

# พัฒนาเครื่องอบแห้งลำไย

## Development of Longan Dryer

พิมล วุฒิสินธุ์<sup>1/</sup> ชูศักดิ์ ชาวประดิษฐ์<sup>1/</sup> สุเทพ กลสิกรรม<sup>1/</sup>  
พุทธธินันท์ จารุวัฒน์<sup>1/</sup> เวียง อากรณี<sup>1/</sup> ตัญญา กองช่าง<sup>1/</sup> สุภัทร หนูสวัสดิ์<sup>1/</sup>

### บทคัดย่อ

โครงการพัฒนาเครื่องอบแห้งลำไย ประกอบด้วย 3 กิจกรรม กิจกรรมที่ 1 พัฒนาเครื่องอบแห้งลำไยเนื้อแบบต่อเนื่อง ได้ต้นแบบเครื่องอบแห้งลำไยเนื้อที่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องขนาดความจุ 1,000 กก. ผลลำไยพร้อมเทคโนโลยีการอบแห้งที่ลดต้นทุนด้านเชื้อเพลิง โดยใช้ชุดให้กำเนิดความร้อน สำหรับอบแห้งแบบอินฟราเรดใช้แก๊ส หุงต้มเป็นเชื้อเพลิง อีกทั้งยังลดระยะเวลาในการอบแห้งลำไยเหลือประมาณ 7.5 ชม. ด้วยการแบ่งเป็นห้องอบแห้งอุณหภูมิสูงใช้เวลาอบประมาณ 1.5-2 ชม. ต่อจากนั้นอบต่อในห้องอบอุณหภูมิต่ำจนแห้ง พบว่า ลำไยเนื้ออบแห้งที่ได้มีคุณภาพดีเป็นที่พอใจของกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิต กิจกรรมที่ 2 พัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งลำไยเนื้อแบบชาวบ้านได้นำรูปแบบและเทคโนโลยีการอบแห้งลำไยเนื้อ รวมทั้งชุดกำเนิดความร้อนแบบเชื้อเพลิงชีวมวลและเผยแพร่แล้วโดยสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ให้เกษตรกรนำไปปรับใช้แทนเครื่องอบแห้งแบบเดิมของเกษตรกรซึ่งมีปัญหาทั้งด้านการกระจายลมร้อน ปริมาณลมและแหล่งกำเนิดความร้อน ทำให้ประสิทธิภาพต่ำมีความยุ่งยากในการปฏิบัติงาน โดยใช้วัสดุในการสร้างที่ทำได้ง่ายและราคาต้นทุนต่ำในท้องถิ่น เกษตรกรสามารถสร้างได้เอง พบว่าการทดสอบในพื้นที่เกษตรกรมีความพอใจและลำไยเนื้ออบแห้งมีคุณภาพดี กิจกรรมที่ 3 พัฒนาชุดคัดแยกลำไยก่อนและหลังการอบแห้งให้ได้มาตรฐาน เป็นการคัดขนาดลำไยก่อนและหลังการอบแห้ง เพื่อการซื้อขายทำความสะอาด โดยทำการศึกษาเครื่องคัดขนาดลำไยที่ยอมรับของเกษตรกรและผู้ซื้อในปัจจุบัน เป็นแบบตะแกรงคัดเป็นทรงกระบอกวางซ้อนกัน 4 ชั้น ได้ทำการทดสอบหาความเหมาะสมของอัตราการป้อนกับพื้นที่และความเร็วรอบของตะแกรงคัด พบว่า พื้นที่ตะแกรงคัด 1.42 ตร.ม. ความเร็วรอบ 12 รอบ/นาที ความเร็วเชิงเส้น 14.21 ม./นาที ควรจะคัดในอัตราการป้อนไม่เกิน 1,200 กก./ชม. สำหรับการคัดลำไยผลสด และไม่เกิน 900 กก./ชม. สำหรับลำไยผลแห้งทั้งเปลือกจะได้เปอร์เซ็นต์การปนคละของแต่ละเกรดไม่เกิน 10% ตามมาตรฐาน มกอช. 1-2546

รหัสโครงการวิจัย 02-01-49-06

<sup>1/</sup> กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร

## คำนำ

ลำไยเป็นผลไม้ที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง ปัจจุบันเป็นที่นิยมบริโภคทั้งชาวไทยและต่างประเทศ ในแต่ละปีมีการส่งออกลำไยและผลิตภัณฑ์รวมมูลค่ามากกว่า 5,000 ล้านบาท ตัวเลขล่าสุดไทยมีพื้นที่ปลูกลำไยประมาณ 580,000 ไร่ มีพื้นที่ให้ผลผลิตแล้ว 380,000 ไร่ แหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ในภาคเหนือตอนบน ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน เชียงราย พะเยาแพร่ น่าน ลำปาง ตาก แม่ฮ่องสอน และสุโขทัย รวมเป็นประมาณ 90% ของพื้นที่ปลูกทั่วประเทศ ส่วนภาคอื่นๆ มีการปลูกลำไยกันเล็กน้อยแถบจังหวัดจันทบุรี เลย หนองคาย นครพนม และมุกดาหาร สำหรับการตลาดของลำไยมีแหล่งรองรับผลผลิตอยู่ 3 ลักษณะ คือ การบริโภคสดภายในประเทศประมาณ 30% ส่งออกลำไยสดประมาณ 20% แปรรูปเป็นลำไยอบแห้งประมาณ 40% และแปรรูปลำไยกระป๋อง 10% จากข้อมูลสัดส่วนการตลาดจะเห็นว่าลำไยอบแห้งมีบทบาทและมีความสำคัญมากในการรองรับผลผลิตโดยสามารถรองรับได้คิดเป็นร้อยละประมาณ 40% ของผลผลิตทั้งหมด แต่ส่วนใหญ่จะเป็นลำไยอบแห้งที่เปลือกเสียเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้การผลิตลำไยเนื้อสีทองอบแห้ง

ในปัจจุบันตลาดเนื้อลำไยอบแห้งมีบทบาทเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากในการรองรับผลผลิตที่ออกมาในฤดูกาลผลิต และเป็นสินค้าส่งออกทำรายได้เข้าสู่ประเทศ แต่ลำไยเป็นผลไม้ที่ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวสั้นเพียงประมาณ 2 เดือน/ปี ซึ่งมีความจำเป็นที่เกษตรกรต้องรีบเร่งผลิตเนื้อลำไยอบแห้งในช่วงฤดูเก็บเกี่ยวให้ทัน และมากที่สุดก่อนสิ้นฤดูการเก็บเกี่ยว เพื่อจำหน่ายหรือเก็บรักษารอการจำหน่ายนอกฤดูกาลผลิต แต่ในปัจจุบันกลุ่มเกษตรกรและวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตเนื้อลำไยอบแห้งประสบปัญหาเครื่องอบแห้งที่มีใช้อยู่ไม่สามารถผลิตเนื้อลำไยอบแห้งในปริมาณที่มากได้ และไม่สามารถเพิ่มปริมาณการผลิตเนื้อลำไยอบแห้งให้เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้กลุ่มเกษตรกรและวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตเนื้อลำไยอบแห้งมีความต้องการเครื่องอบแห้งที่สามารถผลิตเนื้อลำไยอบแห้งต่อฤดูกาลผลิตในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น โดยประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งดี มีการกระจายของลมร้อนที่สม่ำเสมอ สามารถผลิตเนื้อลำไยอบแห้งที่มีคุณภาพดี สะอาด ถูกสุขอนามัย เป็นที่ยอมรับและต้องการของผู้บริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ อยู่ในระดับชาวบ้านหรือกลุ่มเกษตรกรที่มีการผลิตมวลรวมไม่มากนัก ส่วนใหญ่ยังขาดเทคโนโลยีในการอบแห้ง ยังมีการทำแห้งโดยการตากแดด หรือใช้เครื่องอบแห้งแบบดั้งเดิมที่มีประสิทธิภาพไม่ดีนัก ส่วนเครื่องอบแห้งที่มีประสิทธิภาพก็มีราคาสูงเกินกำลังของเกษตรกรส่วนใหญ่จะจัดหาหรือซื้อมาใช้ได้

การซื้อขายลำไยทั้งก่อนและหลังการอบแห้งขึ้นอยู่กับขนาดของผลลำไย ซึ่งมีมาตรฐานกำหนดขนาด เช่น ตามมาตรฐาน มกอช. 1-2546 และหรือตามประกาศโดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มาตรฐานยอมให้มีการคละปนในแต่ละเกรดได้ไม่เกิน 10 % โดยน้ำหนักหรือจำนวน เครื่องัดขนาดลำไยผลสด ทำหน้าที่ในการคัดขนาดต่าง เพื่อทำความสะอาดหลังการเก็บเกี่ยว กำหนดราคาในการซื้อขายและแยกขนาดเพื่อการอบแห้งลำไย ให้ความแห้งสม่ำเสมอ

## วัตถุประสงค์

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลำไยอบแห้งให้มีคุณภาพสม่ำเสมอได้มาตรฐาน ลดต้นทุน แรงงานและถูกสุขอนามัย ทำให้เพิ่มมูลค่าในการส่งออก โดยการพัฒนาเครื่องมือและวิธีการอบแห้งรวมทั้งการตรวจสอบคุณภาพก่อนและหลังการอบแห้ง

## วิธีดำเนินการ

โครงการพัฒนาเครื่องอบแห้งลำไย ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ซึ่งมีขั้นตอนและวิธีดำเนินการดังนี้

### กิจกรรมที่ 1 ศึกษาวิจัยเครื่องอบแห้งลำไยแบบต่อเนื่อง

- 1) ศึกษาข้อมูลโดยการสำรวจแบบและวิธีการอบแห้งลำไยที่มีอยู่เดิม ทดสอบการอบแห้งและวิเคราะห์คุณภาพลำไยหลังการอบจากเครื่องอบแห้งที่มีอยู่ในพื้นที่
- 2) ศึกษาและออกแบบชุดกำเนิดลมร้อนแบบอินฟราเรดโดยหัวเผาเชื้อเพลิงแก๊สหุงต้ม สำหรับเครื่องอบแห้งแบบต่อเนื่องสร้างต้นแบบชุดกำเนิดความร้อนแบบอินฟราเรดและเครื่องอบแห้งแบบต่อเนื่อง
- 3) ทดสอบเบื้องต้นและปรับปรุงพัฒนาเครื่องต้นแบบ
- 4) ทดสอบเครื่องต้นแบบในพื้นที่ผลิตลำไยอบแห้งและปรับปรุงข้อบกพร่อง
- 5) วิเคราะห์ผลการทดสอบ ประเมินผลและรายงาน
- 6) เผยแพร่สู่กลุ่มเป้าหมายโดยเอกสารและทดสอบการใช้งาน

### กิจกรรมที่ 2 วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งลำไยแบบชาวบ้าน

- 1) ศึกษาข้อมูลโดยการสำรวจสอบถามแบบ วิธีการและเทคโนโลยีอบแห้งลำไยแบบชาวบ้านวิเคราะห์คุณภาพลำไยอบแห้งจากตัวอย่างที่ได้
- 2) ศึกษา ออกแบบอุปกรณ์ วิธีการและเทคโนโลยีการอบแห้งลำไยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพลำไยอบแห้ง
- 3) ทดสอบปรับปรุง การอบแห้งลำไยโดยอุปกรณ์ วิธีการและเทคโนโลยีที่ได้ทำการศึกษา ทดสอบปรับปรุงการอบแห้งลำไยโดยอุปกรณ์ วิธีการและเทคโนโลยีที่ได้ทำการศึกษาในพื้นที่ ผลิตลำไยอบแห้งและปรับปรุงข้อบกพร่อง
- 4) วิเคราะห์ผลการทดสอบ ประเมินผลและรายงาน
- 5) เผยแพร่สู่กลุ่มเป้าหมายโดยเอกสารและสาธิตวิธีการอบแห้ง

### กิจกรรมที่ 3 พัฒนาชุดคัดแยกลำไยก่อนและหลังการอบแห้งให้ได้มาตรฐาน

- 1) ศึกษาข้อมูลโดยการสำรวจเครื่องคัดแยกและวิธีการตรวจวัดคุณภาพลำไย
- 2) วิเคราะห์ประสิทธิภาพเครื่องคัดแยกและคุณภาพของลำไย ทั้งก่อนและหลังการอบแห้ง
- 3) ศึกษา ออกแบบสร้าง เครื่องต้นแบบและวิธีการคัดแยกลำไย ทั้งเปลือก ก่อนและหลังการอบแห้ง
- 4) ทดสอบหาประสิทธิภาพเบื้องต้นและปรับปรุงแก้ไขเครื่องต้นแบบ
- 5) ทดสอบเปรียบเทียบ เครื่องคัดแยกต้นแบบ กับเครื่องแบบเดิม ในพื้นที่ผลิตและรวบรวมลำไย
- 6) วิเคราะห์ผลการทดสอบ ประเมินผลและรายงาน
- 7) เผยแพร่สู่กลุ่มเป้าหมายโดยเอกสารและทดสอบการใช้งาน

### เวลาและสถานที่

ระยะเวลาของโครงการ เริ่มต้น ตุลาคม 2548 สิ้นสุด กันยายน 2551

- กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
- ศูนย์ปฏิบัติการเกษตรวิศวกรรม จ.เชียงใหม่
- วิสาหกิจชุมชนบ้านศรีลาภรณ์ ต.ศรีเตี้ย อ.บ้านโฮ้ง จ.ลำพูน
- กลุ่มแม่บ้านเกษตรบ้านปลายคลอง ต.คมบาง อ.เมือง จ.จันทบุรี

## ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

1. จากการศึกษาสำรวจเครื่องอบแห้งเนื้อลำไย แบบทางสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมและแบบของเอกชนที่พบ และใช้งานปัจจุบันและการคัดแยกลำไยก่อนและหลังการอบแห้งทั้งเปลือก เครื่องอบแห้งเนื้อลำไยแบบสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม 2 แบบ



ภาพที่ 1 เครื่องอบแห้งเอนกประสงค์แบบถาด

- เครื่องอบแห้งเอนกประสงค์แบบถาด (ภาพที่ 1) มีขนาดกว้าง 1.2 ยาว 1.8 สูง 1.2 (ม.) ถาดบรรจุวัสดุมีขนาดกว้าง 0.46 x ยาว 0.91 (ม.) เครื่องอบแห้งสามารถบรรจุถาดวัสดุได้ทั้งหมด 40 ถาด คิดเป็นพื้นที่การอบแห้งทั้งหมด 16.74 ตร.ม. สามารถอบแห้งผลลำไยสดครั้งละ 250 กก. ได้เนื้อลำไยอบแห้ง 25 กก. ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง พัดลมเป็นชนิดใบพัด (Propeller type fan) จำนวน 2 ใบ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ม. ใช้มอเตอร์ 0.25 แรงม้าเป็นต้นกำลัง จากรายงานผลการวิจัยของ ไมตรี แนวพนิช ศรีวัย สิงหคเชนทร์ ยงยุทธ คงชำน และสุภัทร หนูสวัสดิ์ กองเกษตรวิศวกรรม พ.ศ. 2536 พบว่าเครื่องอบแห้งเอนกประสงค์แบบถาด สามารถอบแห้งเนื้อลำไยที่มีความชื้นเริ่มต้น 80% เหลือความชื้นสุดท้าย 10% โดยใช้อุณหภูมิอบแห้ง 80°C เป็นระยะเวลา 18 ชม. มีอัตราการสิ้นเปลืองแก๊สหุงต้ม 0.9 กก./กก.ของลำไยอบแห้ง สำรวจพบเกษตรกรนำมาอบลำไย กั๊ว และปลา เป็นต้น



ภาพที่ 2 เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์

- เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ สำรวจพบเกษตรกรใช้เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์อบลำไย กั๊ว มะขาม มะเขือเทศ และมะละกอ เป็นต้น เครื่องอบแห้งมีขนาดกว้าง 1.2 x ยาว 4.8 x สูง 1.6 (ม.) ถาดบรรจุวัสดุมีขนาดกว้าง 0.9 x ยาว 0.9 (ม.) เครื่องอบแห้งสามารถบรรจุถาดวัสดุได้ทั้งหมด 28 ถาด คิดเป็นพื้นที่การอบแห้งทั้งหมด

22.68 ตร.ม. สามารถอบแห้งผลลำไยสดครั้งละ 470 กก. ได้เนื้อลำไยอบแห้ง 47 กก. ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง พัดลมที่ใช้เป็นชนิดไหลตัดแกน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 ม. ยาว 1.1 ม. ใช้มอเตอร์ 2 แรงม้าเป็นต้นกำลัง จากเอกสารเผยแพร่เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ ของชูศักดิ์ ชาวประดิษฐ์ เวียง อากรซี และสุภัทร หนูสวัสดิ์ กองเกษตรวิศวกรรม พ.ศ. 2541 พบว่าเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์สามารถอบแห้งเนื้อลำไยที่มีความชื้นเริ่มต้น 80-85% เหลือความชื้นสุดท้าย 10-12% โดยใช้อุณหภูมิอบแห้ง 75 °ซ เป็นระยะเวลา 15 ชม. มีอัตราการสิ้นเปลืองแก๊สหุงต้ม 0.8 กก./กก. ลำไยอบแห้ง



ภาพที่ 3 เครื่องอบแห้งเนื้อลำไยแบบของบริษัทเอกชน

- เครื่องอบแบบของบริษัทเอกชน (ภาพที่ 3) ซึ่งได้ทำการผลิตและจำหน่ายให้แก่เกษตรกรผู้สนใจ เครื่องอบมีลักษณะเป็นทรงสี่เหลี่ยมสูงคล้ายตู้เสื้อผ้า ภายในเครื่องมีถาดบรรจุวัสดุแบบหมุนได้ สามารถอบแห้งผลลำไยสดครั้งละ 250 กก. ได้เนื้อลำไยอบแห้ง 25 กก. จากผลการสอบถามเกษตรกรพบว่า การกระจายลมร้อนไม่สม่ำเสมอ ทำให้เนื้อลำไยในถาดเดียวกันแห้งไม่สม่ำเสมอ ลมร้อนจะถูกดูดจากพัดลมซึ่งอยู่ทางด้านบน และออกตามช่องทางด้านข้างของตู้ ใช้มอเตอร์ 1 แรงม้าเป็นต้นกำลัง อุณหภูมิในการอบแห้งประมาณ 70 °ซ ระยะเวลาการอบแห้ง 15-18 ชม.



ภาพที่ 4 เครื่องอบแห้งแบบชาวบ้าน

เครื่องตัดที่ประกอบด้วยตะแกรงร้อนหรือตะแกรงตัดเป็นแบบใช้เหล็ก (ภาพที่ 4) แผ่นตะแกรงรูปกลม มีวนขึ้นรูปเป็นทรงกระบอกวางซ้อนกันเป็นชั้นๆ จำนวน 4 ชั้นๆ ละหนึ่งขนาดของการตัดซึ่งตะแกรงตัด ยึดติดกับ แกนเพลลา แกนเพลลาหมุนด้วยการขับเคลื่อนด้วย มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1 แรงม้า 220 โวลท์ ความเร็วรอบแกนเพลลา 9-12 รอบ/นาที คัดได้ 4 ขนาด ในขณะเดียวกัน ประกอบด้วย เกรด AA A B&C ตามลำดับ

เครื่องตัดขนาดลำใยผลสด ประกอบด้วยตะแกรงตัด เกรด AA เป็นชั้นในสุด ขนาดรูตะแกรง 27 มม. ต่อมาเป็นตะแกรงตัด เกรด A ขนาดรูตะแกรง 25 มม. ต่อมาเป็นตะแกรงตัดเกรด B ขนาดรูตะแกรง 22 มม. และชั้นนอกสุดเป็นตะแกรงตัด เกรด C ขนาดรูตะแกรง 20 มม. สามารถตัดได้ 4 เกรดในขณะเดียวกัน ความสามารถการตัด 40,000 กก./วัน วัตถุประสงค์ในการตัด เพื่อทำความสะอาด กำหนดราคาในการซื้อขาย เป็นการตัดขนาดแบบหยาบ ๆ เพื่อแบ่งขนาดสำหรับขบวนการอบแห้ง ลำใยผลสดเมื่อผ่านขบวนการอบแห้งแล้วขนาดของผลจะลดลงประมาณ 2 มม.

เครื่องตัดขนาดลำใยอบแห้งทั้งเปลือก ประกอบด้วยตะแกรงตัดขนาด เกรด AA ติดตั้งอยู่ชั้นในสุด ขนาดรูตะแกรง 25 มม. ต่อมาเป็นตะแกรงตัด เกรด A ขนาดรูตะแกรง 22 มม. ต่อมาเป็นตะแกรงตัด เกรด B ขนาดรูตะแกรง 20 มม. และชั้นนอกสุดเป็นตะแกรงตัด เกรด C ขนาดรูตะแกรง 18 มม. เรียงตามลำดับ สามารถตัดได้ 4 เกรดในขณะเดียวกัน ความสามารถในการตัด 20,400 กก./วัน วัตถุประสงค์ในการตัด เพื่อทำความสะอาด กำหนดราคาในการซื้อขายและ เป็นการตัดขนาดแบบละเอียด เพื่อแบ่งขนาดสำหรับการบรรจุภัณฑ์

### ตารางที่ 1 ข้อกำหนดมาตรฐานของลำใยผลสดและลำใยแห้งทั้งเปลือก

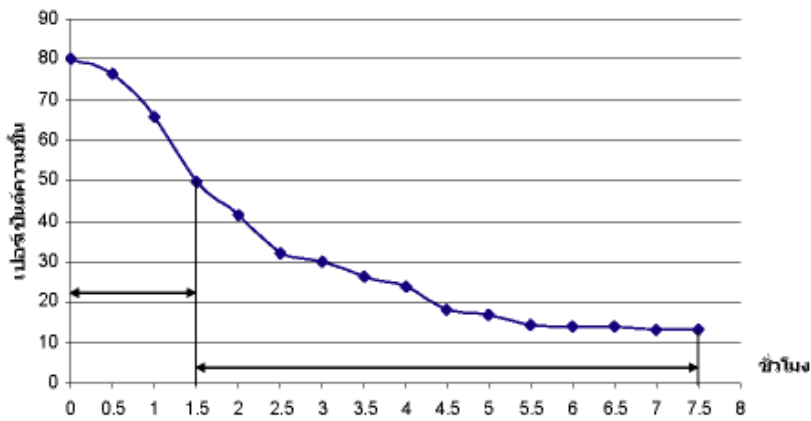
(มาตรฐานของลำใยสดและลำใยแห้งกำหนดโดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์) ลำใยขนาดใหญ่หรือเล็กกว่าชั้น ถัดไปหนึ่งชั้นปนมาได้ไม่เกิน 10% โดยจำนวนหรือน้ำหนัก

เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.)			ลำใยสด		
เกรด	ลำใย	ลำใย	จำนวนผล / กก.		
ลำใย	แห้ง	สด	ขนาด	ลำใยข้อ	ลำใยผลเดี่ยว
AA	>2.51	>2.70	1	<85	<91
A	2.21-2.50	2.50-2.70	2	85-94	91-100
B	1.90-2.20	2.20-2.50	3	95-104	101-111
C	-	<2.20	4	105-114	112-122
			5	>115	>123

## 2 การศึกษาวิจัยเครื่องอบแห้งลำใยแบบต่อเนื่อง

ทำการออกแบบสร้างชุดจำลองห้องอบเนื้อลำใยเพื่อศึกษาเทคโนโลยีการอบแห้งเนื้อลำใยแบบมีการเปลี่ยน อุณหภูมิ เพื่อลดระยะเวลาการอบแห้ง โดยในการศึกษาใช้อุณหภูมิสูงในช่วงแรกของการอบ พบว่าเมื่อใช้อุณหภูมิ ที่สูงเกินไปจะทำให้เนื้อลำใยมีผิวที่แห้งและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มทำให้เสียคุณภาพจากผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิ 80 °C เป็นอุณหภูมิที่มีความเหมาะสมสำหรับการอบแห้งในช่วงแรก สามารถลดความชื้นของเนื้อลำใยที่มี

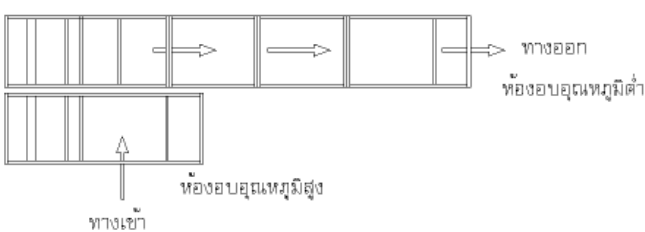
เปอร์เซ็นต์ความชื้นเริ่มต้น 80% เหลือความชื้นของเนื้อลำไย 50% ในระยะเวลา 1.5 ชม. โดยเนื้อลำไยไม่เสียคุณภาพ จากนั้นทำการลดอุณหภูมิอบแห้งลงเพื่อรักษาคุณภาพของเนื้อลำไยตามความชื้นที่ลดลง โดยอบแห้งต่อที่อุณหภูมิ 70 °ซ เป็นระยะเวลา 6 ชม. รวมระยะเวลาการอบแห้งทั้งหมด 7.5 ชม. ลำไยอบแห้งที่ได้มีคุณภาพดี เปอร์เซ็นต์ความชื้นสุดท้ายของเนื้อลำไยอบแห้ง 13% อัตราการลดลงของเปอร์เซ็นต์ความชื้นเนื้อลำไยตามระยะเวลาการอบแห้ง (ภาพที่ 5)



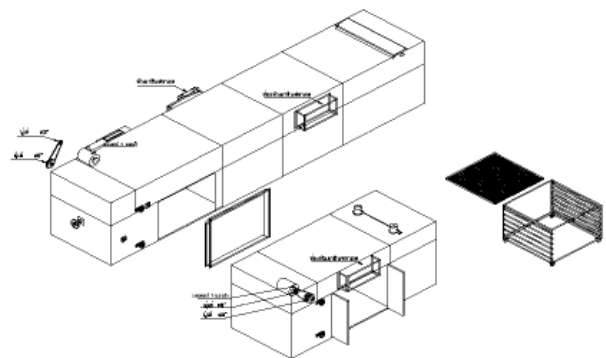
ภาพที่ 5 อัตราการลดลงของเปอร์เซ็นต์ความชื้นเนื้อลำไยตามระยะเวลาการอบแห้ง

หลังจากได้เทคโนโลยีการอบแห้งลำไยแบบมีการเปลี่ยนอุณหภูมิ ได้ทำการออกแบบสร้างเครื่องอบแห้งลำไยแบบต่อเนื่องต้นแบบ ขนาดที่สามารถใช้ได้เชิงพาณิชย์ต่อไป เครื่องอบแห้งลำไยต้นแบบความสามารถในการอบแห้งผลลำไยสด 1,000-1,300 กก./วัน มีขั้นตอนการทำงาน โดยเริ่มจากการนำรถเข็นบรรจุเนื้อลำไยสดคันแรกเข้าอบที่ชุดห้องอบอุณหภูมิสูงที่อุณหภูมิ 80 °ซ เป็นระยะเวลา 1.5 ชม. หลังจากนั้นเลื่อนรถเข็นคันแรกเข้าสู่ชุดห้องอบอุณหภูมิต่ำที่อุณหภูมิ 70 °ซ พร้อมกับนำรถเข็นบรรจุเนื้อลำไยสดคันที่สองเข้าสู่ชุดห้องอบอุณหภูมิสูงแทนรถเข็นคันแรก โดยกระบวนการอบแห้งจะมีการเลื่อนรถเข็นบรรจุเนื้อลำไยทุก 1.5 ชม. เข้าสู่ห้องอบถัดไป และนำรถเข็นคันใหม่เข้าสู่ชุดห้องอบอุณหภูมิสูงต่อไป จนกระทั่งรถเข็นบรรจุเนื้อลำไยอบแห้งทยอยเลื่อนออกจากห้องอบพร้อมที่จะทำการบรรจุเพื่อจำหน่ายหรือเก็บรักษา

ซึ่งจากขั้นตอนการทำงานของเครื่องอบแห้งลำไยแบบต่อเนื่องต้นแบบ ทำให้เกษตรกรสามารถเตรียมเนื้อลำไยสดและทำการอบแห้งเนื้อลำไยได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลาของการทำงาน ขั้นตอนการทำงานของเครื่องอบแห้งลำไยต้นแบบ (ภาพที่ 6)



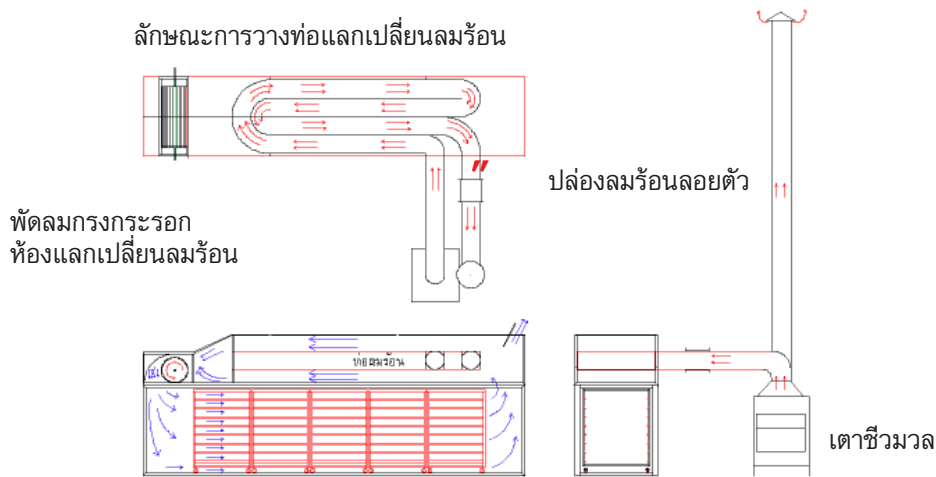
ภาพที่ 6 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องอบแห้งลำไย



ภาพที่ 7 เครื่องอบแห้งลำไย แบบต่อเนื่อง

### 3. วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งเนื้อลำไยแบบชาวบ้าน

ทำการออกแบบพัฒนาเครื่องอบลำไยเนื้อสีทองแบบชาวบ้านตามแนวทางใหม่โดยนำหลักการเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ที่ใช้พัดลมกรงกระรอกเป็นชุดกระจายลมร้อน ใช้ถาดในการอบวางในรถเข็นและทำงานแบบต่อเนื่องตามที่กล่าวถึงมาแล้ว และได้ทำการลดต้นทุนการสร้างเครื่องที่ราคาถูกลงเพื่อให้เหมาะกับการลงทุนของเกษตรกร แต่ยังคงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งซึ่งส่วนที่ออกแบบพัฒนาได้แก่ ขนาดและวัสดุที่ใช้ทำห้องอบแห้ง พัดลมกระจายลมร้อนแบบกรงกระรอก เตาชีวมวลและการวางท่อแลกเปลี่ยนลมร้อน (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 แบบแนวทางในการพัฒนาเครื่องอบแห้งลำไยเนื้อสีทอง

ห้องอบแห้งจะอยู่ส่วนล่าง มีขนาดกว้าง 1.30 x ยาว 6.00 x สูง 1.40 (ม.) ก่อด้วยอิฐมวลฉนวน ฉาบปูนด้านนอก ด้านในและพื้นปูด้วยกระเบื้อง มีเหล็กวางรับรถเข็นในการเคลื่อนที่ในการอบแห้งมีประตูเปิดได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลังเพื่อให้รถเข็นเข้าจากด้านหน้าและออกทางด้านหลังต่อเนื่องกันไป ส่วนห้องลมแลกเปลี่ยนความร้อนจะอยู่ในส่วนบน มีขนาดกว้าง 1.30 x ยาว 6.00 x สูง 0.80 (ม.) ผนังทำด้วยเหล็กกรุฉนวน ด้านในมีท่อแลกเปลี่ยนลมร้อนที่ได้จากเตาชีวมวลที่ใช้ไม้ลำไยเป็นแหล่งเชื้อเพลิง

#### ทดสอบ เก็บข้อมูล วิเคราะห์ผลการทดสอบ

ตารางที่ 2 แสดงผลข้อมูลการใช้เครื่องอบแห้งลำไยเนื้อสีทองที่พัฒนาขึ้น

อัตราการอบแห้ง (กิโลกรัมผลสดต่อวัน)	1,200
ขนาดบรรจุเนื้อลำไยสด (กก.)	360 (พื้นที่การวาง 32.40 ตร.ม.)
ความชื้นเริ่มต้นก่อนอบ (%)	80-85
ความชื้นสุดท้ายหลังอบ (%)	12-14
เวลาในการอบแห้ง (ชม.)	10-12
น้ำหนักลำไยอบแห้ง (กก./แห้ง/วัน)	120
อุณหภูมิลมร้อน (°ซ)	60-70
อัตราการใช้ไม้พินลำไย (กก./ชม.)	25
อัตราส่วน สด : แห้ง	10:1
ราคาเครื่อง (บาท)	150,000



### พัฒนาชุดคัดแยกลำไยก่อนและหลังการอบแห้งให้ได้มาตรฐาน

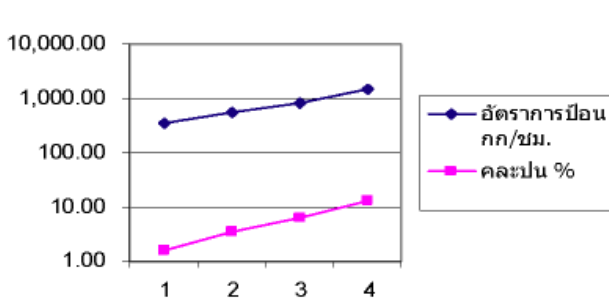
ทำการสร้างต้นแบบเพื่อใช้ในการทดสอบหาอัตราการป้อนที่มีความสัมพันธ์หรือความเหมาะสมของพื้นที่ตะแกรงคัดและความเร็วรอบ โดยมีอัตราการปนคละเกรดอยู่ภายใต้กฎเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

ตะแกรง คัดแยกขนาดเป็นตะแกรงเหล็กรูลม มีความหนา 1.00 มม. ม้วนขึ้นรูปเป็นทรงกระบอกวางซ้อนเป็นชั้นๆ ชั้นในสุดเป็นชั้นตะแกรงคัดเกรด AA ต่อมาเป็นชั้นตะแกรงคัดเกรด A ชั้นคัด เกรด B และชั้นคัดเกรด C ตามลำดับ รวม 4 ชั้น ระหว่างชั้นมีระยะห่างกัน 10 ซม. ยึดติดกับแขนและเพลาชับซึ่งขับเคลื่อนให้หมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า รูตะแกรงเป็นลายสลัก 60 °C มีความยาว 120 ซม. และมีพื้นที่เปิด 60% (Open Area 60%) (ตารางที่ 3)

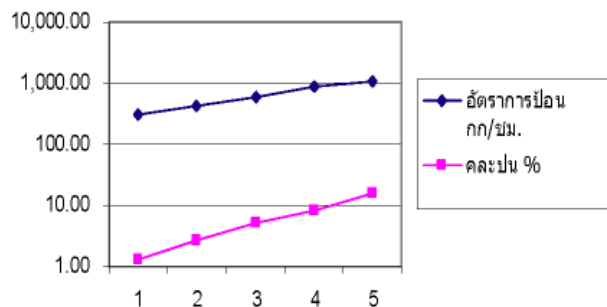
**ตารางที่ 3** รายละเอียดตะแกรงคัดขนาดผลลำไย ที่ความเร็วรอบ ตะแกรงคัด 12 รอบ/นาที

เครื่องคัด	ชั้นตะแกรง	เกรด	รูตะแกรงคัด (ซม.)	เส้นผ่าศูนย์กลางทรงกระบอกตะแกรงคัด (ซม.)	ความยาวทรงกระบอก (ซม.)	ความเร็วเชิงเส้น (ม./นาที)	พื้นที่ตะแกรงคัดแต่ละชั้น (ตร.ม.)
ลำไยสด	1 (ในสุด)	AA	2.70	37.70	120	14.21	1.45
	2	A	2.50	57.70	120	21.75	2.21
	3	B	2.20	77.70	120	29.29	2.98
	4	C	1.90	97.70	120	36.83	3.75
ลำไยอบแห้ง	1 (ในสุด)	AA	2.50	37.70	120	14.21	1.42
	2	A	2.20	57.70	120	21.75	2.21
	3	B	2.00	77.70	120	29.29	2.98
	4	C	1.80	97.70	120	36.83	3.75

แผนภูมิแสดงอัตราการคละปนของช่องเกรด AA ผลการทดสอบ เครื่องคัดแยกลำไยผลสด ที่ความเร็วรอบตะแกรงคัด 12 รอบ/นาที และพื้นที่ตะแกรงคัด เกรด AA 1.45 ตร.ม. อัตราการป้อนประมาณ 1,200. กก./ชม. เครื่องสามารถคัดแยกขนาดลำไยผลสด ได้เกรด AA A B และ C เรียงตามลำดับ ปรากฏว่ามีการคละปนหรือความคลาดเคลื่อนในแต่ละเกรดต่ำกว่ามาตรฐานกำหนด ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ



**ภาพที่ 9** แผนภูมิแสดงอัตราการคละปนของช่องเกรด AA เครื่องคัดแยกลำไยผลสด



**ภาพที่ 10** แผนภูมิแสดงอัตราการคละปนของช่องเกรด AA เครื่องคัดแยกลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

แผนภูมิแสดงอัตราการคละปนของช่องเกรด AA (ภาพที่ 10) ผลการทดสอบเครื่องคัดแยกลำไยอบแห้ง ทั้งเปลือกที่ความเร็วรอบตระแกรงคัด 12 รอบ/นาทีและพื้นที่ตระแกรงคัด เกรด AA 1.45 ตร.ม. อัตราการป้อน ประมาณ 900 กก./ชม. เครื่องสามารถคัดแยก ได้เกรด AA A B และ C เรียงตามลำดับ มีอัตราการคละปนและความคลาดเคลื่อนในแต่ละเกรดต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของผู้ประกอบการ

## สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

ได้ต้นแบบเครื่องอบแห้งลำไยแบบต่อเนื่องขนาดความสามารถอบผลลำไยสดได้ 1,000-1,900 กก. เครื่องอบแห้งแบบต่อเนื่องต้นแบบสามารถอบแห้งเนื้อลำไยในรถเข็นแต่ละคันที่มีความชื้นเริ่มต้น 80 % เหลือความชื้นสุดท้าย 13% โดยใช้อุณหภูมิอบแห้ง 80 °ซ ระยะเวลา 1.5 ชม. และ 70 °ซ ระยะเวลา 6 ชม. รวมใช้เวลาในการอบแห้งเนื้อลำไยทั้งหมด 7.5 ชม. โดยเนื้อลำไยอบแห้งที่ได้มีคุณภาพดี จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่ามีต้นทุนการใช้เครื่องหรือค่าใช้จ่ายในการอบแห้งเนื้อลำไย 225.84 บาท/กก.ลำไยอบแห้ง จุดคุ้มทุนการผลิตเนื้อลำไยอบแห้ง 7,046 กก./ปี ให้อัตราผลตอบแทนเงินทุน 62.82% ต่อปี และระยะเวลาคืนทุน 2 ปี เมื่อทำการผลิตเนื้อลำไยอบแห้ง 60 วัน/ปี ต้นทุนผลลำไยสดที่นำมาอบแห้งในฤดูการผลิตปัจจุบัน 15 บาท/กก. และราคาขายผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยอบแห้ง 250 บาท/กก.

ในงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งลำไยแบบชาวบ้าน ได้ทำการศึกษาพัฒนาปรับปรุงเครื่องอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบชาวบ้านที่ใช้อยู่เดิม ซึ่งมีปัญหาที่สำคัญหลายจุดด้วยกัน คือการกระจายลมร้อนไม่สม่ำเสมอทั่วถึง การสูญเสียความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อมมากเพราะไม่มีฉนวนกันความร้อนของผนังห้องอบที่ทำจากสังกะสี การใช้วัสดุสร้างไม่ได้มาตรฐานเท่าที่ควร ในการปรับปรุงแก้ไขในสภาพเดิมจึงมีข้อจำกัดทั้งเรื่องราคาและคุณภาพผลิตภัณฑ์ จึงได้ทำการพัฒนารูปแบบใหม่เพื่อเป็นตัวอย่างแนวทางให้เกษตรกรปรับใช้ โดยนำหลักการอบแห้งลำไยเนื้อสีทองที่มีประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์มาผสมผสานกับเครื่องอบแห้งแบบชาวบ้านที่ใช้เดิม ซึ่งได้เครื่องอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบอุโมงค์ ที่ใช้วัสดุในส่วนห้องอบแห้งราคาถูกลง ใช้ลมร้อนจากระบบแลกเปลี่ยนความร้อนจากเตาชีวมวล จนได้เครื่องอบแห้งลำไยเนื้อสีทองที่พัฒนาขึ้น

ความสามารถในการผลิตลำไยเนื้อสีทองอบแห้ง 120 กก./วัน ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่าราคาลำไยผลสดจะเป็นปัจจัยหลักในการกำหนดต้นทุนการผลิตลำไยอบแห้งเนื้อสีทองในการวิเคราะห์นี้คิดราคาลำไยผลสด 15 บาท/กก. ต้นทุนการผลิตลำไยเนื้อสีทองอบแห้งจะอยู่ที่ 203.49 บาท/กก.ลำไยอบแห้ง โดยต้นทุน จุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุน คิดจากราคาขายลำไยเนื้อสีทองอบแห้ง 250 บาท/กก. จุดคุ้มทุนอยู่ที่ลำไยอบแห้งเนื้อสีทอง 573.15 กก./ปี ระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 0.67 ปี หรือ ประมาณ 1 ฤดูกาล อัตราผลตอบแทนการลงทุน 148.83% ต่อปี

## ผลการทดลองการคัดแยกลำไยแห้งหลังการอบแห้ง

1. การคัดแยกขนาดลำไยเพื่อให้มีความคลาดเคลื่อนหรือส่วนคละปนของแต่ละเกรดน้อยกว่า 10% หรือภายใต้เกณฑ์มาตรฐานกำหนด ต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการป้อนกับความเร็วยรอบหรือพื้นที่ตระแกรงคัด
2. ข้อมูลสำหรับการกำหนดขนาดความสามารถของเครื่องคัดแยกขนาดลำไยก่อนและหลังการอบแห้งแบบตะแกรงคัด รูปทรงกระบอกวางซ้อนเป็นชั้นๆ

สำหรับตะแกรงคัดเกรด AA รูปทรงระบอก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 37.70 ซม.

ความเร็วรอบ ตะแกรงคัด (รอบ/นาที)	ความเร็วเชิงเส้น (ม./นาที) (ตร.ม.)	พื้นที่ตะแกรงคัด เกรด AA	คัลดำโยบแห้ง ทั้งเปลือก พื้นที่ตะแกรงคัด ชั้น AA (ตร.ม.) ต่ออัตราการป้อน (ตัน./ชม.)	คัลดำโยบผลสด พื้นที่ตะแกรงคัด ชั้น AA (ตร.ม.) ต่ออัตราการป้อน (ตัน./ชม.)
12	14.21	1.45	1.61	1.20

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

### กลุ่มเป้าหมาย

1. โรงงานกลุ่มเกษตรกรและวิสาหกิจสามารถนำไปใช้งานหรือผลิตเชิงพาณิชย์
2. ผู้ประกอบการที่มีการผลิตเนื้อลำโยบแห้งสีทอง
3. ผู้สนใจและผู้ที่เกี่ยวข้องทั่วไป

เครื่องมือและเทคโนโลยีที่ได้จากโครงการวิจัยชิ้นนี้ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลำโยบแห้งให้ได้คุณภาพที่ได้มาตรฐานและถูกสุขอนามัย และลดต้นทุนการผลิต ช่วยเพิ่มมูลค่าในการส่งออก แทนการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ลำโยบในรูปผลสดเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีประโยชน์ต้องเกษตรกรชาวสวนลำโยบ ผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์ลำโยบและผู้ผลิตลำโยบแปรรูปทั้งผลลำโยบสดและลำโยบเนื้ออบแห้ง

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคณะเจ้าหน้าที่กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมกรมวิชาการเกษตร สำหรับการสร้างและทดสอบเก็บข้อมูลเครื่องอบแห้งต้นแบบ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านศรีลาภรณ์ ต.ศรีเตี้ย อ.บ้านโฮ้ง จ.ลำพูน และกลุ่มแม่บ้านเกษตรบ้านปลายคลอง ต.ปลายคลอง อ.เมือง จ.จันทบุรี สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่ และความร่วมมือในการทดสอบเครื่องในพื้นที่จนทำให้งานศึกษาวิจัยสำเร็จลงด้วยดี

ขอขอบคุณวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเกษตรกรตำบลท่าก้อ อ.แม่สรวย จ.เชียงราย ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการสร้างต้นแบบ และทดสอบเก็บข้อมูล

## เอกสารอ้างอิง

- ชูศักดิ์ ชวประดิษฐ์, เวียง อากรซี และ สุภัทร หนูสวัสดิ์. 2541. เอกสารเผยแพร่เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร. จตุจักร กทม.
- ไมตรี แนวพนิช, ศรีวัย สิงหคเชนทร์, ยงยุทธ คงชำน และ สุภัทร หนูสวัสดิ์. 2536. รายงานผลเครื่องอบแห้งอเนกประสงค์แบบถาด. กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม. กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม.
- วิลเลียม ลีเอตี้. 2541. กระบวนการอบแห้งและการส่งออกลำไยอบแห้งของจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน. วิทยานิพนธ์ คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่.
- จักรารุณ นำปืด, ชีวินันท์ ชีอตระกูล, พศธร ทวีสุขและสถาพร จิตหัตถะ. 2540 การศึกษาแนวโน้มการผลิตและการส่งออกลำไยสดและลำไยอบแห้งของประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่.
- รัตนา อัดปัญญา. 2539 “การพัฒนาและการตรวจสอบคุณภาพลำไยอบแห้ง” คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่.