



กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

รายงานผลสัมฤทธิ์สำหรับทุนสนับสนุนงานพื้นฐาน (Fundamental Fund)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

หน่วยงาน กรมวิชาการเกษตร

รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรบัสตาโดยใช้หลักการลมร้อนร่วมกับ  
สุญญากาศ

Research and Development of Robusta Coffee Dryer by Using Hot Air  
Combined with Vacuum System

สรารุทธิ ปานทน

Sarawuth Parnthon

ปี 2564

## บทสรุปผู้บริหาร

ในปัจจุบันปริมาณความต้องการการใช้เมล็ดกาแฟมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะในธุรกิจร้านกาแฟสด เติบโตและขยายตัวอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้กาแฟที่ปลูกในประเทศทั้งสายพันธุ์อาราบิก้าที่ปลูกทางภาคเหนือ และกาแฟพันธุ์โรบัสต้าที่ปลูกทางภาคใต้มีความต้องการสูงขึ้น โดยเฉพาะสายพันธุ์โรบัสต้าที่ผู้ผลิตเมล็ดกาแฟต้องการปรับปรุงคุณภาพการผลิตสารกาแฟ เพื่อให้ได้สารกาแฟที่มีคุณภาพมากขึ้น และเนื่องจากผลผลิตกาแฟโรบัสต้าในภาคใต้มีช่วงเวลาเก็บระหว่างเดือน ตุลาคม - พฤศจิกายน เป็นจำนวนมาก ซึ่งคาบเกี่ยวกับฤดูฝนของทางภาคใต้พอดี ส่งผลให้การทำแห้งเมล็ดกาแฟโดยการตากปกติ ไม่สามารถทำได้ เกษตรกรได้มีการนำโรงเรือนมาช่วยในการตากแห้งเมล็ดกาแฟ ก็สามารถแก้ปัญหาได้ในระดับหนึ่ง แต่ในช่วงที่ฝนตกชุกและเมล็ดกาแฟมีผลผลิตเข้ามาเยอะ จะไม่สามารถทำแห้งได้ทัน ส่งผลต่อคุณภาพสารกาแฟ จึงมีความจำเป็นต้องทำการวิจัยพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นเมล็ดกาแฟ โดยได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรบัสต้า ในการอบแต่ละครั้งสามารถบรรจุผลกาแฟเชอรี่ได้ประมาณ 500 กิโลกรัม เมื่อทำการอบไป 8-12 ชั่วโมง กาแฟเชอรี่จะมีอุณหภูมิต่ำลงจนมีระดับต่ำกว่าที่อุณหภูมิทำให้ประสิทธิภาพการอบลดลง จึงต้องนำกาแฟที่อบออกมาพัก แล้วบรรจุเมล็ดกาแฟชุดใหม่ต่อไป เครื่องอบแบบนี้สามารถลดความชื้นผลกาแฟได้แม้ในช่วงที่มีความชื้นสูงหรือมีฝนตก ซึ่งการใช้โรงตากแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ไม่สามารถทำได้ จึงช่วยลดความเสียหายของผลกาแฟจากความชื้นสูงได้ เหมาะสมกับกลุ่มเกษตรกรหรือผู้ประกอบการรายย่อย ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการพัฒนาคุณภาพการผลิตสารกาแฟโรบัสต้าให้ดียิ่งขึ้น

คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า เมื่อนำไปขยายผลให้กลุ่มเกษตรกรและผู้ประกอบการผู้ผลิตเมล็ดกาแฟแล้ว เครื่องอบลดความชื้นจะมีส่วนช่วยในการลดความเสียหายของสารกาแฟที่ไม่สามารถลดความชื้นด้วยวิธีอื่นได้ ในช่วงที่มีความชื้นสูงหรือฝนตกชุก และช่วยเพิ่มคุณภาพการผลิตสารกาแฟให้ดียิ่งขึ้นในอนาคต

## บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรบัสตาเพื่อลดเวลาในการทำแห้งกาแฟ และช่วยลดความเสียหายของกาแฟจากการที่ไม่สามารถลดความชื้นกาแฟได้ในช่วงที่ฝนตก หรืออากาศมีความชื้นสูง โดยได้สร้างต้นแบบเครื่องอบลดความชื้น ประกอบด้วยถังอบทรงกระบอกวางแนวนอนเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร ขนาดบรรจุประมาณ 500 กิโลกรัม ชุดให้ความร้อน และตู้คอนโทรลที่สามารถควบคุมอุณหภูมิในการอบ สามารถตั้งค่าอุณหภูมิการอบได้ได้ตามที่ต้องการ และควบคุมการหมุนของถังอบเพื่อช่วยในการคลุกเคล้าและกลับเมล็ดกาแฟให้ได้รับความร้อนที่สม่ำเสมอ จากการทดสอบอบลดความชื้นกาแฟโรบัสตา ผลเซอร์รี่ พบว่า เมื่อความชื้นลดลงจะมีการยุบตัวของเมล็ดกาแฟ ทำให้เมล็ดกาแฟยุบจนมีระดับต่ำกว่าท่อลมออกที่วางตัวในแนวแกนกลางถังอบ ต้องนำเมล็ดกาแฟชุดแรกออกมาพักตัว แล้วทำการอบเมล็ดกาแฟชุดที่ 2 ต่อไป โดยสามารถอบลดความชื้นเมล็ดกาแฟจากความชื้นเริ่มต้นประมาณ 57.66%wb ให้เหลือประมาณ 36.57%wb ได้ในเวลา 8-12 ชั่วโมง และใช้แก๊สหุงต้มในการให้ความร้อนอบลดความชื้น 0.4-0.6 กิโลกรัม/ชั่วโมง

## Abstract

This project aims to research and develop Robusta coffee dehumidifiers to reduce the drying time and reduce the damage of coffee with high moisture during the rain or high humidity. The prototype of coffee dryer it consist of horizontal cylinder diameter 100 cm. length 120 cm., can hold about 500 kg. of coffee. The Controller that can control the temperature and the rotation of the drying tank. The study found that when the moisture content was reduced, the coffee bean would collapse. Causing the coffee bean to collapse until they are lower than the exhaust pipe that is placed in the middle of the dring tank. Take out the first coffee beans and then continue drying the batch. The dryer can reduce the moisture content from 57.66%wb to 36.57%wb in 8 – 12 hours and used Liquefied petroleum gas to reduce the moisture content of 0.4 – 0.6 kg./ hr.

