

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

ปี 2557

1. **ชุดโครงการวิจัย** วิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรสำหรับลำไย
2. **โครงการวิจัย** ทดสอบและพัฒนาเครื่องทอดสุญญากาศสำหรับเนื้อลำไย
3. **ชื่อการทดลอง** ทดสอบและพัฒนาเครื่องทอดสุญญากาศสำหรับเนื้อลำไย
Testing and Development on Vacuum Fryer for Longan Flesh
4. **คณะผู้ดำเนินงาน**
หัวหน้าการทดลอง นายชัยวัฒน์ เผ่าสันต์พัฒนาธิชัย ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่
ผู้ร่วมงาน นายสนอง อมฤกษ์¹, นายเกรียงศักดิ์ นักผูก¹, นายสถิตย์พงศ์ รัตนคำ¹,
นายธีรศักดิ์ โกเมฆ¹, นายสมเดช ไทยแท้¹, นายวิบูลย์ เทเพนทร์²
5. **บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบและพัฒนาปรับปรุงเครื่องทอดสุญญากาศต้นแบบของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมให้มีประสิทธิภาพสำหรับการทอดเนื้อลำไย เครื่องทอดสุญญากาศต้นแบบของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ประกอบด้วย 1) ถังทอดแบบปิดสนิทลักษณะทรงกระบอกตั้ง มีตะกร้าทอดทรงกระบอกวางแนวตั้งภายในและมีแกนหมุนปรับเร็วและช้าได้ ความสามารถในการทอด 5 กิโลกรัม/ ครั้ง มีการสลัดน้ำมันในถังทอด 2) ระบบให้ความร้อนกับน้ำมันทอด แบบผ่านตัวกลางเป็นน้ำมันถ่ายเทความร้อนโดยใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง 3) ถังพักและสำรองน้ำมันทอด 4) ระบบปั๊มหมุนเวียนน้ำมันทอดออกจากถังทอด 5) ระบบชุดดักไอน้ำและน้ำมันจากถังทอดก่อนเข้าปั๊มสุญญากาศ และ 6) เครื่องปั๊มสุญญากาศแบบ Mechanical Booster Pump หลังการปรับปรุงได้เครื่องทอดสุญญากาศแบบพัฒนา ติดตั้งชุดโซลินอยด์วาล์วคู่ใช้ควบคุมปริมาณการปล่อยแก๊สเป็นแบบสัดส่วนได้ ทำให้สะดวกและรวดเร็วในการควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันทอด ติดตั้งชุดปรับลดอุณหภูมิน้ำในถังของเครื่องหอหล่อเย็น (cooling tower) ที่หมุนเวียนน้ำไปแลกเปลี่ยนความร้อนกับชุดควบแน่นไอน้ำเดือด ทำให้การแลกเปลี่ยนความร้อนทำได้เร็วขึ้น ผลการทดสอบเบื้องต้นการทอดสุญญากาศเนื้อลำไยด้วยเครื่องทอดสุญญากาศของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลทุ่งนพรี อ.เขาสมิง จ.ตราด ได้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยทอดกรอบสุญญากาศ สีเหลืองทอง เนื้อแห้งกรอบ รสหวาน และไม่อมน้ำมัน และพบว่า เนื้อลำไยสดจำนวนเฉลี่ย 15.5 กิโลกรัม มีสภาวะการทอดเหมาะสมที่อุณหภูมิทอด 75 องศาเซลเซียส ใช้เวลาทอดเฉลี่ยที่ 40.7 นาที และสลัดน้ำมันที่ความเร็วประมาณ 1400 รอบ/นาที นาน 12 นาที โดยควบคุมระดับสุญญากาศที่ 760 มิลลิเมตรปรอท ได้ผลิตภัณฑ์หลังทอด จำนวนเฉลี่ย 2.5 กิโลกรัม คิดเป็นอัตราส่วนน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสด ได้เท่ากับ 1: 6 ขณะดำเนินการศึกษาทดสอบเครื่องทอดสุญญากาศแบบพัฒนา ได้

1 ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

2 กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว จ.ปทุมธานี

เกิดปัญหาอุปสรรคขึ้น คือ เกิดการชำรุดขัดข้องของวงจรชุดควบคุมความร้อน ทำให้ชุดโซลินอยด์วาล์วไม่ทำงาน ไม่สามารถควบคุมการเปิดและปิดแกสของหัวเตาเผาแกสหุงต้มได้ จึงต้องเสียเวลาหาช่างไฟฟ้าที่ชำนาญการ และรู้เทคนิคมาซ่อมแซมแก้ไขจนแล้วเสร็จ และอยู่ในระหว่างเตรียมดำเนินการทดสอบการทอดเนื้อลำไยด้วย เครื่องทอดสุญญากาศใหม่อีกครั้ง รวมทั้งวิเคราะห์ผลการทดสอบ และสรุปผลต่อไป คาดว่าจะเสร็จสิ้น ก่อน ปลายมีนาคม 2558

6. คำนำ

การนำเทคโนโลยีกระบวนการทอดในสภาวะสุญญากาศมาใช้ในการแปรรูปเนื้อลำไยให้เป็นผลิตภัณฑ์ลำไยทอดกรอบสุญญากาศเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม มีข้อดีที่ในระบบมีออกซิเจนอยู่น้อยมาก ทำให้น้ำมันพืชเกิดการออกซิเดชันที่ต่ำ และการให้ความร้อนในน้ำมันพืชที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 °C ก็สามารถทำการทอดทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์เกิดการเดือดระเหยได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งคุณภาพของน้ำมันทอดไม่เกิดการเสียหาย จะมีอายุการใช้งานทอดซ้ำได้นานกว่าการทอดแบบทั่วไปในสภาวะบรรยากาศปกติ ผลิตภัณฑ์ลำไยทอดกรอบสุญญากาศจึงมีคุณภาพด้านกลิ่น สี และรสชาติหวานใกล้เคียงกับธรรมชาติเดิมได้ค่อนข้างดี เนื่องจากผลิตภัณฑ์ลำไยแปรรูปชนิดใหม่นี้สามารถเก็บไว้รอการจำหน่ายนอกฤดูกาลได้ มีอายุการเก็บรักษาไว้ได้นาน และมีคุณภาพใกล้เคียงธรรมชาติเดิมได้ค่อนข้างดี ทำให้ลำไยที่ผ่านการแปรรูปนั้นมีมูลค่าสูงขึ้นทำให้ผู้ประกอบการมีรายได้เพิ่มสูงขึ้น

การศึกษาวิจัยข้อมูลในกระบวนการทอดเนื้อลำไยแบบสุญญากาศในประเทศยังไม่ปรากฏแพร่หลายในเอกสารเผยแพร่ มีแต่การนำเข้าเครื่องทอดสุญญากาศจากต่างประเทศมาใช้งานซึ่งมีราคาที่สูงมากและมีผู้พยายามสร้างเครื่องทอดสุญญากาศขึ้นมาใช้เองในประเทศ แต่มีปัญหาขาดประสบการณ์ความรู้ทางด้านวิชาการและความเข้าใจในขบวนการที่ถูกต้อง ทำให้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ลำไยทอดกรอบสุญญากาศที่ได้มีปัญหาด้านคุณภาพกลิ่นและสีที่ไม่สม่ำเสมอ และปัญหาเนื้อลำไยเกิดการติดแน่นกับผิวของภาชนะตะกร้าทอดที่สัมผัสเนื้อลำไย รวมทั้งมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

ปัจจุบันการปฏิบัติงานด้านเครื่องจักรกลการแปรรูปมีบทบาทมากขึ้น และจะเป็นรากฐานที่สำคัญของอุตสาหกรรมเกษตรในท้องถิ่น แต่เกษตรกรยังขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในการใช้อุปกรณ์และเครื่องจักรกลการแปรรูป อีกทั้งยังไม่มีเครื่องจักรกลแปรรูปสำหรับลำไยที่เหมาะสมใช้ในการแปรรูปลำไยให้มีคุณภาพและมีปริมาณมากเพียงพอสำหรับเป็นธุรกิจขนาดเล็กได้ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการศึกษาพัฒนาเครื่องทอดสุญญากาศต้นแบบสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมเพื่อใช้สำหรับการทอดเนื้อลำไย โดยทำการทดสอบและพัฒนาเครื่องทอดสุญญากาศสำหรับเนื้อลำไย เพื่อให้ได้รูปแบบเครื่องทอดสุญญากาศที่มีประสิทธิภาพสามารถผลิตเนื้อลำไยทอดกรอบสุญญากาศที่มีคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของตลาด รวมทั้งสนับสนุนการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่มีการฝึกปฏิบัติจริงให้แก่กลุ่มเกษตรกรและผู้ประกอบการที่สนใจ ต้องการผลิตเนื้อลำไยทอดกรอบสุญญากาศได้เองในท้องถิ่น

7. วิธีดำเนินการ

วิธีการดำเนินการวิจัย มีดังนี้ คือ

- 1) ศึกษาสำรวจข้อมูลการทอดเนื้อลำไยด้วยเครื่องทอดสุญญากาศที่มีใช้อยู่ทั่วไป วิเคราะห์จำแนกกรรมวิธีการทอดที่ดีที่สุด มีประสิทธิภาพและเหมาะสมเชิงพาณิชย์ โดยเก็บข้อมูลการใช้งานเครื่องทอดสุญญากาศและสภาพปัญหาการใช้งาน ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลทุ่งนนทรี อ.เขาสมิง จ.ตราด เพื่อนำข้อมูลเบื้องต้นที่ได้ มาวิเคราะห์พัฒนาและปรับปรุง

เครื่องทอดสุญญากาศต้นแบบของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ให้มีประสิทธิภาพและสะดวกรวดเร็วขึ้น

- 2) ศึกษาออกแบบพัฒนาเครื่องทอดสุญญากาศสำหรับเนื้อลำไย โดยแก้ไขและปรับปรุงเครื่องต้นแบบของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ให้มีประสิทธิภาพสำหรับการทอดเนื้อลำไย ได้แก่ การปรับปรุงพัฒนาชุดควบคุมความร้อนและการหมุนเวียนน้ำมันทอด การปรับปรุงพัฒนาชุดควบคุมแรงดันไอเดือด แล้วศึกษาการใช้งานเบื้องต้น พิจารณาแก้ไขปรับปรุงจุดบกพร่องให้สามารถใช้งานสำหรับการทอดเนื้อลำไยได้ตามต้องการ
- 3) ศึกษาทดสอบการทอดสุญญากาศเนื้อลำไย โดยทดสอบเก็บข้อมูลการทอดเนื้อลำไยในสภาวะสุญญากาศ ที่ระดับสุญญากาศไม่น้อยกว่า 700 มิลลิเมตรปรอท ศึกษากรรมวิธีการควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการทอดเนื้อลำไยแบบสภาวะสุญญากาศ เพื่อหาสภาวะการทอดที่เหมาะสม ได้แก่ ที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 80 °C , 85 °C, และ 90 °C และที่ระยะเวลาทอด 3 ระดับ คือ 30 นาที, 40 นาที, และ 50 นาที
- 4) วิเคราะห์ผลการทดสอบและสรุปผล

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาที่ดำเนินการ ปีเริ่มต้น 2556 ปีสิ้นสุด 2557

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1.1 ผลศึกษารูปแบบและการทดสอบเบื้องต้นในการทอดเนื้อลำไยด้วยเครื่องทอดสุญญากาศ

จากการศึกษาสำรวจรูปแบบเครื่องทอดสุญญากาศที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ได้ข้อมูลรูปแบบเครื่องทอดสุญญากาศและสภาพปัญหาจากผู้ประกอบการ ใน จ.ตราด และ จ.จันทบุรี ดังแสดงในตารางที่ 1.1-1

ตารางที่ 1.1-1 แสดงข้อมูลรูปแบบเครื่องทอดสุญญากาศของผู้ประกอบการใน จ.ตราด และ จ.จันทบุรี

| ลำดับที่ | ผู้ประกอบการ | อุณหภูมิทอด | สไลด์น้ำมันทอด | ตักน้ำมันและไอน้ำ | กำลังการผลิต | ราคาเครื่อง |
|----------|---|-----------------------------------|--------------------------|-------------------|---------------|-------------|
| 1 | กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ต.ทุ่งนนทรี อ.เขาสมิง จ.ตราด | ใช้น้ำมันเดือดจากหม้อต้มแรงดันสูง | มีในเครื่อง | มี | 20 ก.ก./ครั้ง | 5 ล้านบาท |
| 2 | กลุ่มแม่บ้านเกษตรกร อ.โป่งแรด จ.จันทบุรี | ใช้ก๊าซหุงต้ม | มีในเครื่อง | มี | 50 ก.ก./ครั้ง | 1.4 ล้านบาท |
| 3 | บริษัทจำปาลผลไม้แปรรูป อ.เมือง จ.จันทบุรี | ใช้ก๊าซหุงต้ม | ไม่มี ต้องไปสไลด์ข้างนอก | ไม่มี | 20 ก.ก./ครั้ง | 7 แสน |
| 4 | กลุ่มสตรีอาสาพัฒนา ต.ท่าช้าง อ.เมือง จ.จันทบุรี | ใช้ก๊าซหุงต้ม | ไม่มี ต้องไปสไลด์ข้างนอก | ไม่มี | 10 ก.ก./ครั้ง | 3 แสน |

จากการทดสอบเบื้องต้นในการทอดเนื้อลำไยด้วยเครื่องทอดสุญญากาศ ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลทุ่งนนทรี อ.เขาสมิง จ.ตราด ดังแสดงในตารางที่ 1.1-2 และได้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ดังแสดงในภาพที่ 1.1-1

- 1) นำเนื้อลำไยสดที่ได้แช่แข็งแล้ว มาทดสอบการทอด โดยใช้น้ำมันพืชประมาณ 145 ลิตร ควบคุมระดับสุญญากาศที่ 760 มิลลิเมตรปรอท และอุณหภูมิน้ำมันทอดที่ 75 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องทอดสุญญากาศดังกล่าว
- 2) ใช้เวลาในการทอดเฉลี่ย 40.7 นาที และสัตน้ำมันทอดด้วยความเร็วประมาณ 1400 รอบ/นาที เป็นเวลา 12 นาที
- 3) ได้ผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยทอดสุญญากาศ คิดเป็นสัดส่วนของเนื้อแห้งต่อเนื้อสด โดยน้ำหนัก ได้เท่ากับ 1 : 6 มีคุณภาพสีเหลืองทอง เนื้อแห้งกรอบ รสหวาน และไม่อมน้ำมัน



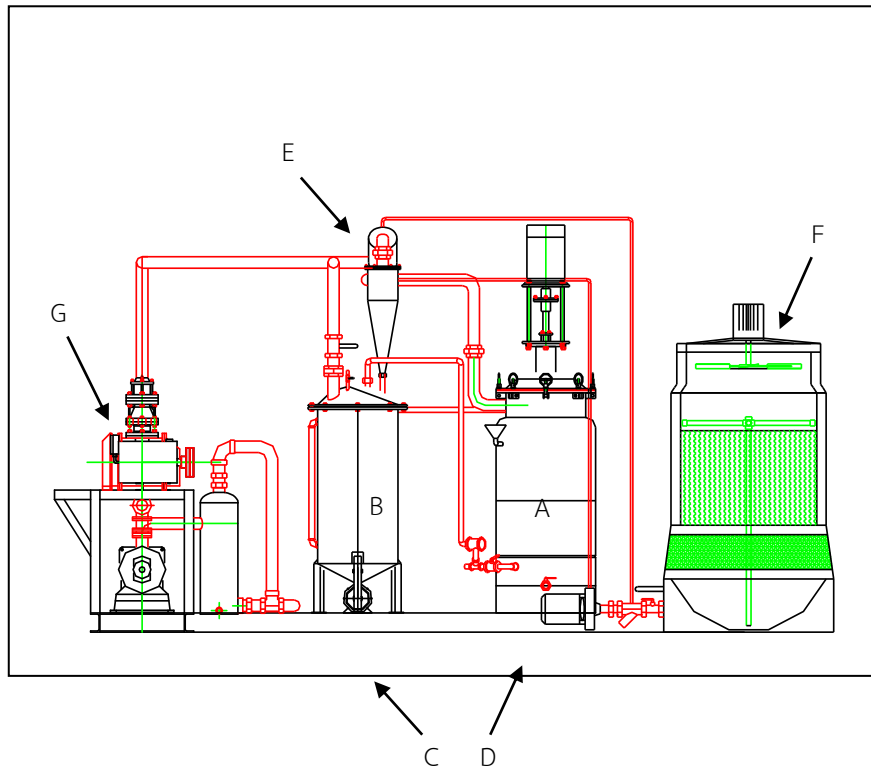
ภาพที่ 1.1-1 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยทอดกรอบสุญญากาศ จากผลทดสอบเบื้องต้น

ตารางที่ 1.1-2 แสดงข้อมูลผลทดสอบเบื้องต้นในการทอดเนื้อลำไยด้วยเครื่องทอดสุญญากาศ ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลทุ่งนนทรี อ.เขาสมิง จ.ตราด

| ครั้งที่ | น.น.สดเริ่มต้น | น.น.แห้งสุดท้าย | น.น.แห้ง : น.น.สด | ใช้เวลาการทอด | ใช้เวลาการสัตน |
|----------|----------------|-----------------|-------------------|---------------|----------------|
| 1 | 13.5 ก.ก. | 2.2 ก.ก. | 1 : 6 | 38 นาที | 12 นาที |
| 2 | 14.5 ก.ก. | 2.2 ก.ก. | 1 : 7 | 38 นาที | 12 นาที |
| 3 | 18.5 ก.ก. | 3.0 ก.ก. | 1 : 6 | 46 นาที | 12 นาที |
| เฉลี่ย | 15.5 ก.ก. | 2.5 ก.ก. | 1 : 6 | 40.7 นาที | 12 นาที |

1.2 ผลศึกษาออกแบบพัฒนาเครื่องทอดสุญญากาศสำหรับเนื้อลำไย

เครื่องทอดสุญญากาศต้นแบบของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ดังแสดงในภาพที่ 1.2-1 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ



ภาพที่ 1.2-1 แสดงส่วนประกอบเครื่องทดสอบเครื่องยนต์แบบสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

1) ถังทอด (A)

- เป็นถังทอด แบบถังชนิด 3 ชั้น วัสดุเป็นสแตนเลส ความจุประมาณ 100 ลิตร ขนาดภายใน มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 525 มิลลิเมตร สูง 890 มิลลิเมตร หนา 3 มิลลิเมตร ผนังชั้นแรกหล่อด้วยน้ำมันเก็บถ่ายความร้อน ผนังชั้นที่ 2 หุ้มด้วยฉนวนใยแก้วกันความร้อน
- มีตะกร้าทอด วัสดุเป็นสแตนเลส มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 350 มิลลิเมตร สูง 250 มิลลิเมตร ผนังเป็นรูตะแกรง ขนาด 3 มิลลิเมตร ติดตั้งภายในถังทอด ใช้หมุนเหวี่ยงสลัดน้ำมันได้
- มีต้นกำลังมอเตอร์ไฟฟ้าแบบ 380 โวลต์ ขนาด 2 แรงม้า ใช้ขับเคลื่อนของตะกร้าทอดในถังทอด

2) ถังพักน้ำมันทอด (B)

- เป็นถังเก็บและสำรองน้ำมันทอด แบบถังชนิดชั้นเดียว วัสดุเป็นสแตนเลส ความจุประมาณ 100 ลิตร ขนาดภายใน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 525 มิลลิเมตร สูง 890 มิลลิเมตร หนา 3 มิลลิเมตร ใช้เก็บพักและหมุนเวียนน้ำมันทอดจากถังทอด

3) ระบบปั๊มหมุนเวียนน้ำมันทอด (C)

- เป็นปั๊มหมุนเวียนน้ำมันทอด แบบ 380 โวลต์ ขนาด 1 แรงม้า อัตราไหล 5 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง สำหรับส่งน้ำมันทอดจากถังพักไปเข้าถังทอด
- มีท่อเดินน้ำมันทอด วัสดุเป็นสแตนเลส มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ใช้หมุนเวียนน้ำมันทอดระหว่างถังทอดและถังพักน้ำมันทอด โดยให้ไหลผ่านชุดกรองแยกเศษผลิตผล ก่อนเข้าสู่ถังพัก

4) ระบบให้ความร้อนกับน้ำมันทอด (D)

- เป็นหัวเตาเผาเชื้อเพลิงแก๊สหุงต้ม สำหรับให้ความร้อน ผ่านกั้นถังทอดและผ่านสู่อั้วกลางซึ่งเป็นน้ำมันเก็บถ่ายความร้อนสูง แล้วถ่ายเทความร้อนสู่น้ำมันทอด
- มีถังบรรจุแก๊สหุงต้ม และอุปกรณ์วาล์วควบคุมความดัน
- มีหัววัดและควบคุมอุณหภูมิน้ำมันทอด ชนิดเทอร์โมคัปเปิ้ลแบบเค โดยการวัดและควบคุมระดับอุณหภูมิความร้อนของน้ำมันทอดตามที่ต้องการ
- มีชุดสวิทช์เทอร์โมสแตทและโซลินอยด์วาล์ว ควบคุมการเปิด-ปิดของโซลินอยด์วาล์วซึ่งจ่ายการไหลของแก๊สผ่านท่อสู่อั้วเตาเผา โดยใช้โซลินอยด์วาล์วเปิดปิดแก๊ส

5) ระบบชุดควบแน่นไอเดือดของอากาศ (E และ F)

5.1 อุปกรณ์ควบแน่นไอเดือด (E)

- เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน วัสดุเป็นสแตนเลส มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร ยาว 500 มิลลิเมตร สำหรับดักไอน้ำและน้ำมันของอากาศที่ออกมาจากถังทอด โดยมีน้ำเย็นจากเครื่องลดอุณหภูมิน้ำมาหมุนเวียนแลกเปลี่ยนความร้อน
- มีท่อเดินอากาศ วัสดุเป็นสแตนเลส มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ใช้ดูดอากาศออกจากถังทอดและถังพัก เข้าสู่เครื่องปั๊มสุญญากาศโดยให้ไหลผ่านอุปกรณ์ควบแน่นไอเดือดก่อนเข้าเครื่องปั๊มสุญญากาศ

5.2 เครื่องหอหล่อเย็น - Cooling tower (F)

- เป็นเครื่องลดอุณหภูมิ น้ำ ขนาด 5 ตัน สำหรับระบายความร้อนจากน้ำ
- มีพัดลมไฟฟ้าแบบ 380 โวลท์ ขนาด 1/6 แรงม้า ใช้เป่าลดอุณหภูมิ น้ำให้เย็นลง
- มีปั๊มหมุนเวียนน้ำ แบบ 380 โวลท์ ขนาด 1 แรงม้า อัตราไหล 100 ลิตร/ นาที ใช้ส่งน้ำเย็นหมุนเวียนระหว่างเครื่องลดอุณหภูมิ น้ำและอุปกรณ์ควบแน่นไอเดือด
- มีท่อเดินน้ำเย็น วัสดุเป็นท่อพลาสติก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ใช้หมุนเวียนน้ำเย็นระหว่างเครื่องลดอุณหภูมิ น้ำและอุปกรณ์ควบแน่นไอเดือด

6) เครื่องปั๊มสุญญากาศ แบบ Mechanical Booster Pump (G)

- เป็นเครื่องปั๊มสุญญากาศ ระบบการปั๊มแบบผสม โดยมีการทำงาน 2 ขั้นตอน ซึ่งให้ประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับแต่ละช่วงของความดัน ขั้นตอนแรกเป็นขั้นตอนยกความดัน โดยปั๊มตัวแรก (ตัวล่าง) จะเพิ่มความดันสุญญากาศจนถึงระดับที่ยอมรับประมาณ 680 มิลลิเมตรปรอท และปั๊มตัวที่สอง (ตัวบน) ในขั้นตอนสุดท้าย จะเป็นการปั๊มหนุน (backing pump) ทำให้ความดันสุญญากาศลงลึกถึงระดับสูงสุดได้ 759.2 มิลลิเมตรปรอท (0.8 ทอร์)
- ปั๊มตัวแรก ใช้ไฟฟ้าแบบ 380 โวลท์ ขนาด 5 แรงม้า
- ปั๊มตัวที่สอง ใช้ไฟฟ้าแบบ 380 โวลท์ ขนาด 3 แรงม้า
- มีความสามารถดูดอากาศได้อย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ประมาณ 5.7 ลูกบาศก์เมตร/ นาที

1.3 ผลพิจารณาแนวทางการควบคุมความร้อนและการหมุนเวียนน้ำมันทอด

- จากปัญหาการควบคุมปริมาณความร้อนของหัวเตาเผาแกสหุงต้ม (LPG) ที่กั้นถึงทอด จะถูกควบคุมด้วยค่าปริมาณแกสคงที่ โดยการปิดและเปิดด้วยโซลินอยด์วาล์วเพียงตัวเดียว

- ข้อดีของการใช้โซลินอยด์วาล์วคู่ จะสามารถใช้ควบคุมค่าปริมาณแกสให้ปล่อยออกเป็นแบบสัดส่วนได้ ทำให้สะดวกและรวดเร็วในการควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันทอด

ดังนั้นการพัฒนาปรับปรุงเครื่องทอดสุญญากาศต้นแบบ จึงได้ทำการปรับปรุงพัฒนาชุดควบคุมความร้อนและการหมุนเวียนน้ำมันทอด ดังแสดงในภาพที่ 1.3-1



ภาพที่ 1.3-1 แสดงการปรับปรุงชุดควบคุมความร้อนและการหมุนเวียนน้ำมันทอด

1.4 ผลพิจารณาแนวทางปรับปรุงชุดควบแน่นไอเดือด

- จากปัญหาการส่งน้ำเย็นจากเครื่องหอหล่อเย็น (cooling tower) มาหมุนเวียนแลกเปลี่ยนความร้อนได้ช้า โดยการปล่อยไหลผ่านแต่ละส่วนของชุดควบแน่นไอเดือดแบบเป็นลำดับ

- ข้อดีของการส่งน้ำเย็นแบบคู่ขนานเข้าสู่ทั้งสองส่วนของชุดควบแน่นไอเดือด ทำให้การแลกเปลี่ยนความร้อนทำได้สะดวกและเร็วขึ้น

- ข้อดีของปรับลดอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องหอหล่อเย็น (cooling tower) เพื่อใช้หมุนเวียนแลกเปลี่ยนความร้อนของชุดควบแน่นไอเดือด ทำให้การแลกเปลี่ยนความร้อนทำได้เร็วขึ้น

ดังนั้นการพัฒนาปรับปรุงเครื่องทอดสุญญากาศต้นแบบ จึงได้ทำการปรับปรุงพัฒนาชุดควบแน่นไอเดือด ดังแสดงในภาพที่ 1.4-1



ภาพที่ 1.4-1 แสดงการปรับปรุงชุดควบแน่นไอเดือด

1.5 ผลการศึกษาทดสอบการทอดเนื้อลำไยด้วยเครื่องทอดสุญญากาศแบบพัฒนา

เนื่องจากในปี 2556 ที่ผ่านมามีปัญหาอุปสรรคต่างๆ และงบประมาณการเหลืออยู่อย่างจำกัดไม่เพียงพอ จึงมาเริ่มดำเนินการสร้างต้นแบบเสร็จสิ้นได้ในปี 2557 นี้ ขณะดำเนินการศึกษาทดสอบเครื่องทอดสุญญากาศแบบพัฒนา ได้เกิดปัญหาอุปสรรคขึ้นใหม่อีก คือ เกิดการชำรุดขัดข้องของวงจรชุดควบคุมความร้อน ทำให้ชุดโซลินอยด์วาล์วไม่ทำงาน ไม่สามารถควบคุมการเปิดและปิดแกสของหัวเตาเผาแกสหุงต้มได้ จึงต้องเสียเวลาหาช่างไฟฟ้าที่ชำนาญการและรู้เทคนิคมาซ่อมแซมแก้ไขจนแล้วเสร็จ และอยู่ในระหว่างเตรียมดำเนินการทดสอบการทอดเนื้อลำไยด้วยเครื่องทอดสุญญากาศใหม่อีกครั้ง รวมทั้งวิเคราะห์ผลการทดสอบ และสรุปผลต่อไป คาดว่าจะเสร็จสิ้น ก่อนปลายมีนาคม 2558

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบเบื้องต้นการทอดสุญญากาศเนื้อลำไยด้วยเครื่องทอดสุญญากาศของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลทุ่งนนทรี อ.เขาสมิง จ.ตราด ทำให้ได้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยทอดกรอบสุญญากาศ สีเหลืองทอง เนื้อแห้งกรอบ รสหวาน และไม่อมน้ำมัน และมีแนวโน้มจะสามารถทำได้ด้วยเครื่องทอดสุญญากาศแบบพัฒนา เมื่อได้ดำเนินการทดสอบการทอดเนื้อลำไยด้วยเครื่องทอดสุญญากาศใหม่อีกครั้ง

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- ควรทำการทดสอบและพัฒนาต่อเพื่อแก้ไขปรับปรุงต้นแบบให้เหมาะสมต่อไป โดยให้เกษตรกรนำต้นแบบนี้ไปใช้งานปฏิบัติจริงระยะยาว เพื่อหาข้อมูลการยอมรับและความพึงพอใจ และคาดว่าจะมีการนำไปใช้ประโยชน์ในปี 2558

- กลุ่มเป้าหมายคือ กลุ่มเกษตรกรและกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตลำไยแปรรูป จังหวัดเชียงใหม่หรือจังหวัดลำพูน อย่างน้อยจำนวน 1 ราย

11. เอกสารอ้างอิง

โกศิษฐ์ ลักโนปกรณ์, 2547 การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรด้วยเทคโนโลยีสุญญากาศ วารสารเกษตรแปรรูป ปีที่ 2 ฉบับที่ 26 หน้า 82-84.

ชัยวัฒน์ เผ่าสันต์พาณิชย์ วิบูลย์ เทเพนทร์ เวียง อารักษ์ พุทธินันท์ จารุวัฒน์, 2551. ออกแบบพัฒนาเครื่องทอดสุญญากาศ(สำหรับทุเรียน). รายงานผลการวิจัยประจำปี2551 สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร

ณัฐชา เปี่ยมคล้า และ เซาว์ อินทร์ประสิทธิ์, 2546. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการทอดทุเรียนสุกด้วยเครื่องทอดสุญญากาศ. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 4 ระหว่างวันที่ 13-14 มีนาคม 2546 ณ ศูนย์โสมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ:607-615

นรินาม, 2553. “สศก.ชี้การส่งออกลำไยมีแนวโน้มสดใส แม้ผลผลิตปีนี้จะลดลง” ข่าวที่ 129/2553 ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=8841&filename=index

สุวรรณ หาญวิริยะพันธุ์, 2551. “การผลิตลำไยนอกฤดู เพื่อการส่งออก.” เอกสารวิชาการ. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร