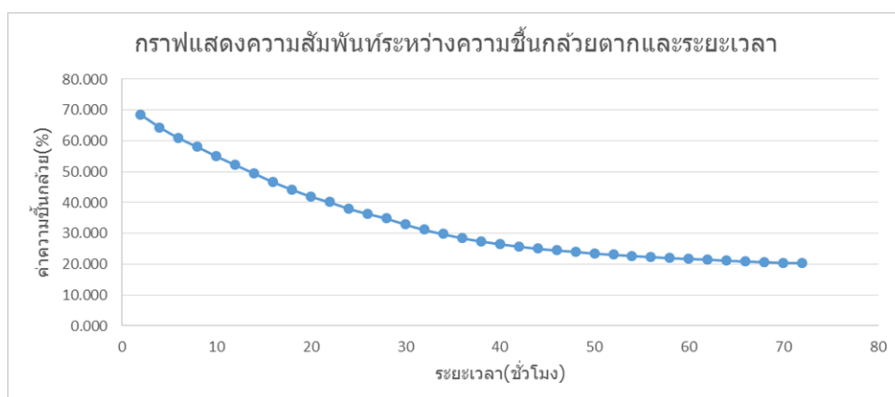
ค่าความชื้นร้อยละ 21.93 จะมีอัตราการอบแห้งอยู่ที่ 54.66 %/hr และใช้พลังงานไฟฟ้าในการอบแห้งในเวลา 90 ชั่วโมงคิดเป็น 73.15 kw-hr เมื่อคิดเป็นเงินในการอบแห้งกล้วยตากครั้งนี้อยู่ที่ 112.30 บาท แต่ถ้านำเครื่องใช้เครื่องในการอบกล้วยตากให้มีความชื้นเท่ากับกล้วยตากโดยทั่วไป จะทำให้ต้นทุนในส่วนของการใช้ไฟฟ้าลดลงอีกมาก

การอบกล้วยด้วยระบบไฟฟ้าร่วมกับแผงรับแสงอาทิตย์

เมื่อทำการทดสอบเครื่องอบกล้วยโดยใช้ระบบไฟฟ้าร่วมกับแผงรับแสงอาทิตย์ในการเป็นแหล่งให้ความร้อน (ตารางที่ 4.4) ในระบบนี้จะมีกล่องวงจรในการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในระดับที่กำหนดคือ  $60^{\circ}\text{C}$  เมื่อทำการนำกล้วยสดที่ปอกเปลือกแล้วเข้าตู้อบ เมื่อทำการเปิดระบบ พัดลมที่อยู่ด้านบนของตู้ทำงาน คือทำการดูดอากาศในตู้อบ เมื่ออากาศในตู้ถูกดูดออก จึงทำให้อากาศในท่อซึ่งต่อมาจากแผงรับแสงอาทิตย์เข้ามาในตู้ เซนเซอร์ภายในตู้จะทำการตรวจสอบอุณหภูมิภายในตู้ ถ้าอุณหภูมิภายในตู้ ซึ่งก็คืออุณหภูมิที่อากาศร้อนจากท่อรับแสงอาทิตย์มีอุณหภูมิต่ำกว่า  $60^{\circ}\text{C}$  ระบบจะทำการสั่งให้ระบบไฟฟ้าทำงาน จนทำให้อุณหภูมิภายในตู้สูงจนถึงที่กำหนด ระบบไฟฟ้าก็จะตัดไฟจากหัวให้ความร้อน ซึ่งการทำงานลักษณะเปิด-ปิดแบบนี้จะดำเนินไปเรื่อยๆ จนสิ้นสุดกระบวนการอบกล้วยตาก ในการทดสอบกล้วยตาก ทำการอบแห้งเป็นเวลา 72 ชั่วโมง เพื่อหาค่าอัตราการอบแห้ง โดยความชื้นกล้วยสดอยู่ที่ประมาณร้อยละ 70 เมื่อผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบกล้วยจะได้อุณหภูมิที่ประมาณร้อยละ 20 ซึ่งถือว่ามีความชื้นสุดท้ายน้อยเกินไปกว่ากล้วยตากที่ใช้เครื่องอบกล้วยด้วยระบบไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวและกล้วยตามท้องตลาดซึ่งอยู่ที่ประมาณร้อยละ 22 และ 30 ตามลำดับ นั่นหมายความว่ากล้วยตากที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบกล้วยแบบระบบไฟฟ้าร่วมกับแผงรับแสงอาทิตย์จะทำให้กล้วยตากแห้งหรือแข็งเกินไป ดังนั้นเมื่อทำการลดจำนวนชั่วโมงการอบแห้งลง โดยตั้งความชื้นสุดท้ายอยู่ที่ประมาณร้อยละ 29.52 จากภาพที่ 4.5 จะทำให้จำนวนชั่วโมงในการอบแห้งลดลงเหลือประมาณเพียง 30 ชั่วโมงเท่านั้น ซึ่งจะทำให้ประหยัดในส่วนของการใช้ไฟฟ้าลงไปได้อีก อีกทั้งเครื่องอบสามารถทำงานได้ต่อเนื่อง ไม่จำเป็นต้องมีผู้ปฏิบัติงานไปควบคุมความร้อน หรือ รอแสงแดดจากธรรมชาติซึ่งมีเพียงประมาณ 8 ชั่วโมงใน 1 วัน