คณะวิศวกรรมศาสตร์

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมสุราษฎร์ธานีที่ช่วยทดสอบและเก็บข้อมูลการทดลอง เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่นที่ช่วยเหลือในการสร้างและทดสอบต้นแบบ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพรที่ช่วยเหลือเรื่องข้อมูลและเมล็ดกาแฟที่ใช้ในการทดสอบ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุราษฎร์ธานีที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือต่างๆ ในการทดสอบ นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณเกษตรกร เจ้าหน้าที่และหน่วยงานต่างๆ ที่ไม่ได้เอ่ยนาม ที่ได้เอื้อเฟื้อทั้งข้อมูล และให้คำแนะนำต่างๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

กรมวิชาการเกษตร

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	2
บทคัดย่อ	3
Abstract	4
กิตติกรรมประกาศ	5
สารบัญ	6
สารบัญภาพ	7
บทที่ 1 บทนำ	9
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน	12
บทที่ 3 ผลการศึกษา	14
บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล	25
เอกสารอ้างอิง	26
ภาคผนวก	27

## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 1 โรงตากแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	11
ภาพที่ 2 ออกแบบโครงสร้าง	14
ภาพที่ 3 ทำการปรับปรุงเครื่องอบโรตารีเดิมเพื่อใช้ทดสอบอบกาแฟ	15
ภาพที่ 4 อบเมล็ดกาแฟเอหาความชื้นเริ่มต้น	15
ภาพที่ 5 ทดสอบอบกาแฟด้วยเครื่องโรตารีเดิม	16
ภาพที่ 6 ตากแห้งเมล็ดกาแฟเพื่อหาข้อมูลเปรียบเทียบ	16
ภาพที่ 7 กะลากาแฟหลังการอบแห้ง	17
ภาพที่ 8 โครงสร้างถังอบ	17
ภาพที่ 9 ภาพถังอบด้านข้าง	17
ภาพที่ 10 ภาพแท่นรับถังอบ	18
ภาพที่ 11 ภาพลูกกลิ้งรับถัง	18
ภาพที่ 12 ผู้ควบคุมเครื่องอบและชุดเครื่องอบ	19
ภาพที่ 13 ขณะทำการบรรจุเมล็ดกาแฟลงถังอบ	19
ภาพที่ 14 ภาพเมล็ดกาแฟในถังอบ	20
ภาพที่ 15 วัดค่าอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลมที่พ้อออก	20
ภาพที่ 16 เมล็ดกาแฟยุบตัวลง จนระดับเมล็ดกาแฟต่ำกว่าท่อลมออก	21
ภาพที่ 17 ความความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการใช้งานเครื่องอบต่อปริมาณผลผลิตต่อปี	21

สารบัญตาราง

กรมวิชาการเกษตร



## บทที่ 1 บทนำ

### 1. วิสัยทัศน์ และพันธกิจของหน่วยงาน

#### วิสัยทัศน์

กรมวิชาการเกษตรเป็นองค์กรที่เป็นเลิศด้านการวิจัยและพัฒนาด้านพืชและเครื่องจักรกลการเกษตรและเป็นศูนย์กลางรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรด้านพืช

#### พันธกิจ

1. สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยด้านพืชและเครื่องจักรกลการเกษตร สู่กลุ่มเป้าหมาย
2. กำหนดและกำกับดูแลมาตรฐานระบบการผลิตและผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต พัฒนาระบบการตรวจสอบรับรองสินค้าเกษตรด้านพืช ให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
3. อนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืช แมลง และจุลินทรีย์
4. กำกับดูแลและพัฒนากฎหมาย ที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ

### 2. ยุทธศาสตร์ชาติที่สอดคล้องกับแผนปฏิบัติงานด้าน ววน. ของหน่วยงาน (โปรดเลือกเฉพาะยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงาน

#### ของท่าน)

- ยุทธศาสตร์ที่ 1 ด้านความมั่นคง

เพื่อบริหารจัดการสภาวะแวดล้อมของประเทศให้มีความมั่นคง ปลอดภัย และมีความสงบเรียบร้อยในทุกระดับและทุกมิติ

- ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน

เน้นการยกระดับศักยภาพในหลากหลายมิติควบคู่กับการขยายโอกาสของประเทศไทยในเวทีโลก

- ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์

คนไทยในอนาคต มีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีทักษะสื่อสารภาษาอังกฤษ และภาษาที่ 3 และมีคุณธรรม

- ยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม

สร้างความเป็นธรรม และลดความเหลื่อมล้ำในทุกมิติ กระจายศูนย์กลางความเจริญทางเศรษฐกิจและสังคม เพิ่มโอกาสให้ทุกภาคส่วนเข้ามาเป็นกำลังของการพัฒนาประเทศในทุกระดับ

- ยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

คำนึงถึงความยั่งยืนของฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผ่านมาตรการต่างๆ ที่มุ่งเน้นให้เกิดผลลัพธ์ต่อความยั่งยืน

- ยุทธศาสตร์ที่ 6 ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ

การปรับเปลี่ยนภาครัฐ ยึดหลัก “ภาครัฐของประชาชนเพื่อประชาชนและประโยชน์ส่วนรวม”

3. วงเงินงบประมาณกองทุน ววน. ที่ได้รับจัดสรรในปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 และโปรตรระบุแผนงาน/โครงการให้สอดคล้องกับ  
โปรแกรมของแผน ววน.

โปรแกรมตามแผน ววน.	งบประมาณ (บาท)
โปรแกรม.....	422,436

4. รายละเอียดโครงการ

**ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล**

กาแฟที่ปลูกกันอยู่ในประเทศไทย มี 2 พันธุ์ หลักๆ คือ กาแฟพันธุ์อาราบิกา ปลูกทางภาคเหนือ และกาแฟพันธุ์โรบัสตา ปลูกทางภาคใต้ ปริมาณความต้องการใช้เมล็ดกาแฟสำหรับอุตสาหกรรมกาแฟสำเร็จรูป และกาแฟคั่วบดภายในประเทศมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะในปัจจุบันธุรกิจร้านกาแฟสด เติบโตและขยายตัวอย่างรวดเร็ว (เอกสารวิชาการกาแฟ กรมวิชาการเกษตร, 2547) ปัจจุบันกาแฟพันธุ์โรบัสตาเป็นที่นิยมของผู้บริโภคและมีมูลค่าเพิ่มขึ้น ในภาคใต้ ปี 2560 มีผลผลิตกาแฟ 19,207 ตัน เพิ่มขึ้นจาก ปี 2558 ที่มีผลผลิต 17,028 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพการผลิตสารกาแฟ โดยทดลองเปลี่ยนวิธีการผลิตจากวิธีแห้งมาเป็นวิธีเปียก ขั้นตอนการลดความชื้นในการผลิตเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการกำหนดคุณภาพของสารกาแฟ จากสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศของภาคใต้ จะมีฝนตกชุกเกือบตลอดทั้งปี ส่งผลให้อากาศมีความชื้นสูงสร้างปัญหาในการตากกาแฟเป็นอย่างมากส่งผลกระทบต่อคุณภาพสารกาแฟ เพราะเกิดกระบวนการหมักในระหว่างการตากอาจมีเชื้อราที่เป็นพิษเกิดขึ้น รสชาติและกลิ่นไม่ได้มาตรฐาน ส่งผลโดยตรงต่อราคาในการจำหน่าย

จากการลงพื้นที่ที่จังหวัดชุมพรเพื่อสำรวจข้อมูลเบื้องต้นจากกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตกาแฟโรบัสตา พบว่า ในขั้นตอนการทำแห้งจะใช้การตากแห้ง และมีการใช้โรงตากแห้งพลังงานแสงอาทิตย์(ภาพที่ 1)ที่ได้รับการสนับสนุนจากกรมธุรกิจพลังงานทดแทนมาใช้ในการตากแห้งกาแฟ แต่ในช่วงที่ผลผลิตกาแฟออกพร้อมกันเป็นจำนวนมาก จะไม่สามารถตากแห้งกาแฟได้ทันเพราะการตากแห้งด้วยโรงตากต้องใช้เวลาหลายวัน หรือหากในช่วงที่ตากแห้งกาแฟมีฝนตก โรงตากแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จะไม่สามารถลดความชื้นกาแฟได้ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพและรสชาติของกาแฟ อาจทำให้ผลผลิตกาแฟในช่วงนั้นเสียหายไม่สามารถจำหน่ายได้ หรือแม้จำหน่ายได้แต่ก็ส่งผลกระทบต่อราคาจำหน่ายที่ลดลงตามคุณภาพกาแฟ ในกรณีที่มีผลผลิตออกมาพร้อมกันเป็นปริมาณมากหากมีเครื่องอบลมร้อนจะสามารถลดความชื้นกาแฟได้รวดเร็วกว่าการตากในโรงตาก ถึงแม้จะมีฝนตกทำให้ความชื้นในอากาศสูงก็ยังสามารถอบลดความชื้นกาแฟได้ ซึ่งต่างจากโรงตากแสงอาทิตย์ที่จะไม่สามารถลดความชื้นกาแฟได้หากมีฝนตกหรือในอากาศมีความชื้นสูง



ก) โรงตากแห้ง



ข) การตากกาแฟในโรง

### ภาพที่ 1 โรงตากแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

การพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวในขั้นตอนวิธีการลดความชื้นกาแฟจึงมีความจำเป็นมากเพื่อช่วยแก้ปัญหาเรื่องคุณภาพ ลดระยะเวลาในการตากแห้ง สำหรับประเทศไทยการนำเทคโนโลยีด้านเครื่องอบลดความชื้นกาแฟมาใช้ยังมีน้อยมาก ทั้งนี้อาจเป็นเรื่องของการลงทุนที่สูงหรือขาดความรู้และการยอมรับของผู้ประกอบการชาวสวนกาแฟเอง เครื่องอบลดความชื้นกาแฟแบบโรตารีเป็นเทคโนโลยีที่นิยมใช้กันมากในประเทศผู้ผลิตกาแฟชั้นนำเช่น บราซิล แต่มูลค่าการนำเข้าค่อนข้างสูงและยังไม่มีการผลิตภายในประเทศ ในประเทศไทยมีงานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องอบลดความชื้นกาแฟอยู่พอสมควร แต่ก็ยังมีจุดบกพร่องหลายส่วนที่ต้องปรับปรุงแก้ไข เช่นเรื่องของประสิทธิภาพการใช้ความร้อนแห้งต่ำ เนื่องจากการยุบตัวลงอย่างมากของกาแฟเมื่อถูกลดความชื้น การกระจายความร้อนไม่สม่ำเสมอในการอบแห้งเกิดปัญหาความชื้นแตกต่างกันมากทำให้จัดการเก็บรักษายาก ปัญหาการใช้อุณหภูมิความร้อนที่ไม่เหมาะสมต่อการอบเมล็ดกาแฟในช่วงที่ความชื้นลดลง ทำให้อุณหภูมิเมล็ดกาแฟเพิ่มขึ้นจนทำให้คุณภาพของสารกาแฟลดลง เป็นต้น จากปัญหาที่กล่าวมาการศึกษาและพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นกาแฟจึงเป็นเรื่องจำเป็นมาก ผู้วิจัยจึงได้เสนอโครงการวิจัยเกี่ยวกับการลดความชื้นกาแฟที่มีประสิทธิภาพ สามารถใช้งานได้จริงและราคาไม่แพงมากนัก และการนำระบบสุญญากาศมาใช้เพื่อช่วยให้การลดความชื้นกาแฟช่วงที่ใกล้ต่อการเก็บรักษานั้น (ความชื้นในการเก็บรักษาประมาณ 12 % มาตรฐานเปียก) ต้องการรักษาคุณภาพ กลิ่น และรสชาติ เป็นสำคัญ

#### วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรตารีอย่างมีประสิทธิภาพและได้สารกาแฟที่มีคุณภาพ กลิ่นและรสชาติดี
2. เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการลดความชื้น แก้ปัญหาการทำแห้งกาแฟโรตารีจากภาวะฝนตกชุกในภาคใต้

#### ขอบเขตการศึกษา

เป็นการวิจัยและพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรตารีในเขตพื้นที่ภาคใต้ เพื่อแก้ปัญหาการลดความชื้นเมล็ดกาแฟจากภาวะฝนตกชุกในภาคใต้

#### นิยามศัพท์

**นิยามศัพท์เฉพาะ** เป็นการให้ความหมายคำศัพท์ ที่นำมาใช้ในการวิจัย หรือของตัวแปร ให้เกิดความเข้าใจตรงกันระหว่างผู้อ่านงานวิจัยกับผู้วิจัย ดังนั้นคำที่ควรเขียนเป็นนิยามศัพท์เฉพาะเป็นคำที่ผู้วิจัยกล่าวถึง

บ่อยครั้ง..หรือคำที่มีความหมายเฉพาะ..เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจตรงกับผู้วิจัยว่าคำนั้น..หมายถึงอะไร..เช่น  
เกษตรกร หมายถึง ผู้ที่ประกอบอาชีพในการทำนา ทำไร่ ทำสวน หรือเลี้ยงสัตว์ ในปี พ.ศ. 2554

## บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน

### 1.วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎี ข้อมูลต่างๆ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบโรตารี แหล่งความร้อน ระบบควบคุม และการอบแห้งแบบสภาวะสุญญากาศเพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องต้นแบบ
2. ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ โดยจะออกแบบอุปกรณ์หลักๆ คือ
  - 2.1 ถังอบแห้งเป็นแบบถังทรงกระบอก ความจุประมาณ 500 กิโลกรัม กาแฟผลสด หรือกาแฟกะลา
    - 2.1.1 ออกแบบท่อกระจายลมร้อนและไบโรยคลุกเคล้าเมล็ดกาแฟภายในถังอบ
    - 2.1.2 ออกแบบระบบขับเคลื่อนและควบคุมถังหมุนให้ได้รอบการหมุนที่เหมาะสม
    - 2.1.3 ออกแบบระบบวาล์วในการสร้างระบบสุญญากาศภายในถังอบ
  - 2.2 คำนวณออกแบบระบบให้ความร้อนแบบต่างๆ เพื่อใช้ในการศึกษาและประเมินประสิทธิภาพ
    - 2.2.1 ออกแบบระบบให้ความร้อนจากหัวพันก๊าซหุงต้มจุดด้วยระบบไฟฟ้า พร้อมชุดควบคุมอุณหภูมิ และระบบป้องกันก๊าซสะสมกรณีไม่ติดไฟ
    - 2.2.2 ออกแบบระบบท่อหมุนเวียนลมร้อนกลับมาใช้บางส่วนเมื่อความชื้นเมล็ดกาแฟลดต่ำลง
3. ทำการทดสอบเครื่องต้นแบบอบแห้งกับกาแฟโรบัสตา บันทึกข้อมูล ได้แก่ อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง ความชื้นที่ลดลง ระยะเวลาในการอบแห้ง พลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ เป็นต้น พร้อมแก้ไขปรับปรุงเครื่องต้นแบบ โดยวิธีการทดสอบจะมีขั้นตอนดังนี้
  - 3.1 เตรียมกาแฟผลสด ประมาณ 500 กิโลกรัม โหลดเข้าถังอบลดความชื้น
  - 3.2 จุดเตาเชื้อเพลิง เปิดพัดลม เดินเครื่องการหมุนถัง ตั้งค่าอุณหภูมิที่จะใช้ในการอบแห้ง โดยทดสอบอบแห้งด้วยวิธีการอบด้วยลมร้อนในช่วงความชื้นเริ่มต้นกาแฟสูง ทำการสุ่มเมล็ดกาแฟมาหาค่าความชื้นที่ลดลงและอุณหภูมิเมล็ดที่เพิ่มขึ้นทุกๆ ชั่วโมงของการอบแห้ง เมื่อความชื้นเมล็ดลดลงและอุณหภูมิเมล็ดเริ่มสูงขึ้น ให้ปรับอุณหภูมิลมร้อนลง และลดอัตราการป้อนเชื้อเพลิง ซึ่งกระบวนการต่างๆนี้ต้องทดลองและปรับค่าตามความเหมาะสมในขณะที่ทำการทดลอง
  - 3.3 เมื่อความชื้นเมล็ดกาแฟลดลงประมาณ 30-40 % มาตรฐานเปียก ให้หยุดพักการให้ความร้อน และพักตัวเมล็ดกาแฟไว้ แล้วจึงทำการลดความชื้นเมล็ดกาแฟต่อ จนถึงความชื้นในการเก็บรักษา ประมาณ 12 % มาตรฐานเปียก
4. วิเคราะห์คุณภาพของกาแฟหลังการทำแห้งจากทุกการทดลอง
5. วิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์
6. สรุปผล เสนอรายงาน เผยแพร่

### อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งขนาด 5,000 กรัม และขนาด 50 กก.
2. เครื่องวัดอุณหภูมิ
3. นาฬิกา

3. การปรับแผนงบประมาณระหว่างปี

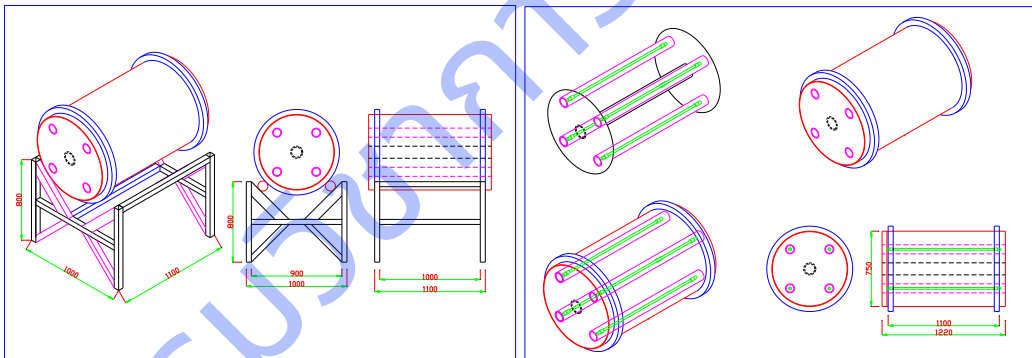
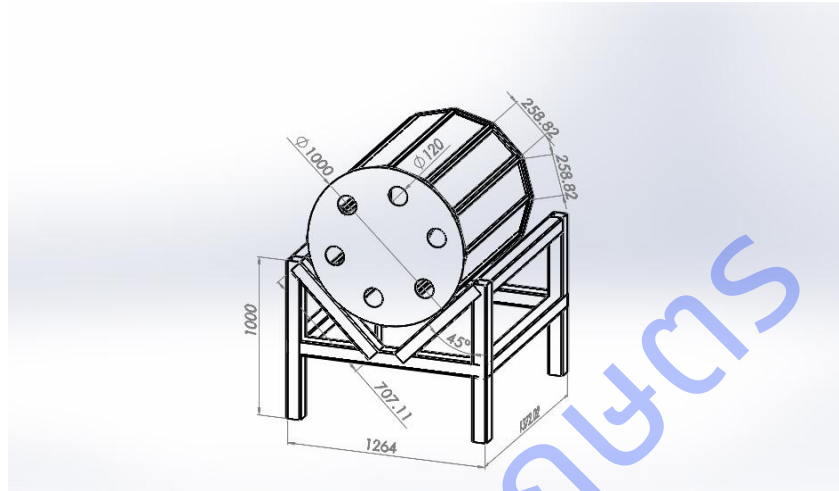
- ไม่มี     มี ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่..... (โปรดแสดงหลักฐานในภาคผนวก)
- เปลี่ยนแปลงงบประมาณ โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....
- เปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์/ผลผลิต โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

กรมวิชาการเกษตร

## บทที่ 3 ผลการศึกษา

### 3.1 ผลการดำเนินงานของโครงการ

ศึกษาทฤษฎี ค้นคว้าข้อมูลในการออกแบบเครื่องอบแห้งแบบโรตารี แหล่งให้ความร้อน ระบบควบคุมอุณหภูมิ และการทำงานของเครื่องอบ และการอบแห้งแบบสภาวะสูญญากาศเพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องต้นแบบ ศึกษาข้อมูลในการอบแห้งกาแฟ ความชื้นที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟ นำข้อมูลที่ศึกษารวบรวมมาใช้ในการออกแบบเครื่องอบกาแฟ

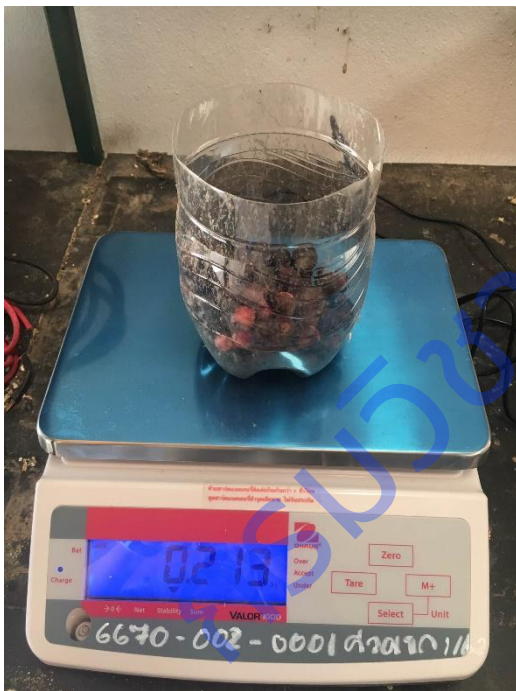


ภาพที่ 2 ออกแบบโครงสร้างถังบรรจุเมล็ดกาแฟสำหรับเครื่องอบแบบโรตารี

เนื่องจากผลผลิตกาแฟโรบัสต้าจะหมดฤดูกาลเก็บในช่วงเดือนมกราคม จึงทำการปรับปรุงเครื่องอบโรตารีเดิม สำหรับใช้ในการอบเมล็ดกาแฟเพื่อเก็บข้อมูลการอบเบื้องต้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นข้อมูลช่วยในการออกแบบเครื่องอบเมล็ดกาแฟ เพื่อหาข้อมูลน้ำหนักก่อนอบและหลังอบ และทำการตากแห้งเมล็ดกาแฟด้วยแสงแดด เพื่อเก็บข้อมูลไว้เปรียบเทียบ ทำการทดสอบอบเมล็ดกาแฟ น้ำหนักรวม 300 กก. ความชื้นเริ่มต้น 61.97 %wb ตั้งอุณหภูมิการอบ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบ 12 ชม. พบว่า น้ำหนักลดลงเหลือ 182.82 กก. 37.60 %wb



ภาพที่ 3 ทำการปรับปรุงเครื่องอบโรตารีเดิมเพื่อใช้ทดสอบอบกาแฟ



ภาพที่ 4 อบเมล็ดกาแฟเพื่อหาความชื้นเริ่มต้น



ภาพที่ 5 ทดสอบบดกาแฟด้วยเครื่องอบโรตารีเดิม



ภาพที่ 6 ตากแห้งเมล็ดกาแฟเพื่อเก็บข้อมูลเปรียบเทียบ

ลงพื้นที่เก็บข้อมูล และสอบถามความต้องการของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟ เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเก็บผลผลิตกาแฟในฤดูกาลที่จะถึง ให้ข้อมูลรายละเอียด ลักษณะวิธีการทำงาน การใช้งานเครื่องอบลดความชื้น และร่วมปรึกษากับกลุ่มเกษตรกรในการนำเครื่องอบลดความชื้นต้นแบบไปทดสอบใช้งานอบลดความชื้นกาแฟ





ภาพที่ 7 ลงพื้นที่สำรวจและเก็บข้อมูล

ดำเนินการสร้างถังอบแบบโรตารี ทำการขึ้นรูปโครงสร้างถังอบ มีลักษณะเป็นถังเหล็กทรงกระบอกแนวนอน (ภาพที่ 8 และภาพที่ 9) สร้างโครงแท่นรับถังอบสำหรับเป็นแท่นรองรับถังอบลดความชื้นแบบโรตารี (ภาพที่ 10) ติดตั้งลูกกลิ้งรับถัง (ภาพที่ 11) สำหรับรองรับถังอบขณะหมุนเพื่อคลุกเคล้าเมล็ดกาแฟให้มีอุณหภูมิสม่ำเสมอทั่วทั้งถัง แกนกลางลูกกลิ้งจะมีลูกปืน ช่วยลดความฝืดในการหมุนถึงขณะทำการอบให้หมุนตัวได้ง่าย



ภาพที่ 8 โครงสร้างถังอบ



ภาพที่ 9 ภาพถังอบด้านข้าง



ภาพที่ 10 ภาพแท่นรับถังอบ



ภาพที่ 11 ภาพลูกกลิ้งรับถัง

ดำเนินการประกอบตู้ควบคุมการทำงานของเครื่องอบลดความชื้น โดยตู้ควบคุมจะประกอบไปด้วยส่วนควบคุมหลักๆ 2 ส่วน คือ

- 1) ส่วนควบคุมอุณหภูมิการอบ ส่วนนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ จะสามารถตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการอบได้ตามต้องการ หัวสำหรับจุดไฟ เซนเซอร์ตรวจสอบการติดไฟของหัวเผา หากไฟไม่ติดระบบจะสั่งให้ตัดการจ่ายแก๊สและมีเสียงร้องเตือนเพื่อความปลอดภัย และสวิทช์เปิดพัดลมสำหรับการดูดลมร้อนเข้าไปในเครื่องอบ
- 2) ส่วนควบคุมการหมุนของถังอบ ส่วนนี้จะประกอบไปด้วยชุดนาฬิกาตั้งเวลา จำนวน 2 ตัว ตัวแรก สำหรับการควบคุมเวลาในการหมุนถัง ตัวที่สอง สำหรับควบคุมเวลาในการหยุดหมุน



ภาพที่ 12 ตู้ควบคุมเครื่องอบและชุดเครื่องอบ

ดำเนินการทดสอบเครื่องอบลดความชื้นเมล็ดกาแฟ โดยกาแฟโรบัสต้าจะนิยมทำกาแฟแบบแห้ง จึงทดสอบการลดความชื้นกาแฟเซอริ์ ทำการบรรจุเมล็ดกาแฟลงถังอบ ภาพที่ 14 จะเห็นท่อลมเข้าที่อยู่ด้านข้างถังอบและท่อลมออกจะอยู่แนวกึ่งกลางถังอบ ในการอบจะเติมเมล็ดกาแฟจนเต็มถังอบ ใช้เมล็ดกาแฟเซอริ์ประมาณ 500 กิโลกรัม



ภาพที่ 13 ขณะทำการบรรจุเมล็ดกาแฟลงถังอบ



ภาพที่ 14 ภาพเมล็ดกาแฟในถังอบ

ทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลมที่ออกจากถังอบ (ภาพที่ 15) เพื่อวัดค่าที่ได้จากการทดสอบ เปรียบเทียบกับค่าที่ใช้ในการออกแบบ ว่ามีเที่ยงตรง หรือมีความคลาดเคลื่อนจากค่าการออกแบบ นำข้อมูลไปวิเคราะห์และปรับปรุง



ภาพที่ 15 วัดค่าอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลมที่ท่อออก

เมื่อทำการอบเมล็ดกาแฟไปประมาณ 8-12 ชั่วโมง พบว่า เมล็ดกาแฟเซอร์รี่เกิดการยุบตัวลง จนทำให้ท่อลมออกที่ต้องมี เมล็ดกาแฟท่วมท่อขึ้นมาอยู่เหนือเมล็ดกาแฟ (ภาพที่ 16) ส่งผลให้ประสิทธิภาพการอบเมล็ดกาแฟลดลง เพราะเมื่อเมล็ดกาแฟ ยุบตัวต่ำกว่าท่อลมออก ลมร้อนที่เป่าเข้าไปเพื่อลดความชื้นเมล็ดกาแฟจะไหลออกทางท่อลมออกอย่างรวดเร็ว เนื่องจากแรงเสียดทานในส่วนท่อลมออกที่อยู่เหนือเมล็ดกาแฟจะต่ำที่สุด หากยังทำการอบต่อในสภาวะนี้ จะทำให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของ เครื่องอบต่ำกว่าที่ควรจะเป็น จึงถ่ายเมล็ดกาแฟออกจากเครื่องอบออกมาพักตัว แล้วจึงบรรจุเมล็ดกาแฟชุดต่อไปเข้าเครื่องอบลด ความชื้นต่อไป

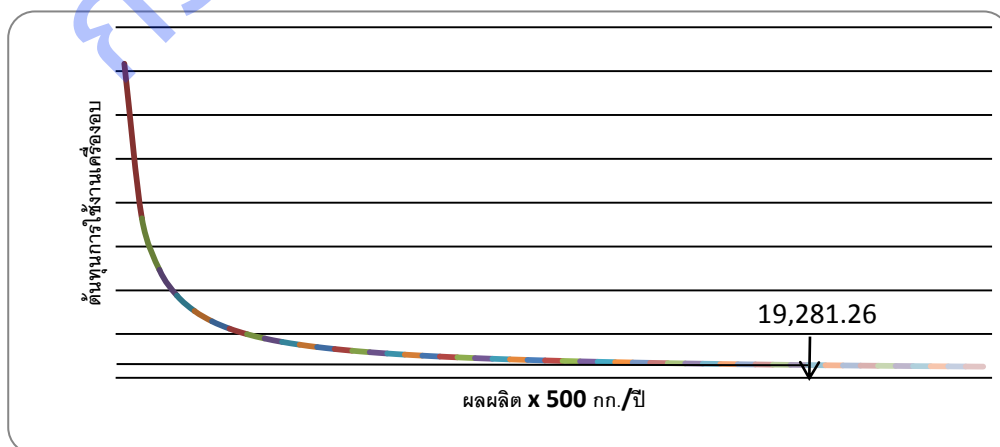
เมื่อนำเมล็ดกาแฟที่ผ่านการอบมาหาปริมาณความชื้น พบว่า จากความชื้นเมล็ดกาแฟเริ่มต้นก่อนอบที่ประมาณ 57.66%wb หลังจากทำการอบไปแล้ว 8-12 ชั่วโมง ความชื้นหลังอบเหลือประมาณ 36.57%wb ที่ระดับความชื้นประมาณนี้ จะสามารถลดความเสียหายของเมล็ดกาแฟได้ ในกรณีที่มีผลผลิตกาแฟเข้ามาพร้อมกันจำนวนมาก และสภาพอากาศทางภาคใต้ ในช่วงฤดูฝนที่มีฝนตกชุก มีความชื้นสูง เครื่องอบสามารถลดความชื้นในเมล็ดกาแฟได้อย่างรวดเร็ว ต่างกับการลดความชื้นด้วยการตาก หรือใช้โรงอบที่จะสามารถลดความชื้นได้เมื่อสภาพอากาศเหมาะสมเท่านั้น นอกจากนี้ เมล็ดกาแฟที่ผ่านการอบลดความชื้นไปแล้ว ยังสามารถนำเมล็ดกาแฟไปลดความชื้นด้วยวิธีอื่นๆ จนถึงความชื้นเก็บรักษาได้หากสภาพอากาศอำนวย



ภาพที่ 16 เมล็ดกาแฟยวบตัวลง จนระดับเมล็ดกาแฟต่ำกว่าท่อลมออก

### การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์

คำนวณหาจุดคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ จะวิเคราะห์ต้นทุนการใช้งานเครื่องอบ โดยคำนวณความคุ้มทุน (Break-even Point, BEP) ในกรณีที่เกษตรกรจะลงทุนสร้างเครื่องอบ ราคา 150,000 บาท อายุการใช้งาน 5 ปี เพื่ออบลดความชื้นกาแฟ ค่าอบราคา 3 บาท/กก. จากการคำนวณ (ภาคผนวก ก) สามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการใช้งานเครื่องอบต่อปริมาณผลผลิตต่อปีได้ดัง ภาพที่ 17



ภาพที่ 17 ความความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการใช้งานเครื่องอบต่อปริมาณผลผลิตต่อปี

จากภาพที่ 16 จะเห็นว่าต้นทุนในการใช้งานเครื่องอบกาแฟของเกษตรกรจะลดลงเมื่อผลผลิตต่อปีมากขึ้น เกษตรกรสามารถพิจารณาได้ว่าควรจะต้องทำการอบกาแฟจำนวนกี่กิโลกรัมต่อปี โดยพิจารณาจุดตัดระหว่าง ต้นทุนในการใช้งานเครื่องอบ กับราคาค่าอบที่ 3 บาท/กก. จากกราฟจะเห็นว่าที่ต้นทุนในการใช้งานเครื่องอบ กาแฟ 3 บาท/กก. จะต้องทำการอบกาแฟ 19,281.26 กก./ปี เป็นเวลา 5 ปี จึงจะคุ้มค่าต่อการใช้เครื่องอบกาแฟ ระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องอบกาแฟขึ้นกับปริมาณการอบกาแฟต่อปี จากการคำนวณ พบว่า ระยะเวลาการ คืนทุนของเครื่องอบกาแฟ 5 ปี ถ้าเกษตรกรต้องการคืนทุนเร็วก็ต้องอบกาแฟให้ได้มากขึ้นต่อปี ตัวอย่างเช่น ถ้า ต้องการคืนทุนใน 3 ปี ต้องอบกาแฟให้ได้อย่างน้อย 32,135.43 กก./ปี และคิดราคาค่าอบกาแฟ 3 บาท/กก.

### 3.2 ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output)

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วย นับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วย นับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
2. ต้นแบบเทคโนโลยี 2.1 ระดับภาคสนาม	1	ต้นแบบ	2. ต้นแบบเทคโนโลยี 2.1 ระดับภาคสนาม	1	ต้นแบบ	ต้นแบบเครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรบัสตา โดยใช้หลักการลมร้อนร่วมกับสุญญากาศ (เป็นคลิป เผยแพร่ในเว็บไซต์หน่วยงาน <a href="https://www.doa.go.th/aeri/?p=5371">https://www.doa.go.th/aeri/?p=5371</a> )	เครื่องอบ ขนาดบรรจุผล กาแฟเซอรี 500 กก./ครั้ง สามารถลด ความเสียหาย ของผลผลิต เมล็ดกาแฟ จากความชื้น สูงในช่วงฝน ตกชุกได้ ซึ่ง การทำแห้ง ด้วยโรง อบแห้งไม่ สามารถทำได้
5. การประชุมเผยแพร่ ผลงานระดับชาติ 5.1 นำเสนอแบบ ปากเปล่า	1	เรื่อง	5. การประชุมเผยแพร่ ผลงานระดับชาติ 5.1 นำเสนอแบบ ปากเปล่า	1	เรื่อง	นำเสนอแบบปากเปล่า ระดับชาติ เรื่อง ต้นแบบเครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรบัสตา โดยใช้หลักการลมร้อนร่วมกับสุญญากาศ (อยู่ระหว่าง การดำเนินการยื่นเรื่องเพื่อขอ นำเสนอบทความ ซึ่งการประชุมจะจัดใน เดือน สิงหาคม 2565)	

### 3.3 ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (Outcome) (ถ้ามี)

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลลัพธ์

\*ผลลัพธ์ : ผลสำเร็จที่เกิดจากการนำผลผลิต (Output)ไปต่อยอด การเปลี่ยนรูปของผลผลิตไปสู่รูปแบบที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง หรือการเคลื่อนผลผลิตไปสู่กิจกรรมที่ต่อเนื่อง ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (Change) ที่ปรากฏชัด และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

### 3.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง (Impact) (ถ้ามี)

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลกระทบ
ด้านเศรษฐกิจ :	
ด้านสังคม :	
ด้านสิ่งแวดล้อม :	

\* ผลกระทบ : ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงตามผลลัพธ์ (Results of the change) ซึ่งวัดได้อย่างชัดเจนและมีหลักฐานปรากฏชัด (Evidence-based) ทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ทั้งที่วัดในเชิงปริมาณได้และไม่ได้ ผลกระทบอาจเป็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ

### 3.5 การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

วิธีการ/กระบวนการหลักดำเนินงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ (โปรดแนบหลักฐานเชิงประจักษ์การนำผลงานไปใช้ประโยชน์)

.....  
 .....

ด้านนโยบาย โดยใคร.....(ระบุใครเป็นผู้นำไปใช้).....

อย่างไร..... (ระบุผลที่เกิดจากการนำไปใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดผลอย่างไร).....

ด้านสังคม โดยใคร.....(ระบุใครเป็นผู้นำไปใช้).....

อย่างไร (ระบุผลที่เกิดจากการนำไปใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดผลอย่างไร).....

ด้านเศรษฐกิจ โดยใคร.....(ระบุใครเป็นผู้นำไปใช้).....

อย่างไร..... (ระบุผลที่เกิดจากการนำไปใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดผลอย่างไร).....

ด้านวิชาการ โดยใคร.....(ระบุใครเป็นผู้นำไปใช้).....

อย่างไร..... (ระบุผลที่เกิดจากการนำไปใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดผลอย่างไร).....

## \* คำจำกัดความการนำใช้ประโยชน์ในแต่ละด้าน

- 1. ด้านนโยบายและสาธารณะ** การนำความรู้จากงานวิจัยไปใช้ในกระบวนการกำหนดนโยบาย อาจเป็นนโยบายระดับประเทศ ระดับภูมิภาค ระดับจังหวัด ระดับท้องถิ่นการใช้ประโยชน์ด้านนโยบายจะรวมทั้งการนำองค์ความรู้ไปสังเคราะห์เป็นนโยบายหรือทางเลือกเชิงนโยบาย (Policy options) แล้วนำนโยบายนั้นไปสู่ผู้ใช้ประโยชน์ในวงกว้างเพื่อประโยชน์ของสังคม และประชาชนทั่วไป เพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชาชน สร้างสังคมคุณภาพ และส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
- 2. ด้านพาณิชย์/เศรษฐกิจ** เป็นผลงานวิจัยที่เน้นสร้างนวัตกรรม เทคโนโลยี ผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือการพัฒนาจากสิ่งที่มีอยู่เดิม โดยเป็นการนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเชิงพาณิชย์หรือลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ หรือนำไปสู่การพัฒนาในรูปแบบธุรกิจใหม่ โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม เพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตและบริการ
- 3. ด้านสังคมและชุมชน** การนำกระบวนการ วิธีการ องค์ความรู้ การเปลี่ยนแปลงการเสริมพลัง อันเป็นผลกระทบ ที่เกิดจากการวิจัยและพัฒนาชุมชน ท้องถิ่นพื้นที่ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์การขยายผลต่อชุมชนท้องถิ่น หรือรวมถึงสังคมอื่น
- 4. ด้านวิชาการ** เป็นผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการ การนำองค์ความรู้จากผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ผลงานตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ ระดับชาติหนังสือ ตำรา บทเรียน ไปเป็นประโยชน์ด้านวิชาการ การเรียนรู้ การเรียนการสอนในวงนักวิชาการและผู้สนใจด้านวิชาการ รวมถึงการนำผลงานวิจัยไปวิจัยต่อยอดสื่อสารสาธารณะ การเผยแพร่ความรู้จากผลงานวิจัยที่ได้ต่อสาธารณะ ผ่านทางหนังสือพิมพ์ / วารสาร / โทรทัศน์ / วิทยุ / คู่มือ / แผ่นพับ การฝึกอบรม และสื่อสังคมออนไลน์ต่าง ๆ เป็นต้น



## บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล

### สรุปผลและอภิปรายผล

#### สรุปผล

เครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรบัสตาแบ่งส่วนประกอบของเครื่องหลักๆ ได้ 2 ส่วน คือ 1) ตู้ควบคุม ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิการอบ ควบคุมการหมุนของถังอบเพื่อคลุกเคล้าเมล็ดกาแฟ และมีระบบตัดแก๊สและสัญญาณเตือนเมื่อหัวเผาจุดไฟไม่ติด ป้องกันอันตราย 2) ชุดโครงสร้างรองรับถังอบ และถังอบทรงกระบอกแนวนอน เส้นผ่านศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร ขนาดบรรจุประมาณ 500 กิโลกรัม สามารถอบลดความชื้นเมล็ดกาแฟจากความชื้นเริ่มต้นประมาณ 57.66%wb ให้เหลือประมาณ 36.57%wb ได้ในเวลา 8 - 12 ชั่วโมง และใช้แก๊สสูงต้มในการให้ความร้อนอบลดความชื้น 0.4-0.6 กิโลกรัม/ชั่วโมง โดยในการใช้งานเครื่องอบลดความชื้นนั้น สามารถใช้ผสมผสานกับการลดความชื้นด้วยการตากแห้ง หรือโรงอบได้ คือ ในช่วงที่มีผลผลิตเข้ามาเป็นจำนวนมากพร้อมๆ กัน ก็ใช้เครื่องอบเพื่อลดความชื้นผลผลิตกาแฟให้ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาสั้นๆ ก่อน แล้วค่อยไปลดความชื้นด้วยโรงตากได้ เป็นการลดความเสียหายของผลผลิตและลดควบคุมต้นทุนในการลดความชื้นไม่ให้สูงเกินไป หรือหากกรณีที่มีฝนตกการลดความชื้นแบบอื่นๆ ไม่สามารถทำได้ เครื่องอบลดความชื้นก็จะเป็นตัวช่วยที่ดีในการอบลดความชื้นเมล็ดกาแฟ

#### อภิปรายผล

จากการทดสอบใช้งานเครื่องอบลดความชื้นกาแฟ พบว่า สามารถลดความชื้นกาแฟได้ในทุกสภาพอากาศ ไม่ว่าจะเป็นช่วงที่มีความชื้นสูง หรือในช่วงที่ฝนตก ซึ่งเป็นข้อดีของเครื่องอบลดความชื้นที่เหนือกว่า วิธีการตากในลานตาก หรือการใช้โรงเรือนตากแห้ง อย่างไรก็ตามการใช้เครื่องอบจะมีต้นทุนการลดความชื้นที่สูงกว่าวิธีอื่นๆ หากเรานำวิธีการลดความชื้นหลายๆ แบบมาใช้ร่วมกัน เช่น ในช่วงที่มีผลผลิตเมล็ดกาแฟสดเข้ามาพร้อมๆ กันเป็นจำนวนมาก หรือในช่วงที่มีฝนตกติดต่อกันจนสภาพอากาศมีความชื้นสูง ให้ใช้เครื่องอบเพื่อลดความชื้นเมล็ดกาแฟสดก่อน เพื่อป้องกันความเสียหายจากการหมักของเมล็ดกาแฟ จากนั้นจึงนำเมล็ดกาแฟที่ผ่านการลดความชื้นจากเครื่องอบไปตากในโรงเรือนต่อ การผสมผสานแบบนี้ นอกจากจะช่วยลดความเสียหายของเมล็ดกาแฟสดแล้ว ยังจะช่วยลดเวลาการตากแห้งเมล็ดกาแฟ และจะทำให้สามารถควบคุมต้นทุนการอบแห้งได้ดี

#### ข้อเสนอแนะต่อผู้เกี่ยวข้องสำหรับการดำเนินงานในระยะต่อไป

#### ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

ปัญหาในการถูกลดงบประมาณในปีงบประมาณ 2563 ทำให้ต้องมีการปรับแผนจากการสร้างเครื่องบ่มสุญญากาศมาใช้ในการทดสอบ เป็นการไปใช้บ่มสุญญากาศในการทดสอบที่ ศวศ.ขอนแก่น

## เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. เอกสารวิชาการ "กาแฟ" ลำดับที่ 17 ปีพ.ศ. 2547. 80 หน้า.
- พงษ์ศักดิ์ อังสิทธิ์และบัณฑิต วาฤทธิ์. 2542. การปลูกและผลิตอาราบิก้าที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟที่สูง, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 229 หน้า
- ชนิตา ศิริรัตน์ และ พิไลรัก อินธิปัญญา. 2552. การผลิตน้ำผึ้งจากน้ำผึ้งดอกทานตะวันโดยการอบแห้งแบบสุญญากาศและแบบแช่เยือกแข็ง. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.
- วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล.รศ.ดร. 2529. อุปกรณ์อบแห้งในอุตสาหกรรม. โครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) พิมพ์ครั้งที่ 3. บริษัท เอ็ด ยูเคชั่น จำกัด. กรุงเทพฯ.
- เวียง อารักษ์ พิมพ์ วุฒิสินธ์ และสุภัทร หนูสวัสดิ์. 2542. การพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรบัสต้าแบบถังกลมทรงกระบอกหมุนในแนวนอน. เอกสารรายงานผลการวิจัยฉบับเต็ม, กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว, สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สั๊กมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา. 2551. การอบแห้งอาหารด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่สภาวะความดันต่ำ. ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2560. หน้า 90-93.
- อำไพศักดิ์ ทีบุญมา และ ศักชัย จงจำ. 2553. การอบแห้งขิงด้วยเทคนิคสุญญากาศร่วมกับอินฟราเรด. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 15 (2553) 2. หน้า 76-86.
- Suvarnakuta, S., Davahastin, S., and Mujumdar, A.S, 2005, "Drying Kinetics and  $\beta$ -carotene Degradation in Carrot Undergoing Different Drying Processes", Journal of Food Science, Vol.70, No.8, pp.520-526
- Vincent. 1989. Gitimu 1995. Bui Hai Nhi 1997. Schoenholt. 1999

## ภาคผนวก

### การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

ค่าที่กำหนดสำหรับใช้ในการคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่ายของเครื่องอบกาแฟ

- ราคาแรกซื้อ, P	150,000	บาท
- ราคาซาก, S (10%ของ P)	15,000	บาท
- อายุการใช้งาน, L	5	ปี
- อัตราดอกเบี้ย, i	10	เปอร์เซ็นต์ต่อปี
- ค่าบำรุงรักษา (คิดประมาณ 5% ของราคาเครื่องต่อ 100 ชั่วโมง)	75	บาท/ครั้ง
- ค่าไฟฟ้า (ใช้ไฟฟ้า 0.5 หน่วย/ชั่วโมง หน่วยละ 4 บาท ใช้เครื่องอบ 12 ชม./วัน )	24	บาท/ครั้ง
- ค่าเชื้อเพลิง (แก๊สหุงต้ม ถึง 15 กก. 400 บาท ใช้เชื้อเพลิง 0.5 กก. ชั่วโมง ใช้เครื่องอบ 12 ชั่วโมง/ครั้ง)	160	บาท/ครั้ง
- ค่าแรง (คนงาน 2 คน ค่าจ้าง 300 บาท/วัน)		
- ผลผลิตต่อปี	600	บาท/ครั้ง
	A	กก./ปี

การคำนวณต้นทุนการใช้งานเครื่องอบ

การคำนวณค่าเสื่อมราคาโดยวิธีเส้นตรง (Straight-Line Method) เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$D = (P - S) / L$$

เมื่อ D = ค่าเสื่อมราคา

P = ราคาแรกซื้อ

S = ราคาซาก

L = อายุการใช้งาน (ปี)

การคำนวณค่าดอกเบี้ยในการลงทุน เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$I = 0.5(P + S) \times i$$

เมื่อ I = ดอกเบี้ยในการลงทุนแต่ละปี

P = ราคาแรกซื้อ

S = ราคาซาก

i = อัตราดอกเบี้ย

ราคาเครื่องอบ	150,000	บาท
<u>ค่าต้นทุนคงที่:</u>		
ค่าเสื่อมราคา, D	27,000	บาท/ปี
ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน	8,250	บาท/ปี
รวมต้นทุนคงที่	35,250	บาท/ปี
<u>ค่าต้นทุนผันแปร</u>		
ค่าบำรุงรักษา	0.15	บาท/กก.
ค่าไฟฟ้า	0.048	บาท/กก.
ค่าเชื้อเพลิง	0.32	บาท/กก.
ค่าแรงงาน	1.2	บาท/กก.
รวมค่าต้นทุนผันแปร	1.1718	บาท/กก.

ความสัมพันธ์ของต้นทุนการใช้งานเครื่องอบต่อปริมาณผลผลิต A กก./ปี สามารถเขียนเป็น สมการได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนการใช้งานเครื่องอบ, บาท/กก.} &= \text{ต้นทุนคงที่} + \text{ต้นทุนผันแปร} \\ &= (35,250/A) + 1.1718 \text{ บาท/กก.} \end{aligned} \quad (1)$$

จุดที่คุ้มทุนของการใช้งานเครื่องอบ สามารถคำนวณได้เมื่อต้นทุนในการใช้งานในสมการที่ (1) เท่ากับราคาค่าอบ 3 บาท/กก.

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนในการใช้งานเครื่องอบ} &= \text{ราคาค่าอบ} \\ (35,250/A) + 1.1718 &= 3 \text{ บาท/กก.} \\ A &= 19,281.26 \text{ กก./ปี} \end{aligned}$$

ระยะเวลาการคืนทุนขึ้นกับปริมาณการอบกาแฟต่อปี ถ้ามีผลผลิตต่อปีมากก็จะคืนทุนเร็วขึ้น โดยสามารถคำนวณได้จาก

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{3 \text{ (บาท/กก.)} \times 19,281.26 \text{ (กก./ปี)} \times 5 \text{ (ปี)}}{A \text{ (กก./ปี)} \times 3 \text{ (บาท/กก.)}} \quad (2)$$

กรณีที่เกษตรกรต้องการคืนทุนภายใน 3 ปี สามารถหาจำนวนผลผลิตที่ต้องผลิตต่อปีได้จากการแทนค่าในสมการที่ (2)

$$\begin{aligned} 3 &= \frac{3 \text{ (บาท/กก.)} \times 19,281.26 \text{ (กก./ปี)} \times 5 \text{ (ปี)}}{A \text{ (กก./ปี)} \times 3 \text{ (บาท/กก.)}} \\ A &= 32,135.43 \text{ กก./ปี} \end{aligned}$$