รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรบัสตาโดยใช้หลักการลมร้อนร่วมกับสุญญากาศ

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

สราวุฒิ ปานทน
SARAWUTH PARNTHON

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2564

รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรบัสตาโดยใช้หลักการลมร้อนร่วมกับสุญญากาศ

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

สราวุฒิ ปานทน
SARAWUTH PARNTHON

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2564

คำปรารภ

ในปัจจุบันปริมาณความต้องการการใช้เมล็ดกาแฟมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะในธุรกิจร้านกาแฟสด เติบโตและขยายตัวอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้กาแฟที่ปลูกในประเทศทั้งสายพันธุ์อาราบิกาที่ปลูกทางภาคเหนือ และกาแฟพันธุ์โรบัสตาที่ปลูกทางภาคใต้มีความต้องสูงขึ้น โดยเฉพาะสายพันธุ์โรบัสตาที่ผู้ผลิตเมล็ดกาแฟต้องการปรับปรุงคุณภาพการผลิตสารกาแฟ เพื่อให้ได้สารกาแฟที่มีคุณภาพมากขึ้น และเนื่องจากผลผลิตกาแฟโรบัสตาในภาคใต้มีช่วงเวลาเก็บระหว่างเดือน ตุลาคม - พฤศจิกายน เป็นจำนวนมาก ซึ่งคาบเกี่ยวกับฤดูฝนของทางภาคใต้พอดี ส่งผลให้การทำแห้งเมล็ดกาแฟโดยการตากปกติ ไม่สามารถทำได้ เกษตรกรได้มีการนำโรงเรือนมาช่วยในการตากแห้งเมล็ดกาแฟ ก็สามารถแก้ปัญหาได้ในระดับนึง แต่ในช่วงที่ฝนตกชุกและเมล็ดกาแฟมีผลผลิตเข้ามาเยอะ จะไม่สามารถทำแห้งได้ทัน ส่งผลต่อคุณภาพสารกาแฟ จึงมีความจำเป็นต้องทำการวิจัยพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นเมล็ดกาแฟ เพื่อให้เป็นเครื่องต้นแบบที่สามารถผลิตได้ในประเทศ เหมาะสมกับกลุ่มเกษตรกรหรือผู้ประกอบการรายย่อย ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการพัฒนาคุณภาพการผลิตสารกาแฟโรบัสตาให้ดียิ่งขึ้นในอนาคต

คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า เมื่อนำไปขยายผลให้กลุ่มเกษตรกรและผู้ประกอบการผู้ผลิตเมล็ดกาแฟแล้ว เครื่องอบลดความชื้นจะมีส่วนช่วยในการลดความเสียหายของสารกาแฟที่ไม่สามารถลดความชื้นด้วยวิธีอื่นได้ ในช่วงที่มีความชื้นสูงหรือฝนตกชุก และช่วยเพิ่มคุณภาพการผลิตสารกาแฟให้ดียิ่งขึ้นในอนาคต

.....

(นายสราวุฒิ ปานทน)
หัวหน้าโครงการ
วิจัยและพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรบัสตา
โดยใช้หลักการลมร้อนร่วมกับสุญญากาศ

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

คำปรารภ

สารบัญ	**หน้า**
กิตติกรรมประกาศ	ก
ผู้วิจัย	ข
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ค
บทนำ	1
บทคัดย่อ	3
Abstract	4
การทดลองที่ 1 วิจัยและพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรบัสตาโดยใช้หลักการลมร้อนร่วมกับสุญญากาศ	5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	21
บรรณานุกรม	22
ภาคผนวก ก	23

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมสุราษฎร์ธานีที่ช่วยทดสอบและเก็บข้อมูลการทดลอง เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่นที่ช่วยเหลือในการสร้างและทดสอบต้นแบบ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพรที่ช่วยเหลือเรื่องข้อมูลและเมล็ดกาแฟที่ใช้ในการทดสอบ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุราษฎร์ธานีที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือต่างๆ ในการทดสอบ นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณเกษตรกร เจ้าหน้าที่และหน่วยงานต่างๆ ที่ไม่ได้เอ่ยนาม ที่ได้เอื้อเฟื้อทั้งข้อมูล และให้คำแนะนำต่างๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

กรมวิชาการเกษตร

ผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

นายสราวุฒิ ปานทน	วิศวกรการเกษตรชำนาญการ	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมสุราษฎร์ธานี

ผู้ร่วมงาน

นายเวียง อากรชี	ผู้อำนวยการ ศวศ.ขอนแก่น	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น
นางสุภาพร ชุมพงษ์	นักวิชาการเกษตรชำนาญการ	ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร
นางสาวขนิษฐ์ หว่านณรงค์	วิศวกรการเกษตรชำนาญการพิเศษ	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
นายโกเมศ สัตยาวุธ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
นายมานพ รักญาติ	วิศวกรการเกษตรชำนาญการ	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่
นายอาธร พรบุญ	นายช่างเครื่องกลชำนาญงาน	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
นายอุทัย ธานี	นายช่างไฟฟ้าชำนาญงาน	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

กรมวิชาการเกษตร

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

1 สัญลักษณ์และคำย่อวิศวกรรม

%wb	=	เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียก (wet basis)

2 สัญลักษณ์และคำย่อเศรษฐศาสตร์

A	=	ผลผลิต, กิโลกรัม/ปี
D	=	ค่าเสื่อมราคา
I	=	ดอกเบี้ยในการลงทุนแต่ละปี
i	=	อัตราดอกเบี้ย, เปอร์เซ็นต์
L	=	อายุการใช้งาน, ปี
P	=	ราคาเครื่องอบ, บาท
S	=	ราคาซากของเครื่องอบ, บาท

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

กาแฟที่ปลูกกันอยู่ในประเทศไทย มี 2 พันธุ์ หลักๆ คือ กาแฟพันธุ์อาราบิกา ปลูกทางภาคเหนือ และกาแฟพันธุ์โรบัสตา ปลูกทางภาคใต้ ปริมาณความต้องการใช้เมล็ดกาแฟสำหรับอุตสาหกรรมกาแฟผงสำเร็จรูป 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 ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพและรสชาติของกาแฟ อาจทำให้ผลผลิตกาแฟในช่วงนั้นเสียหายไม่สามารถจำหน่ายได้ หรือแม้จำหน่ายได้แต่ก็ส่งผลกับราคาจำหน่ายที่ลดลงตามคุณภาพกาแฟ ในกรณีที่มีผลผลิตออกมาพร้อมกันในปริมาณมากหากมีเครื่องอบลมร้อนจะสามารถลดความชื้นกาแฟได้รวดเร็วกว่าการตากในโรงตาก ถึงแม้จะมีฝนตกทำให้ความชื้นในอากาศสูงก็ยังสามารถอบลดความชื้นกาแฟได้ ซึ่งตากจากโรงตากแสงอาทิตย์ที่จะไม่สามารถลดความชื้นกาแฟได้หากมีฝนตกหรือในอากาศมีความชื้นสูง

ก) โรงตากแห้ง ข) การตากกาแฟในโรง

ภาพที่ 1 โรงตากแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

การพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวในขั้นตอนวิธีการลดความชื้น กาแฟจึงมีความจำเป็นมากเพื่อช่วยแก้ปัญหาเรื่องคุณภาพ ลดระยะเวลาในการตากแห้ง สำหรับประเทศไทยการนำเทคโนโลยีด้านเครื่องอบลดความชื้นกาแฟมาใช้ยังมีน้อยมาก ทั้งนี้อาจเป็นเรื่องของการลงทุนที่สูง

หรือขาดความรู้และการยอมรับของผู้ประกอบการชาวสวนกาแฟเอง เครื่องอบลดความชื้นกาแฟแบบโรตารีเป็นเทคโนโลยีที่นิยมใช้กันมากในประเทศผู้ผลิตกาแฟชั้นนำเช่น บราซิล แต่มูลค่าการนำเข้าค่อนข้างสูงและยังไม่มีการผลิตภายในประเทศ ในประเทศไทยมีงานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องอบลดความชื้นกาแฟอยู่พอสมควร แต่ก็ยังมีจุดบกพร่องหลายส่วนที่ต้องปรับปรุงแก้ไข เช่นเรื่องของประสิทธิภาพการใช้ความร้อนอบแห้งต่ำ เนื่องจากการยุบตัวลงอย่างมากของกาแฟเมื่อถูกลดความชื้น การกระจายลมร้อนไม่สม่ำเสมอในการอบแห้งเกิดปัญหาความชื้นแตกต่างกันมากทำให้จัดการเก็บรักษายาก ปัญหาการใช้อุณหภูมิลมร้อนที่ไม่เหมาะสมต่อการอบเมล็ดกาแฟในช่วงที่ความชื้นลดลง ทำให้อุณหภูมิเมล็ดกาแฟเพิ่มขึ้นจนทำให้คุณภาพของสารกาแฟลดลง เป็นต้น จากปัญหาที่กล่าวมาการศึกษาและพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นกาแฟจึงเป็นเรื่องจำเป็นมาก ผู้วิจัยจึงได้เสนอโครงการวิจัยเกี่ยวกับการลดความชื้นกาแฟที่มีประสิทธิภาพ สามารถใช้งานได้จริงและราคาไม่แพงมากนัก และการนำระบบสุญญากาศมาใช้เพื่อช่วยให้การลดความชื้นกาแฟช่วงที่ใกล้ต่อการเก็บรักษานั้น (ความชื้นในการเก็บรักษาประมาณ 12 % มาตรฐานเปียก) ต้องการรักษาคุณภาพ กลิ่น และรสชาติเป็นสำคัญ

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรบัสตาเพื่อลดเวลาในการทำแห้งกาแฟ และช่วยลดความเสียหายของกาแฟจากการที่ไม่สามารถลดความชื้นกาแฟได้ในช่วงที่ฝนตก หรืออากาศมีความชื้นสูง โดยได้สร้างต้นแบบเครื่องอบลดความชื้น ประกอบด้วยถังอบทรงกระบอกวางแนวนอนเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร ขนาดบรรจุประมาณ 500 กิโลกรัม ชุดให้ความร้อน และตู้คอนโทรลที่มีสามารถควบคุมอุณหภูมิในการอบสามารถตั้งค่าอุณหภูมิการอบได้ได้ตามที่ต้องการ และควบคุมการหมุนของถังอบเพื่อช่วยในการคลุกเคล้าและกลับเมล็ดกาแฟให้ได้รับความร้อนที่สม่ำเสมอ จากการทดสอบอบลดความชื้นกาแฟโรบัสตา ผลเชอรี่ 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

คำสำคัญ(Keywords) : การอบแห้ง, กาแฟโรบัสตา

กรมวิชาการเกษตร

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.

Keywords : Dryer, Robusta

กรมวิชาการเกษตร

วิจัยและพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรบัสตาโดยใช้หลักการลมร้อนร่วมกับสุญญากาศ

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

สราวุฒิ ปานทน, เวียง อากรชี, สุภาพร ชุมพงษ์, ขนิษฐ์ หว่านณรงค์, โกเมศ สัตยาวุธ, มานพ รักญาติ, อาธร พรบุญ, อุทัย ธานี

Sarawuth Parnthon, Weang Arekornchee, Supaphon Chumpong, Khanit Wannaronk, Komate Satayawut, Manop rakyat, Arton Ponboon, Uthai Thanee

คำสำคัญ(Keywords) : การอบแห้ง, กาแฟโรบัสตา

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรบัสตาเพื่อลดเวลาในการทำแห้งกาแฟ และช่วยลดความเสียหายของกาแฟจากการที่ไม่สามารถลดความชื้นกาแฟได้ในช่วงที่ฝนตก หรืออากาศมีความชื้นสูง โดยได้สร้างต้นแบบเครื่องอบลดความชื้น ประกอบด้วยถังอบทรงกระบอกวางแนวนอนเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร ขนาดบรรจุประมาณ 500 กิโลกรัม ชุดให้ความร้อน และตู้คอนโทรลที่มีสามารถควบคุมอุณหภูมิในการอบสามารถตั้งค่าอุณหภูมิการอบได้ได้ตามที่ต้องการ และควบคุมการหมุนของถังอบเพื่อช่วยในการคลุกเคล้าและกลับเมล็ดกาแฟให้ได้รับความร้อนที่สม่ำเสมอ จากการทดสอบอบลดความชื้นกาแฟโรบัสตา ผลเชอรี่ 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

กรมวิทยาศาสตร์

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.

Keywords : Dryer, Robusta

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

กาแฟที่ปลูกกันอยู่ในประเทศไทย มี 2 พันธุ์ หลักๆ คือ กาแฟพันธุ์อาราบิกา ปลูกทางภาคเหนือ และกาแฟพันธุ์โรบัสตา ปลูกทางภาคใต้ ปริมาณความต้องการใช้เมล็ดกาแฟสำหรับอุตสาหกรรมกาแฟผงสำเร็จรูป 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 ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพและรสชาติของกาแฟ อาจทำให้ผลผลิตกาแฟในช่วงนั้นเสียหายไม่สามารถจำหน่ายได้ หรือแม้จำหน่ายได้แต่ก็ส่งผลกับราคาจำหน่ายที่ลดลงตามคุณภาพกาแฟ ในกรณีที่มีผลผลิตออกมาพร้อมกันในปริมาณมากหากมีเครื่องอบลมร้อนจะสามารถลดความชื้นกาแฟได้รวดเร็วกว่าการตากในโรงตาก ถึงแม้จะมีฝนตกทำให้ความชื้นในอากาศสูงก็ยังสามารถอบลดความชื้นกาแฟได้ ซึ่งตากจากโรงตากแสงอาทิตย์ที่จะไม่สามารถลดความชื้นกาแฟได้หากมีฝนตกหรือในอากาศมีความชื้นสูง

ก) โรงตากแห้ง ข) การตากกาแฟในโรง

ภาพที่ 1 โรงตากแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

การพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวในขั้นตอนวิธีการลดความชื้นกาแฟจึงมีความจำเป็นมากเพื่อช่วยแก้ปัญหาเรื่องคุณภาพ ลดระยะเวลาในการตากแห้ง สำหรับประเทศไทยการนำเทคโนโลยีด้านเครื่องอบลดความชื้นกาแฟมาใช้ยังมีน้อยมาก ทั้งนี้อาจเป็นเรื่องของการลงทุนที่สูง

หรือขาดความรู้และการยอมรับของผู้ประกอบการชาวสวนกาแฟเอง เครื่องอบลดความชื้นกาแฟแบบโรตารีเป็นเทคโนโลยีที่นิยมใช้กันมากในประเทศผู้ผลิตกาแฟชั้นนำเช่น บราซิล แต่มูลค่าการนำเข้าค่อนข้างสูงและยังไม่มีการผลิตภายในประเทศ ในประเทศไทยมีงานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องอบลดความชื้นกาแฟอยู่พอสมควร แต่ก็ยังมีจุดบกพร่องหลายส่วนที่ต้องปรับปรุงแก้ไข เช่นเรื่องของประสิทธิภาพการใช้ความร้อนอบแห้งต่ำ เนื่องจากการยุบตัวลงอย่างมากของกาแฟเมื่อถูกลดความชื้น การกระจายลมร้อนไม่สม่ำเสมอในการอบแห้งเกิดปัญหาความชื้นแตกต่างกันมากทำให้จัดการเก็บรักษายาก ปัญหาการใช้อุณหภูมิลมร้อนที่ไม่เหมาะสมต่อการอบเมล็ดกาแฟในช่วงที่ความชื้นลดลง ทำให้อุณหภูมิเมล็ดกาแฟเพิ่มขึ้นจนทำให้คุณภาพของสารกาแฟลดลง เป็นต้น จากปัญหาที่กล่าวมาการศึกษาและพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นกาแฟจึงเป็นเรื่องจำเป็นมาก ผู้วิจัยจึงได้เสนอโครงการวิจัยเกี่ยวกับการลดความชื้นกาแฟที่มีประสิทธิภาพ สามารถใช้งานได้จริงและราคาไม่แพงมากนัก และการนำระบบสุญญากาศมาใช้เพื่อช่วยให้การลดความชื้นกาแฟช่วงที่ใกล้ต่อการเก็บรักษานั้น (ความชื้นในการเก็บรักษาประมาณ 12 % มาตรฐานเปียก) ต้องการรักษาคุณภาพ กลิ่น และรสชาติเป็นสำคัญ

กรมวิชาการเกษตร

วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

อุปกรณ์

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

วิธีการดำเนินการ

การทดลองที่ 1 วิจัยและพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรบัสตาโดยใช้หลักการลมร้อนร่วมกับสุญญากาศ

1. ศึกษาทฤษฎี ข้อมูลต่างๆ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบโรตารี แหล่งความร้อน ระบบควบคุม และการอบแห้งแบบสภาวะสุญญากาศเพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องต้นแบบ

2. ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ โดยจะออกแบบอุปกรณ์หลักๆ คือ

2.1 ถังอบแห้งเป็นแบบถังทรงกระบอก ความจุประมาณ 500 กิโลกรัม กาแฟผลสด หรือกาแฟกะลา

2.1.1 ออกแบบท่อกระจายลมร้อนและใบโรยคลุกเคล้าเมล็ดกาแฟภายในถังอบ

2.1.2 ออกแบบระบบขับเคลื่อนและควบคุมถังหมุนให้ได้รอบการหมุนที่เหมาะสม

2.1.3 ออกแบบระบบวาล์วในการสร้างระบบสุญญากาศภายในถังอบ

2.2 คำนวณออกแบบระบบให้ความร้อนแบบต่างๆ เพื่อใช้ในการศึกษาและประเมินประสิทธิภาพ

2.2.1 ออกแบบระบบให้ความร้อนจากหัวพ่นก๊าซหุงต้มจุดด้วยระบบไฟฟ้า 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 ทำการสุ่มเมล็ดกาแฟมาหาค่าความชื้นที่ลดลงและอุณหภูมิเมล็ดที่เพิ่มขึ้น ทุกๆชั่วโมงของการอบแห้ง เมื่อความชื้นเมล็ดลดลงและอุณหภูมิเมล็ดเริ่มสูงขึ้น ให้ปรับอุณหภูมิลมร้อนลง และลดอัตราการป้อนเชื้อเพลิง ซึ่งกระบวนการต่างๆนี้ต้องทดลองและปรับค่าตามความเหมาะสมในขณะที่ทำการทดลอง

3.3 เมื่อความชื้นเมล็ดกาแฟลดลงประมาณ 30-40 % มาตรฐานเปียก ให้หยุดพักการให้ความร้อน และพักตัวเมล็ดกาแฟไว้ แล้วจึงทำการลดความชื้นเมล็ดกาแฟต่อ จนถึงความชื้นในการเก็บรักษา ประมาณ 12 % มาตรฐานเปียก

4. วิเคราะห์คุณภาพของกาแฟหลังการทำแห้งจากทุกการทดลอง

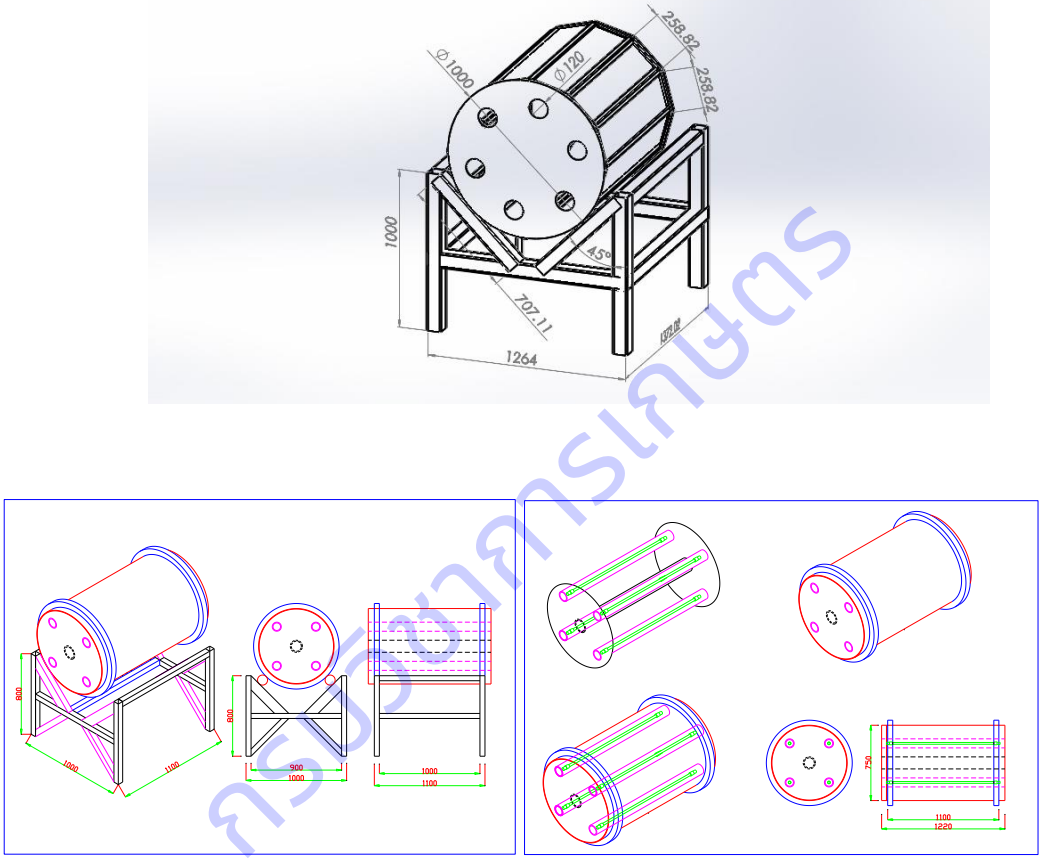
กรมวิชาการเกษตร

5. วิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์
6. สรุปผล เสนอรายงาน เผยแพร่

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและอภิปรายผล

ศึกษาทฤษฎี ค้นคว้าข้อมูลในการออกแบบเครื่องอบแห้งแบบโรตารี แหล่งให้ความร้อน ระบบควบคุมอุณหภูมิและการทำงานของเครื่องอบ และการอบแห้งแบบสภาวะสุญญากาศเพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องต้นแบบ ศึกษาข้อมูลในการอบแห้งกาแฟ ความชื้นที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟ นำข้อมูลที่ศึกษารวบรวมมาใช้ในการออกแบบเครื่องอบกาแฟ



ภาพที่ 1 ออกแบบโครงสร้างถังบรรจุเมล็ดกาแฟสำหรับเครื่องอบแบบโรตารี

เนื่องจากผลผลิตกาแฟโรบัสต้าจะหมดฤดูกาลเก็บในช่วงเดือนมกราคม จึงทำการปรับปรุงเครื่องอบโรตารี่เดิม สำหรับใช้ในการอบเมล็ดกาแฟเพื่อเก็บข้อมูลการอบเบื้องต้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นข้อมูลช่วยในการออกแบบเครื่องอบ อบเมล็ดกาแฟเพื่อหาข้อมูลน้ำหนักก่อนอบและหลังอบ และทำการตากแห้งเมล็ดกาแฟด้วยแสงแดด เพื่อเก็บข้อมูลไว้เปรียบเทียบ ทำการทดสอบอบเมล็ดกาแฟ น้ำหนักรวม 300 กก. ความชื้นเริ่มต้น 61.97 %wb ตั้งอุณหภูมิการอบ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบ 12 ชม. พบว่า น้ำหนักลดลงเหลือ 182.82 กก. 37.60 %wb

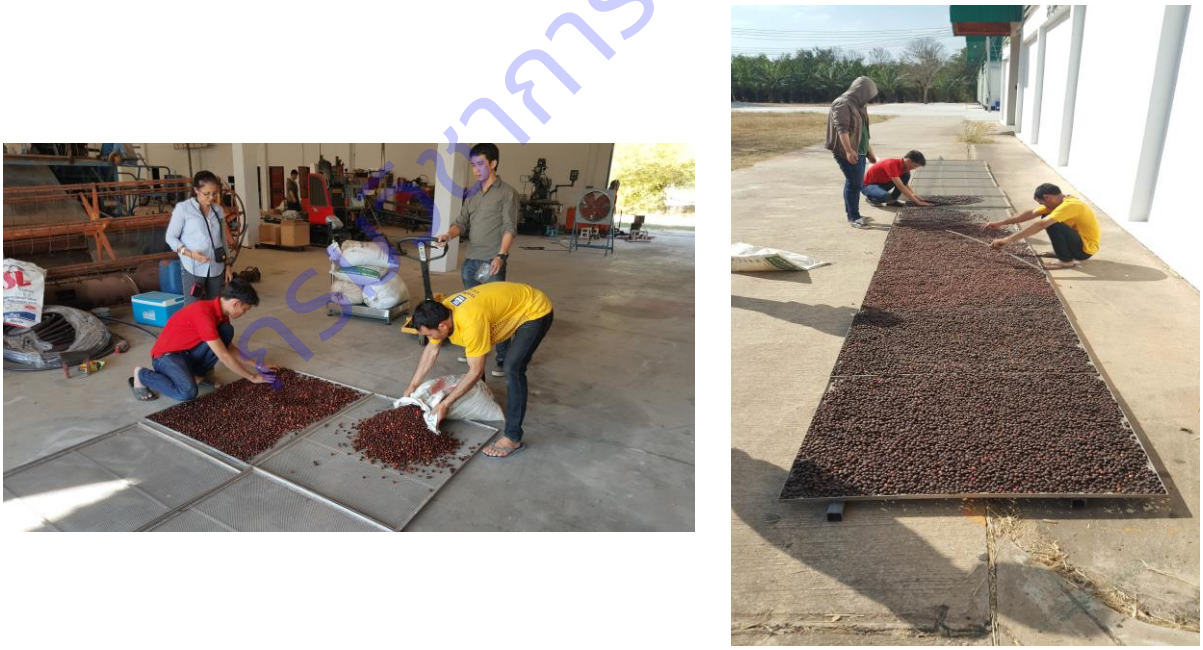
กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 2 ทำการปรับปรุงเครื่องอบโรตารี่เดิมเพื่อใช้ทดสอบอบกาแฟ

ภาพที่ 3 อบหาเมล็ดกาแฟเพื่อหาความชื้นเริ่มต้น

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 4 ทดสอบอบกาแฟด้วยเครื่องอบโรตารี่เดิม



ภาพที่ 5 ตากแห้งเมล็ดกาแฟเพื่อเก็บข้อมูลเปรียบเทียบ

ลงพื้นที่เก็บข้อมูล และสอบถามความต้องการของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟ เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเก็บผลผลิตกาแฟในฤดูกาลที่จะถึง ให้ข้อมูลรายละเอียด ลักษณะวิธีการ

กรมวิชาการเกษตร

ทำงาน การใช้งานเครื่องอบลดความชื้น และร่วมปรึกษากับกลุ่มเกษตรกรในการนำเครื่องอบลดความชื้นต้นแบบไปทดสอบใช้งานอบลดความชื้นกาแฟ

ภาพที่ 6 ลงพื้นที่สำรวจและเก็บข้อมูล

ดำเนินการสร้างถังอบแบบโรตารี่ ทำการขึ้นรูปโครงสร้างถังอบ มีลักษณะเป็นถังเหล็กทรงกระบอกแนวนอน (ภาพที่ 7 และภาพที่ 8) สร้างโครงแท่นรับถังอบสำหรับเป็นแท่นรองรับถังอบลดความชื้นแบบโรตารี่ (ภาพที่ 9) ติดตั้งลูกกลิ้งรับถัง (ภาพที่ 10) สำหรับรองรับถังอบขณะหมุนเพื่อคลุกเคล้าเมล็ดกาแฟให้มีอุณหภูมิสม่ำเสมอทั่วทั้งถัง แกนกลางลูกกลิ้งจะมีลูกปืน ช่วยลดความฝืดในการหมุนถังขณะทำการอบให้หมุนตัวได้ง่าย

ภาพที่ 7 โครงสร้างถังอบ

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 8 ภาพถังอบด้านข้าง

ภาพที่ 9 ภาพแท่นรับถังอบ

ภาพที่ 10 ภาพลูกกลิ้งรับถัง

ดำเนินการประกอบตู้ควบคุมการทำงานของเครื่องอบลดความชื้น โดยตู้ควบคุมจะประกอบไปด้วยส่วนควบคุมหลักๆ 2 ส่วน คือ

1) ส่วนควบคุมอุณหภูมิการอบ ส่วนนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ จะสามารถตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการอบได้ตามต้องการ หัวสำหรับจุดไฟเซนเซอร์ตรวจสอบการติดไฟของหัวเผา หากไฟไม่ติดระบบจะสั่งให้ตัดการจ่ายแก๊สและมีเสียงร้องเตือนเพื่อความปลอดภัย และสวิทซ์เปิดพัดลมสำหรับการดูดลมร้อนเข้าไปในเครื่องอบ

2) ส่วนควบคุมการหมุนของถังอบ ส่วนนี้จะประกอบไปด้วยชุดนาฬิกาตั้งเวลาจำนวน 2 ตัว ตัวแรก สำหรับการควบคุมเวลาในการหมุนถัง ตัวที่สอง สำหรับควบคุมเวลาในการหยุดหมุน

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 11 ตู้ควบคุมเครื่องอบและชุดเครื่องอบ

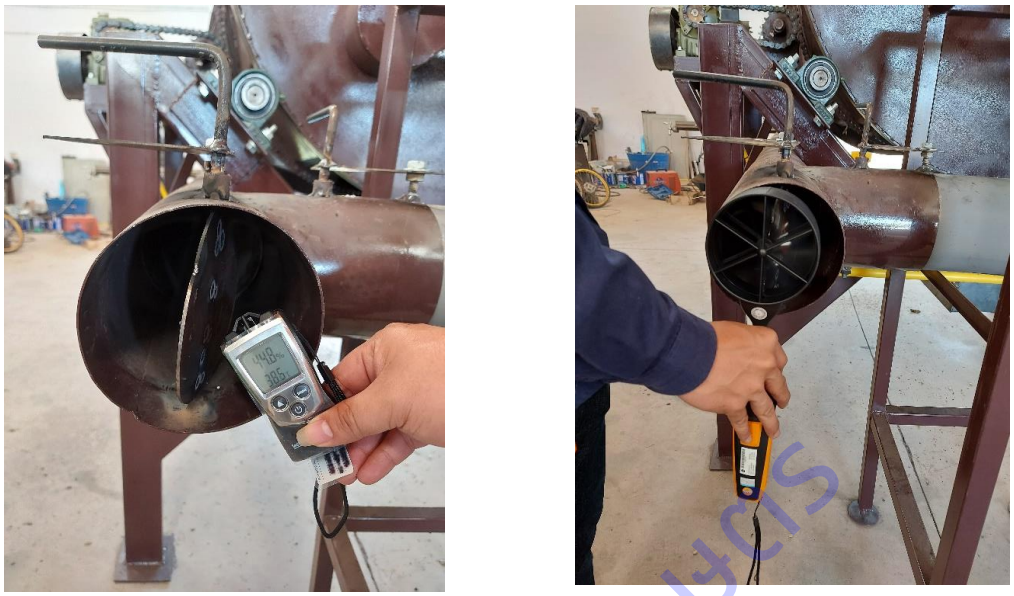
ดำเนินการทดสอบเครื่องอบลดความชื้นเมล็ดกาแฟ โดยกาแฟโรบัสต้าจะนิยมทำกาแฟแบบแห้ง จึงทดสอบการลดความชื้นกาแฟเชอรี่ ทำการบรรจุเมล็ดกาแฟลงถังอบ ภาพที่ 13 จะเห็นท่อลมเข้าที่อยู่ด้านข้างถังอบและท่อลมออกจะอยู่แนวกึ่งกลางถังอบ ในการอบจะเติมเมล็ดกาแฟจนเต็มถังอบ ใช้เมล็ดกาแฟเชอรี่ประมาณ 500 กิโลกรัม

ภาพที่ 12 ขณะทำการบรรจุเมล็ดกาแฟลงถังอบ

ภาพที่ 13 ภาพเมล็ดกาแฟในถังอบ

กรมวิชาการเกษตร

ทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลมที่ออกจากถังอบ (ภาพที่ 14) เพื่อวัดค่าที่ได้จากการทดสอบเปรียบเทียบกับค่าที่ใช้ในการออกแบบ ว่ามีเที่ยงตรง หรือมีความคลาดเคลื่อนจากค่าการออกแบบ นำข้อมูลไปวิเคราะห์และปรับปรุง



ภาพที่ 14 วัดค่าอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลมที่ท่อออก

เมื่อทำการอบเมล็ดกาแฟไปประมาณ 8-12 ชั่วโมง พบว่า เมล็ดกาแฟเชอรี่เกิดการยุบตัวลง จนทำให้ท่อลมออกที่ต้องมีเมล็ดกาแฟท่วมท่อขึ้นมาอยู่เหนือเมล็ดกาแฟ (ภาพที่ 15) ส่งผลให้ประสิทธิภาพการอบเมล็ดกาแฟลดลง เพราะเมื่อเมล็ดกาแฟยุบตัวต่ำกว่าท่อลมออก ลมร้อนที่เป่าเข้าไปเพื่อลดความชื้นเมล็ดกาแฟจะไหลออกทางท่อลมออกอย่างรวดเร็ว เนื่องจากแรงเสียดทานในส่วนท่อลมออกที่อยู่เหนือเมล็ดกาแฟจะต่ำที่สุด หากยังทำการอบต่อในสภาพนี้ จะทำให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องอบต่ำกว่าที่ควรจะเป็น จึงถ่ายเมล็ดกาแฟออกจากเครื่องอบออกมาพักตัว แล้วจึงบรรจุเมล็ดกาแฟชุดต่อไปเข้าเครื่องอบลดความชื้นต่อไป

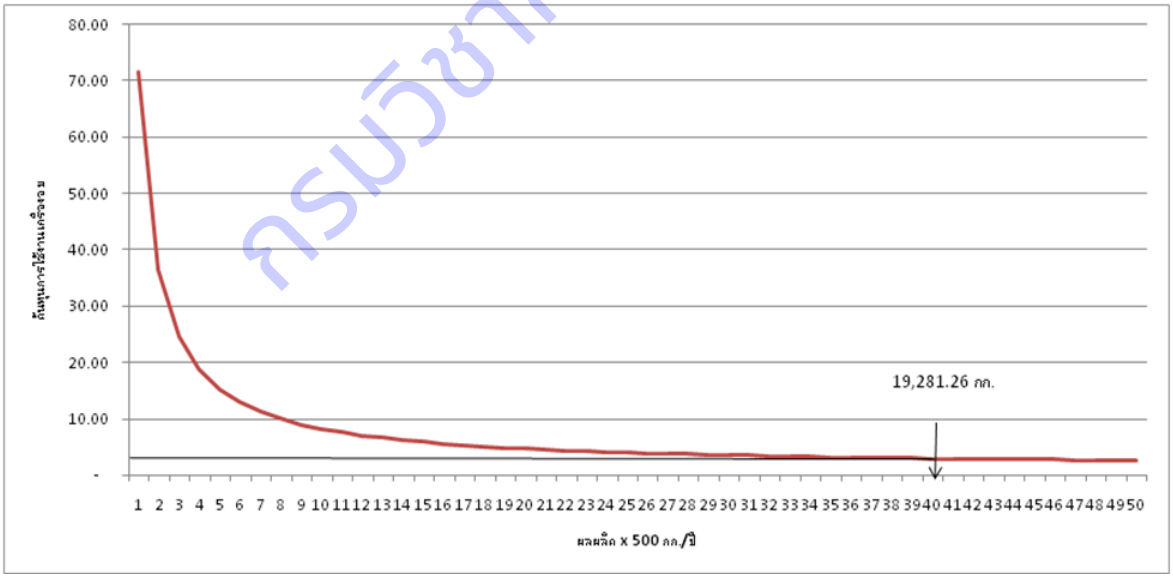
เมื่อนำเมล็ดกาแฟที่ผ่านการอบมาหาปริมาณความชื้น พบว่า จากความชื้นเมล็ดกาแฟเริ่มต้นก่อนอบที่ประมาณ 57.66%w.b. หลังจากทำการอบไปแล้ว 8-12 ชั่วโมง ความชื้นหลังอบเหลือประมาณ 36.57%w.b. ที่ระดับความชื้นประมาณนี้ จะสามารถลดความเสียหายของเมล็ดกาแฟได้ในกรณีที่มีผลผลิตกาแฟเข้ามาพร้อมกันจำนวนมาก และสภาพอากาศทางภาคใต้ในช่วงฤดูฝนที่มีฝนตกชุก มีความชื้นสูง เครื่องอบสามารถลดความชื้นในเมล็ดกาแฟได้อย่างรวดเร็ว ต่างกับการลดความชื้นด้วยการตาก หรือใช้โรงอบที่จะสามารถลดความชื้นได้เมื่อสภาพอากาศเหมาะสมเท่านั้น นอกจากนี้ เมล็ดกาแฟที่ผ่านการอบลดความชื้นไปแล้ว ยังสามารถนำเมล็ดกาแฟไปลดความชื้นด้วยวิธีอื่นๆ จนถึงความชื้นเก็บรักษาได้หากสภาพอากาศอำนวย

ศรีวิชัย กรุงเทพฯ

ภาพที่ 15 เมล็ดกาแฟยุบตัวลง 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) สามารถเขียนกราฟแสดงความความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการใช้งานเครื่องอบต่อปริมาณผลผลิตต่อปีได้ดัง ภาพที่ 16



ภาพที่ 16 ความความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการใช้งานเครื่องอบต่อปริมาณผลผลิตต่อปี

จากภาพที่ 16 จะเห็นว่าต้นทุนในการใช้งานเครื่องอบกาแฟของเกษตรกรจะลดลงเมื่อผลผลิตต่อปีมากขึ้น เกษตรกรสามารถพิจารณาได้ว่าควรจะต้องทำการอบกาแฟจำนวนกี่กิโลกรัมต่อปี โดยพิจารณาจุดตัดระหว่างต้นทุนในการใช้งานเครื่องอบ กับราคาค่าอบที่ 3 บาท/กก. จากกราฟจะ

กรมวิชาการเกษตร

เห็นว่าที่ต้นทุนในการใช้งานเครื่องอบกาแฟ 3 บาท/กก. จะต้องทำการอบกาแฟ 19,281.26 กก./ปี เป็นเวลา 5 ปี จึงจะคุ้มค่าต่อการใช้เครื่องอบกาแฟ

ระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องอบกาแฟขึ้นกับปริมาณการอบกาแฟต่อปี จากการคำนวณพบว่า ระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องอบกาแฟ 5 ปี ถ้าเกษตรกรต้องการคืนทุนเร็วก็ต้องอบกาแฟให้ได้มากขึ้นต่อปี ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการคืนทุนใน 3 ปี ต้องอบกาแฟให้ได้อย่างน้อย 32,135.43 กก./ปี และคิดราคาค่าอบกาแฟ 3 บาท/กก.

กรมวิชาการเกษตร

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

เครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรบัสตาแบ่งส่วนประกอบของเครื่องหลักๆ ได้ 2 ส่วน คือ 1) ตู้ควบคุม ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิการอบ ควบคุมการหมุนของถังอบเพื่อคลุกเคล้าเมล็ดกาแฟ และมีระบบตัดแก๊สและสัญญาณเตือนเมื่อหัวเผาจุดไฟไม่ติดป้องกันอันตราย 2) ชุดโครงสร้างรองรับถังอบและถังอบทรงกระบอกแนวนอน เส้นผ่านศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร ขนาดบรรจุประมาณ 500 กิโลกรัม สามารถอบลดความชื้นเมล็ดกาแฟจากความชื้นเริ่มต้นประมาณ 57.66%w.b. ให้เหลือประมาณ 36.57%w.b. ได้ในเวลา 8-12 ชั่วโมง และใช้แก๊สหุงต้มในการให้ความร้อนอบลดความชื้น 0.4-0.6 กิโลกรัม/ชั่วโมง โดยในการใช้งานเครื่องอบลดความชื้นนั้น สามารถใช้ผสมผสานกับการลดความชื้นด้วยการตากแห้ง หรือโรงอบได้ คือ ในช่วงที่มีผลผลิตเข้ามาเป็นจำนวนมากพร้อมๆ กัน ก็ใช้เครื่องอบเพื่อลดความชื้นผลผลิตกาแฟให้ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาสั้นๆ ก่อน แล้วค่อยไปลดความชื้นด้วยโรงตากได้ เป็นการลดความเสียหายของผลผลิตและลดควบคุมต้นทุนในการลดความชื้นไม่ให้สูงเกินไป หรือหากกรณีที่มีฝนตกการลดความชื้นแบบอื่นๆ ไม่สามารถทำได้ เครื่องอบลดความชื้นก็จะเป็นตัวช่วยที่ดีในการอบลดความชื้นเมล็ดกาแฟ

กรมวิชาการเกษตร

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. เอกสารวิชาการ ”กาแฟ” ลำดับที่ 17 ปีพ.ศ. 2547. 80 หน้า.

พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์และบัณฑูรย์ วาฤทธิ์. 2542. การปลูกและผลิตอาราบิก้าที่. ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 229 หน้า

ชนิตา ศิริรัตน์ และ พิไลรัก อินธิปัญญา. 2552. การผลิตน้ำผึ้งผงจากน้ำผึ้งดอกทานตะวันโดยการอบแห้งแบบสุญญากาศและแบบแช่เยือกแข็ง. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยราชมงคลสุวรรณภูมิ.

วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล.รศ.ดร. 2529. อุปกรณ์อบแห้งในอุตสาหกรรม. โครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) พิมพ์ครั้งที่ 3. บริซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด. กรุงเทพฯ.

เวียง อากรชี พิมล วุฒิสินธ์ และสุภัทร หนูสวัสดิ์. 2542. การพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรบัสต้าแบบถังกลมทรงกระบอกหมุนในแนวนอน. เอกสารรายงานผลการวิจัยฉบับเต็ม, กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว, สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สักกมน 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 β-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

กรมวิชาการเกษตร

ผนวก ก

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% ของราคาเครื่อง ต่อ 100 ชั่วโมง)	75	บาท/ครั้ง
- ค่าไฟฟ้า (ใช้ไฟฟ้า 0.5 หน่วย/ชั่วโมง หน่วยละ 4 บาท ใช้เครื่องอบ 12 ชม./วัน)	24	บาท/ครั้ง
- ค่าเชื้อเพลิง (แก๊สหุงต้ม ถัง 15 กก. 400 บาท ใช้เชื้อเพลิง 0.5 กก./ชั่วโมง ใช้เครื่องอบ 12 ชั่วโมง/ครั้ง)	160	บาท/ครั้ง
- ค่าแรง (คนงาน 2 คน ค่าจ้าง 300 บาท/วัน)	600	บาท/ครั้ง
- ผลผลิตต่อปี	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

กรมวิชาการเกษตร

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 ในการอบ 1 ครั้ง (500 กก.):</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 สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

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

จุดที่คุ้มทุนของการใช้งานเครื่องอบ สามารถคำนวณได้เมื่อต้นทุนในการใช้งานในสมการที่ (1) เท่ากับราคาค่าอบเท่ากับ 3 บาท/กก.

$$\text{ต้นทุนในการใช้งานเครื่องอบ} = \text{ราคาค่าอบ}$$
$$(35{,}250/A) + 1.1718 = 3 \text{ บาท/กก.}$$
$$A = 19{,}281.26.00 \text{ กก./ปี}$$

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)

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

ศูนย์วิทยทรัพยากร