**ตารางที่ 4.4** ค่าแสดงรายการต่างๆ เกี่ยวกับเครื่องอบกล้วยโดยใช้ระบบไฟฟ้าร่วมกับแผงรับแสงอาทิตย์ เป็นแหล่งให้ความร้อน

รายการ	ปริมาณ	หน่วย
ความชื้นกล้วยสด	70.422	%
ความชื้นกล้วยตาก	20.347	%
อัตราการอบแห้ง	69.55	%ohr
น้ำหนักกล้วยแห้ง	34.84	g
ใช้เวลา	72	hr
ใช้ไฟ	48.72	Kw-hr
ใช้วัน	3	วัน
ค่าไฟ	73.923	บาท



**ภาพที่ 4.5** ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกล้วยตากและระยะเวลาโดยใช้แผงรับแสงอาทิตย์ร่วมไฟฟ้า

จากความสัมพันธ์ สรุปได้ว่าเมื่อค่าความชื้นของกล้วยลดลงจะทำให้ระยะเวลาเพิ่มขึ้น ดังนั้น ค่าความชื้นของกล้วยแปรผกผันกับเวลา โดยถ้าเครื่องอบกล้วยใช้ระบบไฟฟ้าร่วมกับแสงอาทิตย์อบกล้วย (ภาพที่ 4.6) จนได้ค่าความชื้นร้อยละ 20.35 จะมีอัตราการอบแห้งอยู่ที่ 69.55 %/hr ซึ่งมีอัตราการอบแห้งสูงกว่าแบบการอบด้วยใช้พลังงานไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว และใช้พลังงานไฟฟ้าในการอบแห้งในเวลา 72 ชั่วโมงคิดเป็น 48.72 kw-hr เมื่อคิดเป็นเงินในการอบแห้งกล้วยตากครั้งนี้อยู่ที่ 73.92 บาท แต่ถ้าต้องการใช้เครื่องในการอบกล้วยตากให้มีความชื้นเท่ากับกล้วยตากโดยทั่วไป จะทำให้ต้นทุนในส่วนของการใช้ไฟฟาลดลงอีกมาก รวมถึงระยะเวลาที่ใช้ในการทำกล้วยตากก็ลดลงด้วย และจะทำให้ผู้ผลิตสามารถควบคุมระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการผลิตกล้วยตากได้ดีกว่ากล้วยตากที่เกิดจากตู้อบกล้วยกลางแจ้งที่ใช้แสงอาทิตย์



ก. กล้วยก่อนอบ

ข. กล้วยหลังอบ

**ภาพที่ 4.6** กล้วยตากที่ได้จากเครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าแสงอาทิตย์ ก.กล้วยก่อนอบ

ข. กล้วยหลังอบ

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาเครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์แบบมีส่วนร่วมของกลุ่มเกษตรกรปลูกกล้วยจังหวัดปราจีนบุรี มีวัตถุประสงค์ เพื่อได้เครื่องต้นแบบที่ทำงานประสิทธิภาพสูง ตามหลักวิชาการพลศาสตร์ และนำผลงานไปถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบกล้วยสู่ชุมชน โดยคณะผู้วิจัยสามารถสร้างเครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์ ได้มีประสิทธิภาพ และยังทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานภายในอาคารได้ รวมถึงสามารถคำนวณระยะเวลาในการอบกล้วยได้อย่างแม่นยำ

#### สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

เครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์มีส่วนประกอบ ขนาดและหลักการดังนี้ เครื่องอบกล้วยมีขนาดความกว้าง 1,000 mm ความยาว 1,000 mm และความสูง 1,820.74 mm ทำจากสแตนเลสหนา 2 mm ภายในประกอบด้วยแท่งให้ความร้อนขนาด 650 W พร้อมเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ และชุดอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระดับ 60 °C มีประตูเปิดหนึ่งด้าน พร้อมพัดลมระบายอากาศเพื่อทำการปรับความชื้นในห้องอบให้สม่ำเสมอ ในส่วนของชั้นวางกล้วยทำจากสแตนเลสเจาะรู 4 ชั้น และวางกล้วยสดได้ทั้งหมด 336 ผล

แผงรับแสงอาทิตย์มีความกว้าง 825.13 mm ยาว 2,400 mm สูง 800 mm ใน 1 ชั้นจะประกอบด้วยแผงรับแสงอาทิตย์จำนวน 2 แผง ใน 1 ชั้นจะมีฐานความกว้าง 1,520 mm และความยาว 2,680 mm และความสูง 800 mm มีแผงรับแสงอาทิตย์ทั้งหมด 4 แผง โดยมีท่อพีวีซีกวางอยู่ในระยะจุดรวมแสงเพื่อให้อากาศภายในที่ร้อน ในระบบนี้จะมีกล่องวงจรในการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในระดับที่กำหนดคือ 60 °C เมื่อทำการนำกล้วยสดที่ปอกเปลือกแล้วเข้าตู้อบ

เมื่อทำการเปิดระบบ พัดลมที่อยู่ด้านบนของตู้ทำงาน คือทำการดูดอากาศในตู้ออก เมื่ออากาศในตู้ถูกดูดออก จึงทำให้อากาศในท่อซึ่งต่อมาจากแผงรับแสงอาทิตย์เข้ามาในตู้ เซนเซอร์ภายในตู้จะทำการตรวจสอบอุณหภูมิภายในตู้ ถ้าอุณหภูมิภายในตู้ ซึ่งก็คืออุณหภูมิที่อากาศร้อนจากท่อรับแสงอาทิตย์มีอุณหภูมิต่ำกว่า 60 °C ระบบจะทำการสั่งให้ระบบไฟฟ้าทำงาน จนทำให้อุณหภูมิภายในตู้สูงจนถึงที่กำหนด ระบบไฟฟ้างก็จะตัดไฟจากหัวให้ความร้อน ซึ่งการทำงานลักษณะเปิด-ปิดแบบนี้จะดำเนินไปเรื่อยๆ จนสิ้นสุดกระบวนการอบกล้วยตาก

ผลสรุปจากการทดสอบเครื่องอบกล้วยด้วยระบบร่วมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์ และการทดสอบเครื่องอบกล้วยด้วยระบบไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวดังนี้ ค่าความชื้นกล้วยตากจากการอบกล้วยด้วยระบบไฟฟ้าร่วมกับแผงรับแสงอาทิตย์และระบบไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว มีค่าความชื้นร้อยละ 20.35 และ 21.94 ตามลำดับ อัตราการอบแห้งของการอบด้วยระบบไฟฟ้าร่วมกับแผงรับแสงอาทิตย์และระบบไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว มีค่า 69.55 %/hr และ 54.66 %/hr ตามลำดับ การใช้ไฟฟ้าของการอบกล้วยด้วยระบบไฟฟ้าร่วมกับแผงรับแสงอาทิตย์และระบบไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว มีจำนวน 48.72 kw-hr และ 73.15 kw-hr ตามลำดับ คิดเป็นค่าไฟประมาณ 73.92 บาท และ 112.3 บาท ตามลำดับ

ดังนั้นเห็นได้ว่า การใช้เครื่องอบกล้วยด้วยระบบรวมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์ให้ ค่าร้อยละความชื้นที่ใกล้เคียงหรือต่ำกว่าเล็กน้อยเปรียบเทียบกับระบบไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว อีกทั้งอัตราการอบแห้งที่มากกว่าการใช้ไฟฟ้าที่น้อยกว่า รวมไปถึงการใช้ระยะเวลาในการอบที่น้อยกว่า ทำการใช้เครื่องอบกล้วยด้วยระบบรวมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์ประหยัดกว่าในทุกด้าน ยิ่งถ้าต้องการร้อยละความชื้นของกล้วยตากให้เป็นไปตามตลาดซึ่งอยู่ที่ประมาณ 30 จะให้การใช้เครื่องอบกล้วยด้วยระบบรวมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์ประหยัดกว่าตัวเลขที่แสดงในงานวิจัยฉบับนี้อีก นอกจากนี้ในการทำกล้วยตากด้วยเครื่องอบกล้วยด้วยระบบรวมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์ยังสามารถทำงานได้ต่อเนื่องทั้งกลางวันและกลางคืน โดยไม่จำเป็นต้องมีผู้ปฏิบัติงานไปควบคุมความร้อนตลอดระยะเวลาการอบ ทำให้ผู้ปฏิบัติสามารถพักผ่อน หรือทำงานอื่นๆ ได้ อีกทั้งการใช้เครื่องอบกล้วยด้วยระบบรวมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์ ไม่มีความจำเป็นต้องรอแสงแดดจากธรรมชาติซึ่งมีเพียงประมาณ 8 ชั่วโมงใน 1 วัน ดังนั้นไม่ว่าจะเป็นฤดูใด ผู้ผลิตก็สามารถบ่มผลผลิตกล้วยเข้าสู่ตลาดได้อย่างคงที่ จะทำให้ต้นทุนทั้งในส่วนของการใช้ไฟฟ้าลดลงอีกมาก รวมถึงระยะเวลาที่ใช้ในการทำกล้วยตากก็ลดลงด้วย และจะทำให้ผู้ผลิตสามารถควบคุมระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการผลิตกล้วยตากได้ดีกว่ากล้วยตากที่เกิดจากตู้อบกล้วยกลางแจ้งที่ใช้แสงอาทิตย์ รวมไปถึงความสะอาดที่ได้จากเครื่องอบกล้วยด้วยระบบรวมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์ ที่ผู้ปฏิบัตินอกจากไม่ร้อนจากแสงแดดแล้ว ผู้ปฏิบัติจะสัมผัสกับผลผลิตกล้วยน้อยมาก ทำให้ผลผลิตระหว่างอบแห้ง และ หลังอบแห้งมีเชื้อโรคที่เกิดจากการสัมผัสต่างๆ น้อยลง

### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. สามารถนำเครื่องอบกล้วยด้วยระบบรวมไฟฟ้าและแสงอาทิตย์ไปใช้ได้โดยง่ายเนื่องจากการใช้งานที่ไม่ยุ่งยากหรือซับซ้อนเพียงเสียบไฟ และนำกล้วยเข้าตู้อบเท่านั้น
2. สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวัสดุ หรืออาหารชนิดอื่นๆ ได้ โดยเฉพาะอาหารที่ตากแห้งโดยทั่วไป เนื่องจากเป็นระบบปิด ไม่มีแมลงมารบกวน อีกทั้งทำความสะอาดได้ง่าย

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาช่วงอุณหภูมิอื่นเพิ่มเติม เพื่อมีค่าตัวเลขปัจจัยต่างๆ ของอาหารประเภทอื่นๆ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานที่หลากหลายได้ต่อไป
2. ศึกษาระยะเวลาในการทำความสะดวก แผงรับแสงอาทิตย์ เพื่อที่จะได้ระมัดระวังในการลดประสิทธิภาพของการให้พลังงาน

## เอกสารอ้างอิง

### บรรณานุกรมภาษาไทย

- กรมศุลกากร. (2558). สถิติเข้านำ-ส่งออก. 13 ตุลาคม 2558. <http://www.customs.go.th/wps/wcm/connect/Library+cus501th/InternetTH/11/>
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2557). ยุทธศาสตร์การพัฒนางานวิจัยกล้วย พ.ศ. 2559 – 2563: พื้นที่ปลูกกล้วยปี 2556 ในจังหวัดปราจีนบุรี. กรมส่งเสริมการเกษตร กรุงเทพฯ.
- กระวี ตรีอำนาจวรรค, เทวรัตน์ ทิพย์วิมล, ชนินทร์ จิตรเจริญ และดวงพร วงษ์วัฒนพงษ์. (2555). การอบแห้งพริกด้วยเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์แบบตัวรับพาราโบลา. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 43:3 (พิเศษ), 143-146.
- พาณิชย์อาสาจังหวัดพิษณุโลก. (2558). กล้วยตาก กล้วยอบ และผลิตภัณฑ์จากกล้วย. 13 ตุลาคม 2558. <http://puechkaset.com/%e0%b8%81%e0%b8%a5%e0%b9%89%e0%b8%a7%e0%b8%a2%e0%b8%95%e0%b8%b2%e0%b8%81/>.
- พาณิชย์อาสาจังหวัดพิษณุโลก. (2558). กล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน. 13 ตุลาคม 2558. <https://khoku3.wordpress.com/2014/07/19/กล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน>.
- พีชเกษตร. (2558). กล้วยและการปลูกกล้วย. 13 ตุลาคม 2558. <http://puechkaset.com/%e0%b8%81%e0%b8%a5%e0%b9%89%e0%b8%a7%e0%b8%a2/>.
- เสริม จันทร์ฉาย. (2558). บางกระท่อมโมเดล. 13 ตุลาคม 2558. <http://www.solarlabsu.com/index.php/publication/8>.
- เบญจมาศ ศิลาย้อย. (2545). กล้วย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปฐมภรณ์ รินมุกดา. (2542). วิวัฒนาการผลิตกล้วยตากบางกระท่อม. สำนักงานเกษตรอำเภอบางกระท่อม พิษณุโลก.
- ปรเมนทร์ มาลีหวล และอดุลย์ จรรยาเลิศอดุลย์. (2554). การจำลองการไหลของอากาศในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดย CFD. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, ปีที่ 13(4), ตุลาคม - ธันวาคม.
- พลังวัชร แพ่งธีระสุขสมัย. (2553). พัฒนาสร้างเครื่องปิ้งหมูสะเต๊ะกึ่งอัตโนมัติ. *ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิตย*, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2546). กล้วยอบ: มผช.112/2546. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.
- รตินันท์ เหลืออมพล, สิริธร สุภาคาร, สมนึก ธีระกุลพิศุทธิ์ และอภิชาติ อัจฉาเสียว. (2559). สมการการถ่ายเทความร้อนและความชื้นของการอบแห้งภายใต้สภาวะสุญญากาศ. *วารสารวิจัย มช.(บศ.)*, 16(2): เม.ย.-มิ.ย..
- รัชณี เพ็ชรช้าง. (2556). โครงการพัฒนาศักยภาพสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) สู่อุตสาหกรรมกล้วยอบอบนึ่ง. *รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการพัฒนาศักยภาพสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) สู่อุตสาหกรรมกล้วยอบอบนึ่ง* คลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.

- ศูนย์สารสนเทศ. (2557). ข้อมูลพื้นที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตเฉลี่ยของกล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ และกล้วยหอม ปี 2552-2556 ในประเทศไทย. กรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ.
- สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. (2558). *ประโยชน์ของกล้วย*. 13 ตุลาคม 2558. <http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=30&chap=6&page=t30-6-infodetail09.html>.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2528). *กล้วยอบ มอก. 586-252*. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2558). *กล้วย: มกอช.0006-2548*. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.
- อุดมศักดิ์ กิจทวี ญัฐบดี วิริยาวัฒน์ และวีรชน ภูหินกอง. (2556). การประเมินคุณภาพเบื้องต้นผลิตภัณฑ์หมูหันพื้นบ้าน. *วารสารวิจัย มสค สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 6(1) มกราคม-มิถุนายน: 1-9.

### บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ

- Marie Celeste Karam, Jeremy Petit, David Zimmer, Elie Baudelaire Djantou, & Joel Scher. (2016). Effects of drying and grinding in production of fruit and vegetable powders: A review. *Journal of Food Engineering*, 188, 32-49.
- Raquel P.F. Guine, Maria Joao Barroca, Fernando J. Goncalves, Mariana Alves, Solange Oliveira, & Mateus Mendes. (2015). Artificial neural network modelling of the antioxidant activity and phenolic compounds of bananas submitted to different drying treatments. *Food Chemistry* 168, 454-459.
- Ricardo L. Monteiro, Bruno A.M. Carciofi, & Joao B. Laurindo. (2016). A microwave multi-flash drying process for producing crispy bananas. *Journal of Food Engineering*, 178, 1-11.
- Rosa F. Zabalaga, Carla I.A. La Fuente, & Carmen C. Tadini. (2016). Experimental determination of thermophysical properties of unripe banana slices (*Musa cavendishii*) during convective drying. *Journal of Food Engineering*, 187, 62-69.
- Vahidhosseini S.M., Barati E., & Esfahani J.A.. (2016). Green's function method (GFM) and mathematical solution for coupled equations of transport problem during convective drying. *Journal of Food Engineering*, 187, 24-36.
- Vipavee Trivittayasil, Fumihiko Tanaka, Daisuke Hamanaka, & Toshitaka Uchino. (2014). Prediction of surface temperature of figs during infrared heating and its effect on the quality. *Biosystems Engineering*, 122, 16-22.
- Watcharin Chantarasuwan & Ekathai Wirojsakunchai. (2013). A Computational Fluid Dynamics Study on Improving Raw Fuel Injection Distributions in Front of Diesel Oxidation Catalysts. *KASETSART JOURNAL: NATURAL SCIENCE*, 47(4), 635-645.

Wilton Pereira da Silva, Andrea Fernandes Rodrigues, Cleide Maria D.P.S. e Silva, & Deise Souza de Castro. (2015). Comparison between continuous and intermittent drying of whole bananas using empirical and diffusion models to describe the processes. *Journal of Food Engineering*, 166, 230–236.

## ประวัติผู้วิจัย

### หัวหน้าโครงการวิจัย

นายอุดมศักดิ์ กิจทวี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2542 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2547 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2554 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

### ผู้ร่วมโครงการวิจัย

นายกระวี ตรีอำนรรค สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เมื่อปี พ.ศ. 2542 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2547 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2554 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

นางธมลวรรณ เปรมศรี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาการศึกษา คณะครุศาสตร์ วิทยาลัยครูเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ เมื่อปี พ.ศ. 2537 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง เมื่อปี พ.ศ. 2544 ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง รองผู้อำนวยการศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง นครนายก มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

นายรังสันต์ จอมทะริกษ์ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏสวนดุสิต เมื่อปี พ.ศ. 2545 สำเร็จการศึกษาปริญญาโท สาขารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2550 สำเร็จการศึกษาปริญญาเอก สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปี พ.ศ. 2558 ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์สังกัดหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต