



รายงานชุดโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับลิ้นจี่

Research and Development of Machinery for Litchi

ชื่อหัวหน้าชุดโครงการวิจัย

นายสนอง อมฤกษ์

Mr.Sanong Amaroek

ปี พ.ศ. 2559



รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับลิ้นจี่

Research and Development of Machinery for Litchi

ชื่อหัวหน้าชุดโครงการวิจัย

นายสนอง อมฤกษ์

Mr.Sanong Amaroek

ปี พ.ศ. 2559

คำปรารภ

ชุดโครงการเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับลีนจีนี้ เริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี 2558 มีโครงการวิจัยจำนวน 2 โครงการ เริ่มดำเนินการพร้อมกัน ใช้เวลาในการดำเนินการ 2 ปี สิ้นสุดทั้งสองโครงการในปี 2559 โครงการนี้มีวัตถุประสงค์ ทางเลือกให้เกษตรกรที่ปลูกลีนจีได้แปรรูป เนื่องจากลีนจีเมื่อผลผลิตออกสู่ตลาด ออกในช่วงเวลาสั้นๆ ออกในปริมาณมาก ทำให้จำหน่ายในรูปผลสดไม่ทัน ส่งผลให้ราคาลีนจีต่ำ การนำเครื่องมือมาช่วยในการแปรรูป จะช่วยให้เกษตรกรแปรรูปลีนจีได้ปริมาณมากขึ้น ซึ่งศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ได้ดำเนินการวิจัยเครื่องมือคว้านเมล็ดและเครื่องมืออบแห้งเนื้อลีนจี จนเสร็จสิ้น เพื่อเป็นทางเลือกให้เกษตรกรเมื่อต้องการใช้เทคโนโลยีนี้ต่อไป

(นายสนอง อมฤกษ์)

หัวหน้าชุดโครงการวิจัยและพัฒนา

เครื่องจักรกลเกษตรสำหรับลีนจี

สารบัญ	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	5
ผู้วิจัย	6
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	7
บทนำ.....	8
บทที่ 1. วิจัยและพัฒนาเครื่องมือคว้านเมล็ดลิ้นจี่.....	9
บทที่ 2. การทดสอบและพัฒนาเครื่องอบผลไม้สำหรับอบแห้งเนื้อลิ้นจี่ และผลไม้ตามฤดูกาล.....	27
บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	49
บรรณานุกรม.....	50

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรกรบ้านสันกอตาล ต.สันติสุข อ.พาน จ.เชียงรายกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านต้นผึ้ง ต.เหมืองง่า อ.เมือง จ.ลำพูน ที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมทุกท่าน ที่ช่วยให้งานนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่จากกองวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว กรมวิชาการเกษตร ที่ให้ความร่วมมือและตรวจสอบคุณภาพเนื้อลีนจ๊อบแห้ง

ผู้วิจัย

นายสนอง อมฤกษ์

นายธีรศักดิ์ โกเมฆ

Sanong Amaroek

Threerasak Komake

ประพัฒน์ ทองจันทร์

จารุวรรณ รัตนสกุลธรรม

Prapat Thongjan

Charuwan Rattanasakultham

นายชัยวัฒน์ เผ่าสันทัตพาณิชย์

นายเกรียงศักดิ์ นักผูก

Chaiwat Phaosanthadpanich

Kiangsak Nukpook

มานพ คันทามารัตน์

Manop Kantamarat

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ชม	=	ชั่วโมง
กก	=	กิโลกรัม
Vac	=	Vacuum
Pp	=	Polypropylene
°Brix	=	ค่าความหวาน(องศาบริกซ์)
Kw	=	Kilowatt

บทนำ

ลิ้นจี่ชื่อวิทยาศาสตร์ *Litchi chinensis* Sonn. ลิ้นจี่ ภาษาอังกฤษจะใช้คำว่า **Lychee** ลักษณะลิ้นจี่เป็นผลไม้ที่มีเปลือกสีแดงจัดอยู่ในวงศ์เดียวกับลำไยและเงาะ มีต้นกำเนิดในประเทศจีนตอนใต้และมีการปลูกแพร่หลายในประเทศไทยแถบภาคเหนือตอนบน เช่น จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย พะเยา และน่าน นอกจากนี้ยังมีปลูกในประเทศเวียดนาม ญี่ปุ่นอินเดียตอนเหนือ บังคลาเทศ อเมริกาใต้และสหรัฐอเมริกา โดยสายพันธุ์ของลิ้นจี่นั้นมีอยู่หลากหลาย แต่ที่เป็นที่นิยมก็ได้แก่สายพันธุ์จักรพรรดิ กิมเจ็ง โอวเฮียะและฮงฮวย เป็นต้นลิ้นจี่เป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยข้อมูลพื้นที่ปลูก ปี 2557 ประมาณ 112,891 ไร่ ผลผลิตประมาณ 59,199 ตันแหล่งผลิตสำคัญคือภาคเหนือตอนบนได้แก่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และพะเยา คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 73 ของพื้นที่ปลูกทั่วประเทศ แหล่งผลิตในภาคกลางได้แก่จังหวัดสมุทรสาคร และ จันทบุรี ซึ่งมีพื้นที่ปลูกรวม 14,123 ไร่ ลิ้นจี่เป็นไม้ผลที่ให้ผลตามฤดูกาลเท่านั้น และยังมีเทคโนโลยีในการควบคุมการออกดอก ลิ้นจี่ต้องการความหนาวเย็นชักรุ่นให้ดอกออกซึ่งแตกต่างกันตามพันธุ์ ลิ้นจี่ที่ปลูกในภาคกลางออกดอกและเก็บเกี่ยวผลผลิตตั้งแต่ต้นเดือนเมษายน ซึ่งก่อนลิ้นจี่ที่ปลูกในภาคเหนือที่เก็บเกี่ยวผลผลิตตั้งแต่ต้นเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป แต่ตอนกลางเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไปก็จะตรงกับผลผลิตของจีนออกสู่ตลาดเช่นกัน ทำให้ไม่สามารถส่งออกไปจีนได้และราคาตกต่ำ หากจัดการศัตรูพืชไม่ดีก็ทำให้ผลผลิตจะเสียหายเนื่องจากหนอนเจาะขี้ผล และอาการผิวเปลือกแห้ง การที่ลิ้นจี่มีอายุการวางจำหน่ายและอายุการเก็บรักษาสั้นก็เป็นข้อจำกัดในการกระจายผลผลิตออกสู่ตลาดรวมทั้งการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มีน้อย จึงไม่เพียงพอที่จะรองรับผลผลิตที่มากเกินไปความต้องการของตลาดผลสดได้การแปรรูปลิ้นจี่ด้วยการอบแห้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความจำเป็น เนื่องจากเมื่อผลลิ้นจี่สดในฤดูออกมามากราคาจะตกลง การขายผลสดทำได้ยากขึ้น ผลสดเสื่อมสภาพเร็ว การแปรรูปด้วยการอบแห้งจึงมีความสำคัญในการเก็บรักษาและเพิ่มมูลค่าลิ้นจี่ที่นิยมแปรรูปด้วยการอบแห้งคือพันธุ์ “ฮงฮวย” ซึ่งเป็นพันธุ์เบา ผลดก

ดังนั้นแนวทางการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิตลิ้นจี่ให้มีคุณภาพ โดยการพัฒนาเครื่องมือคว้านเนื้อลิ้นจี่ และเครื่องอบแห้งเนื้อลิ้นจี่ให้มีประสิทธิภาพ สามารถที่จะแปรรูปเนื้อลิ้นจี่อบแห้งนำไปสู่การเพิ่มมูลค่าและยืดอายุการจำหน่ายลิ้นจี่ได้ โดยมีกลุ่มแปรรูปลิ้นจี่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน นำเครื่องต้นแบบไปทดสอบการใช้งานระยะยาว

บทที่ 1**วิจัยและพัฒนาเครื่องมือคว้านเมล็ดลิ้นจี่****Research and Development on Lychee Seed Removal Machine**

นายธีรศักดิ์ โกเมฆ นายสนอง อมฤกษ์

Threerasak Komake Sanong Amaroek

นายชัยวัฒน์ เผ่าสันทัตพาณิชย์ นายเกรียงศักดิ์ นักผูก

Chaiwat Phaosanthadpanich Kiangsak Nukpook

คำสำคัญ: ลิ้นจี่, เครื่องคว้าน

Keywords: Lychee, Seed Removal Machine

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องคว้านเมล็ดลึนจีขนาดเล็ก สามารถใช้ในการคว้านลึนจีทดแทนแรงงานได้ มีแบบใช้แรงคนมีขนาด(กxยxส) 36x150x96 มม.และแบบใช้แรงคนร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้า ตัวเครื่องมีขนาด(กxยxส) 380x450x1,100 มม. โดยแบบใช้แรงคน ตัวเครื่องทำจากสแตนเลส TP304ติดตั้งหัวคว้าน เส้นผ่านศูนย์กลาง 21.5 มิลลิเมตร รูคว้าน 3 ขนาด คือ 14 15 และ 16 มิลลิเมตร พร้อมแกนขนาด 3 มม.สำหรับปักและดึงเมล็ดออกมา ทดสอบกับลึนจี 3 พันธุ์ คือ ฮงฮวย กิมเจง และ จักรพรรดิ การทดลองละ 100 กิโลกรัม จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์หาอัตราการทำงาน (กิโลกรัม/ชม.)และอัตราการสูญเสียเนื้อลึนจี(%) พบว่าเครื่องทั้ง 2 แบบ อัตราทำงานเฉลี่ยเมื่อใช้กับพันธุ์กิมเจงน้อยที่สุด ตามด้วยพันธุ์ฮงฮวย และสูงสุด เมื่อใช้กับพันธุ์จักรพรรดิ โดยเครื่องคว้านแบบใช้แรงคนมีอัตราการทำงาน เฉลี่ย สูงสุด 30.74 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการสูญเสียร้อยละ 8.51 และเครื่องคว้านแบบใช้แรงคนร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้ามีอัตราการทำงาน เฉลี่ย สูงสุด 42.65 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการสูญเสียร้อยละ 7.36 ซึ่งเครื่องทั้ง 2 แบบสามารถนำไปทำงานทดแทนแรงงานคนระดับที่มีความชำนาญได้

Abstracts

The research aims to develop lychee's seed removal machine. There are two types of lychee's seed removal machine development. Of that is manual type which 360 mm width, 150 mm length and 96 mm height. The other is motored type, which 380 mm width, 450 mm length and 1,100 mm height. Both are made from stainless-steel TP304. The diameter and length of seed removal head are 21.5 and 3 mm, respectively. There are 3 sizes seed removal hole, of that is 14,15 and 16 mm respectively. The prototype was tested by three varieties of lychee; Honghui, Kimzheng and Chakkapat. A hundred of lychee were taken within three repetitions in each experiment. The maximum working capacity of manual and motored type had shown in Chakkapat variety 30.74 and 42.65 kg/h respectively. The loss from manual and motored seed removal machine was 8.51 and 7.36 %. The results obviously show that two type of machine are cable used for labor replacing.

บทนำ

ลึนจีเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยเฉพาะภาคเหนือ แต่มีข้อจำกัด ระยะเวลาการออกผลผลิตที่สั้น และเน่าเสียง่าย ระยะเวลาเก็บรักษาสั้น ซึ่งหากหลีกเลี่ยงจากการจำหน่ายในรูปแบบผลสด

จะเน่าเสียง่าย และในการแปรรูปก็มีข้อจำกัดเรื่องระยะเวลาในการเก็บรักษา เกษตรกรจะต้องแปรรูปในเวลาจำกัด จึงจะไม่เน่าเสีย แต่ในการแปรรูปลีนจีในปัจจุบัน มีการใช้แรงงานคนเป็นหลัก ยังไม่มีเครื่องมือที่ทำการคว้านได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว สวนทางกับปัญหาการขาดแคลนแรงงานและปัญหาค่าแรงงานที่สูงขึ้น และยังการแปรรูปในเวลาจำกัดจะต้องใช้แรงงานจำนวนมาก ซึ่งในปัจจุบันเกษตรกรที่ทำการแปรรูปลีนจีจะประสบปัญหาหลักที่คล้ายกันคือไม่สามารถแปรรูปได้ทันต่อการเน่าเสีย โดยกรรมวิธีที่ใช้เวลามากที่สุดก่อนการแปรรูปคือการคว้านเมล็ด ดังนั้นจึงมีความต้องการเครื่องทุ่นแรงเพื่อทดแทนแรงงานคนในการคว้านเมล็ดลีนจีเพื่อแข่งกับเวลาที่สั้น โดยงานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องคว้านเมล็ดลีนจีแบบใช้แรงคน เพื่อให้ได้ต้นแบบที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีราคาถูก และทำงานได้รวดเร็วกว่าใช้แรงคนแบบดั้งเดิม เกษตรกรสามารถนำไปใช้ในระดับครัวเรือนเพื่อใช้ทดแทนแรงงานคน แก้ปัญหาเรื่องต้นทุนด้านแรงงาน และลดต้นทุนการผลิตลีนจีแปรรูปได้รวมทั้งสนับสนุนการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่มีการฝึกปฏิบัติจริง ให้แก่กลุ่มเกษตรกรและผู้ประกอบการที่สนใจและต้องการผลิตลีนจีแปรรูปคุณภาพดีได้เองในท้องถิ่น

การทบทวนวรรณกรรม

สัมพันธ์ ไชยเทพ (2542) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องคว้านเนื้อลีนจีแบบกึ่งอัตโนมัติ แต่ยังมีข้อจำกัดในเรื่องสรีระของเมล็ดลีนจี ซึ่งไม่สมมาตรเหมือนเมล็ดลำไย และต้นทุนเครื่องที่ค่อนข้างสูงนับแสนบาท นิทัศน์ ตั้งพินิจกุล (2547) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องคว้านลำไยแบบอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติแบบหัวเจาะคว้านเมล็ดลำไยจำนวน 5 หัว ทำงานพร้อมกันและเคลื่อนที่ในแนวตั้ง ใช้มอเตอร์ ขนาด 0.5 แรงม้าโดยเครื่องมีความสามารถในการทำงาน 4,500 ผลต่อชั่วโมง ประหยัดแรงงานได้ 56.7% และ 102.7% เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการคว้านโดยใช้ซ้อนและใช้ท่อคว้าน แต่ยังไม่มีการนำทดสอบใช้จริงกับลีนจี เนื่องจากผลลีนจีมีสรีระภายนอกและเมล็ดที่ลักษณะไม่สมมาตร แต่ชุดรับผลลำไยและหัวเจาะสามารถใส่ได้เฉพาะผลที่รูปร่างกลมเท่านั้น ประยูร จอมหล้าพิรติกุล และ วิวัฒน์ คล่องพานิช (2550) ได้ทำการวิเคราะห์การกระจายของแรงในการคว้านเมล็ดลำไย พบว่า สามารถนำข้อมูลการวิเคราะห์มาเป็นแนวทางในการวิเคราะห์เมล็ดลีนจีได้ แต่ยังไม่เคยมีการนำมาวิเคราะห์กับเมล็ดลีนจีจริง เนื่องการเกิดจากแรงกระจาย(Distribute force)และ แรงเข้ม(Concentrate force) ในลีนจีจะมีค่าต่างกันมากเมื่อพลิกหัว ซึ่งเป็นผลมาจากจากสรีระวิทยาของเมล็ดลีนจีที่คล้ายวงรี(Elips)ต่างจากของลำไยที่ค่อนข้างสมมาตร

วิวัฒน์ คล่องพานิช (2543) ออกแบบเครื่องคัดขนาดและคว้านเมล็ดลำไย ใช้ได้ผลดีกับเมล็ดลำไย แต่ยังไม่มีการทดสอบกับเมล็ดลีนจี คาดว่า หากนำมาประยุกต์ใช้กับลีนจี จะต้องเพิ่มเติมอุปกรณ์ที่รองรับรูปแบบไม่สมมาตรของลีนจีและเมล็ดลีนจี เนื่องจากเครื่องคัดขนาดและคว้านเมล็ดลำไยรุ่นนี้ ใช้ได้ดีเฉพาะผลที่รูปร่างกลมเท่านั้น ประพัฒน์ ชนะบูรณาศักดิ์ อนุกุล เจเดือน และ อนุชา สุเมรุโหว (2537) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องคว้านเมล็ดลำไยแบบใช้มอเตอร์ขนาด 0.25 แรงม้าเป็นต้นกำลัง สามารถคว้านลำไย 37.5 กิโลกรัม

ต่อชั่วโมง แต่ประสบปัญหาใช้ได้กับเม็ลต์ลำไยเฉพาะที่มีขนาดสม่ำเสมอตามที่กำหนด(เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 24 บวกลบ 1 มิลลิเมตร)เท่านั้น ไม่รองรับขนาดที่เล็กหรือใหญ่กว่า จึงไม่สามารถคว้านเม็ลต์ลื่นจีได้

ระเบียบวิธีการวิจัย

กิจกรรมวิจัยที่ 1 วิจัยและพัฒนาเครื่องมือคว้านเม็ลต์ลื่นจี

การทดลองที่ 1.1 วิจัยและพัฒนาเครื่องมือคว้านเม็ลต์ลื่นจี

วิธีการ

:

- 1) ศึกษาเทคโนโลยี การแปรรูปลื่นจีที่เกษตรกรใช้งานจริงในปัจจุบัน
- 2) วิเคราะห์ข้อมูลจากข้อ 1 เพื่อทำการวางแผนการออกแบบและการทดลอง
- 3) ประสานงานกับเกษตรกรในพื้นที่ปลูกลื่นจี และ ศูนย์วิจัยในเขตภาคเหนือ ที่มีสวนลื่นจีและคัดเลือกสวนที่จะใช้ทดสอบ
- 4) ดำเนินการสร้างเครื่องแบบใช้แรงคน โดยนำข้อมูลด้านสรีระวิทยา และคุณสมบัติเชิงกลของเม็ลต์และเนื้อลื่นจี มาอ้างอิงในการออกแบบหัวเจาะ และกลไกการตัดเม็ลต์
- 5) ดำเนินการทดสอบการทำงานของเครื่องต้นแบบกับผลผลิตจริงในสวนลื่นจีของเกษตรกร
- 6) นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในแบบแรก มาพัฒนาเป็นปรับปรุงสมรรถนะการทำงานให้ดีขึ้นกว่าเดิม เพื่อให้เหมาะสมกับสวนลื่นจีที่มีผลผลิตมากยิ่งขึ้น และให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง
- 7) ดำเนินการทดสอบการทำงานกับผลผลิตจริงในพื้นที่อีกครั้ง และเก็บข้อมูลเปรียบเทียบการใช้งานเครื่องในปีที่ 2 เทียบกับผลในปีที่ 1 และเพิ่มการเปรียบเทียบการทำงานกับลื่นจีแต่ละสายพันธุ์
- 8) วิเคราะห์และสรุปผล รายงานผลการวิจัย

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาดำเนินงาน

2 ปี เริ่มต้นปี 2557 สิ้นสุดปี 2559

สถานที่ทำการวิจัย

ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทำวิจัยเก็บข้อมูล ได้ผลดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาข้อมูลการคว้านเม็ลต์ลื่นจีด้วยแรงงานคนแบบดั้งเดิมของเกษตรกร

ก่อนทำการออกแบบเครื่องต้นแบบและทำการทดสอบ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจเก็บข้อมูลของค่าเฉลี่ยการทำงานของเกษตรกรด้วยกรรมวิธีเดิม (ใช้แรงคนถือมีดคว้าน) กับลิ้นจี่ทั้ง 3 สายพันธุ์หลัก ดังภาพที่ 1 และภาพที่ 2 เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดแนวทางการออกแบบเครื่องต้นแบบซึ่งในการเก็บข้อมูลเพื่อออกแบบนั้น จะเน้นข้อมูลสำคัญจำนวน 2 ด้าน คือ อัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่และความสามารถในการทำงาน ดังแสดงในหัวข้อ 1.1 และ 1.2



ภาพที่ 1.1 มีดคว้านแบบดั้งเดิมของเกษตรกร



ภาพที่ 1.2 การคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบดั้งเดิมของเกษตรกร ต้องใช้แรงงานครั้งละจำนวนมาก

1.1 อัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่

อัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่เป็นการเปรียบเทียบหาปริมาณเนื้อลิ้นจี่ ในกระบวนการคว้านเมล็ด ซึ่งในกรณีของการคว้านลิ้นจี่นั้นหมายถึงปริมาณเนื้อลิ้นจี่ที่ติดไปกับเมล็ดที่ถูกคว้านออก(วัดโดยน้ำหนัก หน่วยเป็นกรัม) เทียบกับปริมาณของเนื้อลิ้นจี่ที่ได้หลังจากการคว้าน(วัดโดยน้ำหนัก หน่วยเป็นกรัม) ซึ่งหลังจากทำ

การเทียบอัตราส่วนแล้ว อัตราการสูญเสียเนื้อลีนจี้ มีหน่วยเป็นร้อยละ ซึ่งสามารถแสดงเป็นสูตรการคำนวณได้ ดังแสดงในสมการที่ 1

วิธีการคำนวณอัตราการสูญเสียเนื้อลีนจี้

$$\text{อัตราการสูญเสียเนื้อลีนจี้ (\%)} = \left(\frac{\text{น้ำหนักเนื้อลีนจี้ที่ติดไปกับเมล็ด}}{\text{น้ำหนักเนื้อลีนจี้ทั้งหมด}} \right) \times 100 \quad \dots(\text{สมการที่ 1})$$

ในการคำนวณตามสมการที่ 1 น้ำหนักลีนจี้ที่คว้านได้ มีหน่วยเป็น กรัม และน้ำหนักเนื้อลีนจี้ทั้งหมด มีหน่วยเป็น กรัม เมื่อนำมาหาสัดส่วนและคูณด้วย 100 จะได้อัตราการสูญเสียเนื้อลีนจี้ มีหน่วยเป็นร้อยละ

1.2 ความสามารถในการทำงาน

ความสามารถในการทำงานคือค่าของความสามารถในการคว้านเมล็ดออกจากวัตถุดิบ(ลีนจี้สด)ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมงซึ่งสามารถแสดงเป็นสูตรการคำนวณได้ดังแสดงในสมการที่ 2

วิธีการคำนวณความสามารถในการทำงาน

$$\text{ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัม/ชั่วโมง)} = \frac{\text{น้ำหนักลีนจี้ที่คว้านได้(กิโลกรัม)}}{\text{เวลา(ชั่วโมง)}} \quad \dots\text{สมการที่ 2}$$

ในการคำนวณตามสมการที่ 2 น้ำหนักลีนจี้ที่คว้านได้ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม และเวลา มีหน่วยเป็น ชั่วโมง ดังนั้น ค่าความสามารถในการทำงานตามสมการที่ 2 มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งเมื่อคณะผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลการคว้านลีนจี้ด้วยแรงคนตามกรรมวิธีดั้งเดิมของเกษตรกร และนำมาคำนวณหาความสามารถในการทำงานและอัตราการสูญเสียเนื้อลีนจี้ ด้วยสมการที่ 1 และสมการที่ 2 ได้ค่าเฉลี่ยดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 : ค่าเฉลี่ยการทำงานของเกษตรกรด้วยกรรมวิธีเดิม(ใช้แรงคน)ของลันจี้ทั้ง 3 สายพันธุ์

ข้อมูลการทดสอบ	พันธุ์ลันจี้		
	กิมเจง	ฮงฮวย	จักรพรรดิ
อัตราการสูญเสียเนื้อลันจี้ (%)	6.93	6.16	5.89
ความสามารถในการทำงาน (กก./ชม.)	13.72	14.28	17.63

จากข้อมูลผลการทำงานคว้านลันจี้ด้วยแรงคนแบบดั้งเดิมของเกษตรกรดังภาพที่ 3 และภาพที่ 4 พบว่าทำงานได้ช้าและต้องใช้แรงงานคนเป็นจำนวนมาก และมีความจำเป็นจะต้องใช้แรงงานที่มีความชำนาญ(Skill worker level)เท่านั้น จึงประสบปัญหาขาดแคลนแรงงาน และไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ทันต่อการแปรรูป คณะผู้วิจัยจึงนำข้อมูลที่ได้เป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องคว้านเมล็ดลันจี้แบบใช้แรงคนกับลันจี้ทั้ง 3 สายพันธุ์หลักเพื่อทดแทนแรงงานที่มีความชำนาญในการคว้านเมล็ดลันจี้ต่อไป

2 ผลศึกษาการทำงานของเครื่องคว้านเมล็ดลันจี้แบบที่ 1 เครื่องคว้านแบบใช้แรงคนกด

จากการเก็บข้อมูลการทำงานคว้านลันจี้ด้วยแรงคนแบบเดิมของเกษตรกร คณะผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์และทำการออกแบบเครื่องคว้านเมล็ดลันจี้ โดยคณะผู้วิจัยได้ออกแบบหัวคว้านเมล็ดลันจี้เป็นลักษณะทรงกรวย และหมุนคว้านเมล็ดลันจี้ ซึ่งลักษณะหัวคว้านเมล็ดของเครื่องคว้านเมล็ดลันจี้ทุกแบบซึ่งมีรูปร่างเหมือนกัน แต่แตกต่างกันที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง(Bore diameter)ของหัวคว้าน ที่จะปรับให้เหมาะสมกับขนาดของลันจี้ ดังแสดงในภาพที่ 1.3 ในส่วนตัวเครื่อง มีลักษณะเป็นแท่นวาง ใช้กลไกการโยกด้วยแรงคนในการคว้านเมล็ดลันจี้ดังแสดงในภาพที่ 1.4 และทำการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลันจี้แบบใช้แรงคนกด กับลันจี้ 3 สายพันธุ์หลัก ซึ่งมีปริมาณที่มากที่สุดในท้องตลาด แล้วทำการทดสอบเก็บข้อมูลอย่างละเอียด ดังภาพที่ 1.5 และได้ผลการทดสอบ ดังตารางที่ 1.2 - ตารางที่ 1.5



ภาพที่ 1.3 ลักษณะหัวคว้านของเครื่องคว้านเมล็ดลีนจีซึ่งมีลักษณะเป็นโคน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่สามารถปรับให้เข้ากับลีนจีแต่ละสายพันธุ์ได้



ภาพที่ 1.4 เครื่องคว้านเมล็ดลีนจี แบบใช้แรงคนกด



ภาพที่ 1.5 คณะผู้วิจัยกำลังเก็บข้อมูลการทดสอบ โดยเก็บข้อมูลขนาดและน้ำหนักลีนจี

จากผลการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลีนจีแบบใช้แรงคนกับพันธุ์กิมเจง พบว่าความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 21.25 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการสูญเสียเนื้อลีนจีเฉลี่ย 14.55 % ดังตาราง 1.2

ตาราง 1.2 ข้อมูลการทดสอบ เครื่องคว้านลึ้นจีแบบใช้แรงคน กับพันธู์กิมเจง

ข้อมูลการทดสอบ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
อัตราการลึ้นจีสูญเสีย (%)	14.77	15.29	13.58	14.55
ความสามารถในการทำงาน(กก./ชม.)	20.68	22.23	20.83	21.25

ทดสอบกับพันธู์ฮงฮวย

จากผลการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลึ้นจีแบบใช้แรงคนกับพันธู์ฮงฮวย พบว่าความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 27.25 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการสูญเสียเนื้อลึ้นจีเฉลี่ย 11.15 % ดังตาราง 1.3

ตาราง 1.3 ข้อมูลการทดสอบเครื่องคว้านลึ้นจีแบบใช้แรงคนกับพันธู์ฮงฮวย

ข้อมูลการทดสอบ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
อัตราการลึ้นจีสูญเสีย (%)	11.31	10.87	11.28	11.15
ความสามารถในการทำงาน (กก./ชม.)	25.84	27.55	28.35	27.25

ทดสอบกับพันธู์จักรพรรดิ

จากผลการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลึ้นจีแบบใช้แรงคนกับพันธู์จักรพรรดิ พบว่าความสามารถในการทำงานในการคว้านเมล็ดลึ้นจีเฉลี่ย 30.74 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการสูญเสียเนื้อลึ้นจี มีค่าเฉลี่ย ร้อยละ 8.51 ดังตาราง 1.4

ตารางที่ 1.4 ข้อมูลการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลึ้นจีแบบใช้แรงคนกับพันธู์จักรพรรดิ

ข้อมูลการทดสอบ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
อัตราการลึ้นจีสูญเสีย (%)	8.72	8.64	8.16	8.51
ความสามารถในการทำงาน (กก./ชม.)	30.63	30.28	31.30	30.74

จากการทดสอบเก็บข้อมูลเฉลี่ย ทั้ง 3 สายพันธุ์ คณะผู้วิจัย จึงได้นำข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้สรุปเป็นตารางเปรียบเทียบการทำงานเฉลี่ยกับลึนจีทั้ง 3 สายพันธุ์ ดังตารางที่ 1.5

ตารางที่ 1.5 : ผลสรุปการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลึนจีแบบใช้แรงคนกับลึนจีทั้ง 3 สายพันธุ์

ข้อมูลการทดสอบ	พันธุ์ลึนจี		
	กิมเจง	ฮงฮวย	จักรพรรดิ
อัตราการสูญเสียเนื้อ ลึนจีเฉลี่ย (%)	14.55	11.15	8.51
ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย (กก./ชม.)	21.25	27.25	30.74

3 อภิปรายผลศึกษาการทำงานของเครื่องคว้านเมล็ดลึนจีแบบที่ 1 เครื่องคว้านเมล็ดลึนจีแบบใช้แรงคน

จากผลสรุปการทดสอบเครื่องคว้านลึนจีแบบใช้แรงคนกับลึนจีทั้ง 3 สายพันธุ์ ในตารางที่ 1.5 ซึ่งเป็นการหาอัตราการสูญเสียเนื้อลึนจีเฉลี่ย(ร้อยละ) พบว่า การทำงานกับพันธุ์กิมเจงนั้นมีการสูญเสียมากที่สุด และตามด้วยพันธุ์ฮงฮวย ส่วนพันธุ์จักรพรรดินั้น อัตราการสูญเสียเนื้อ ลึนจีเฉลี่ยน้อยที่สุด และในด้านความสามารถในการทำงานเฉลี่ย (กิโลกรัม/ชั่วโมง) พบว่าการทำงานกับพันธุ์กิมเจงนั้นมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ยน้อยที่สุด ตามด้วยพันธุ์ฮงฮวย ส่วนพันธุ์จักรพรรดินั้น ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย ลึนจีเฉลี่ยมากที่สุด ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าเกิดจากลักษณะของรูปร่างของเมล็ดของทั้ง 3 พันธุ์ที่ทำให้เกิดมุมปะทะในการคว้านที่ต่างกัน ส่งผลให้อัตราการสูญเสียเนื้อลึนจีแตกต่างกัน และในกรณีลึนจีสายพันธุ์เดียวกัน ก็มีค่าอัตราการสูญเสียเนื้อลึนจีเฉลี่ยที่ต่างกัน โดยค่าอัตราการสูญเสียเนื้อลึนจีเฉลี่ยมีค่าแปรผกผันกับขนาดของเมล็ดลึนจี เช่นผลที่มีเมล็ดขนาดเล็ก จะมีอัตราการสูญเสียที่มากซึ่งเกิดจากปริมาณเนื้อลึนจีติดไปกับข้าวบนเมล็ดมาก แต่ในผลที่มีเมล็ดขนาดใหญ่หรือเหมาะสม จะมีเนื้อลึนจีติดไปกับเมล็ดน้อยมาก เมื่อเทียบกับเนื้อลึนจีทั้งผล จึงมีอัตราการสูญเสียเนื้อลึนจีที่น้อย แต่ในด้านความสามารถในการทำงานนั้น ความแตกต่างเกิดจากค่าของน้ำหนักต่อผลของลึนจี ซึ่งแปรผันโดยตรงกับน้ำหนักต่อเมล็ด เนื่องจากการทำงาน สามารถคว้านจำนวนเมล็ดทุกขนาดในเวลาใกล้เคียงกัน ดังนั้นน้ำหนักต่อเมล็ด จึงเป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อ ความสามารถในการทำงาน ซึ่งจากตารางการทดลองนี้ สามารถกล่าวได้ว่าการทำงานของเครื่องคว้านเมล็ดลึนจีแบบใช้แรงคนกต ในด้านความสามารถในการทำงาน ค่าความสามารถในการทำงานจะแปรผันตรงกับขนาดผล โดยผลที่มีขนาดเล็ก ความสามารถในการทำงานจะน้อย และความสามารถในการทำงานจะเพิ่มขึ้น เมื่อใช้กับผลขนาดใหญ่ขึ้น

4 ผลศึกษาการทำงานของเครื่องคว้านเมล็ดลันจี้แบบที่ 2 เครื่องคว้านเมล็ดลันจี้แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง

จากผลสรุปการทดสอบเครื่องคว้านลันจี้แบบใช้แรงคนกับลันจี้แบบที่ 1 แบบใช้แรงคนกดกับลันจี้ทั้ง 3 สายพันธุ์ คณะผู้วิจัยพบว่าพบว่าการใช้หัวคว้านแบบทรงกรวยกับลันจี้ สามารถเพิ่มความเร็วในการทำงานได้โดยไม่มีผลกระทบต่อลักษณะทางกายภาพของลันจี้ ซึ่งในกรณีที่มีจำนวนลันจี้ที่มากขึ้น สามารถเปลี่ยนต้นกำลังจากใช้แรงคนมาเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าทดแทนแรงงานคนเพื่อให้เครื่องทำงานได้รวดเร็วขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการทำงานสูงขึ้น ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องคว้านเมล็ดลันจี้แบบที่ 2 คือเครื่องคว้านเมล็ดลันจี้แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง ดังภาพที่ 4 เพื่อให้ได้เครื่องที่มีความสามารถในการทำงานที่สูงขึ้น โดยนำมาทดสอบกับลันจี้ 3 สายพันธุ์หลักในท้องตลาดเช่นเดียวกับเครื่องคว้านเมล็ดลันจี้แบบใช้แรงคน ดังแสดงในภาพที่ 6 ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 2.1-2.4



ภาพที่ 1.6 เครื่องคว้านเมล็ดลันจี้แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง



ภาพที่ 1.7 การทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง

ทดสอบกับพันธุ์กิมเจง

จากผลการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังกับพันธุ์กิมเจงพบว่ามี
ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 20.79 กิโลกรัม ต่อชั่วโมง อัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่เฉลี่ย 14.17 เปอร์เซ็นต์
ดังตาราง 1.6

ตารางที่ 1.6 ข้อมูลการทดสอบเครื่องคว้านลิ้นจี่แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังกับพันธุ์กิมเจง

ข้อมูลการทดสอบ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
อัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่ (%)	14.53	13.85	14.13	14.17
ความสามารถในการทำงาน (กก./ชม.)	19.33	21.74	21.30	20.79

ทดสอบกับพันธุ์ฮงฮวย

จากผลการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังกับพันธุ์ฮงฮวยพบว่ามี
ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 31.42 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่เฉลี่ย 12.30 เปอร์เซ็นต์
ดังตาราง 1.7

ตารางที่ 1.7 ข้อมูลการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังกับพันธุ์ฮงฮวย

ข้อมูลการทดสอบ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
อัตราการสูญเสีย (ร้อยละ)	12.54	12.80	11.55	12.30
ความสามารถในการทำงาน(กก./ชม.)	28.47	32.52	33.27	31.42

ทดสอบกับพันธุ์จักรพรรดิ

เมื่อทำการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดพันธุ์แบบใช้แรงคนร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้ากับพันธุ์จักรพรรดิ พบว่ามีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 42.65 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการสูญเสียเนื้อเมล็ดเฉลี่ย 7.36 เปอร์เซ็นต์ ดังตาราง 1.8

ตารางที่ 1.8 ข้อมูลการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดพันธุ์แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังกับพันธุ์จักรพรรดิ

ข้อมูลการทดสอบ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
อัตราการสูญเสียเนื้อเมล็ด (%)	7.62	8.08	6.37	7.36
ความสามารถในการทำงาน(กก./ชม.)	41.18	42.53	44.25	42.65

จากผลการทดสอบเก็บข้อมูลการทำงานเครื่องคว้านเมล็ดพันธุ์แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังกับพันธุ์ทั้ง 3 สายพันธุ์ ดังตารางที่ 2.1 - 2.3 คณะผู้วิจัย ได้นำข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้สรุปเป็นตารางข้อมูลการทำงานเฉลี่ยของเครื่องคว้านเมล็ดพันธุ์แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง กับพันธุ์ทั้ง 3 สายพันธุ์ ดังตารางที่ 1.9

ตารางที่ 1.9 สรุปการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดพันธุ์แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังกับพันธุ์ 3 สายพันธุ์

ข้อมูลการทดสอบ	พันธุ์เมล็ด		
	กิมเจง	ฮงฮวย	จักรพรรดิ
อัตราการสูญเสียเนื้อ เมล็ดเฉลี่ย(%)	14.17	12.30	7.36
ความสามารถในการทำงาน (กก./ชม.)	20.79	31.42	42.65

5 ผลศึกษาการทำงานของเครื่องคว้านเมล็ดลันจีแบบที่ 2 แบบใช้แรงคนร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้า

จากผลสรุปการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลันจีแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังกับลันจีทั้ง 3 สายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 2.4 ซึ่งเป็นการหาอัตราการสูญเสียเนื้อลันจีเฉลี่ย(ร้อยละ) พบว่า การทำงานกับพันธุ์กิมเจง นั้นมีการสูญเสียมากที่สุด ตามด้วยพันธุ์ฮงฮวย ส่วนพันธุ์จักรพรรดิมีอัตราการสูญเสียเนื้อลันจีเฉลี่ยน้อยที่สุด และในด้านความสามารถในการทำงานเฉลี่ย (กิโลกรัม/ชั่วโมง) พบว่า การทำงานกับพันธุ์กิมเจงนั้น ความสามารถในการทำงานเฉลี่ยน้อยที่สุด ตามด้วยพันธุ์ฮงฮวย ส่วนพันธุ์จักรพรรดินั้นมีค่าความสามารถในการทำงานเฉลี่ยนมากที่สุด ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าเกิดจากลักษณะของรูปร่างของเมล็ดของทั้ง 3 พันธุ์ที่ทำให้เกิดมุมปะทะในการคว้านที่ต่างกันส่งผลให้อัตราการสูญเสียเนื้อลันจีแตกต่างกัน และในกรณีลันจีสายพันธุ์เดียวกัน ก็มีค่าอัตราการสูญเสียเนื้อลันจีเฉลี่ยที่ต่างกัน โดยค่าอัตราการสูญเสียเนื้อลันจีเฉลี่ยมีค่าแปรผกผันกับขนาดของเมล็ดลันจี เช่นผลที่มีเมล็ดขนาดเล็ก จะมีอัตราการสูญเสียที่มากซึ่งเกิดจากปริมาณเนื้อลันจีติดไปกับข้าวบนเมล็ดมาก แต่ในผลที่มีเมล็ดขนาดใหญ่หรือเหมาะสม จะมีเนื้อลันจีติดไปกับเมล็ดน้อยมาก เมื่อเทียบกับเนื้อลันจีทั้งผล จึงมีอัตราการสูญเสียเนื้อลันจีที่น้อย และในด้านความสามารถในการทำงานนั้น ความแตกต่างเกิดจากค่าของน้ำหนักต่อผลของลันจี ซึ่งแปรผันโดยตรงกับน้ำหนักของลันจีแต่ละผล เนื่องจากการทำงาน สามารถคว้านจำนวนเมล็ดทุกขนาดในเวลาที่ใช้ใกล้เคียงกัน ดังนั้นน้ำหนักต่อผลของลันจีจึงเป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อความสามารถในการทำงาน ซึ่งจากข้อมูลในตารางสรุปผลการทดลองนี้ สามารถบ่งชี้ได้ว่า การทำงานของเครื่องคว้านเมล็ดลันจีแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังนั้น ความสามารถในการทำงาน แปรผันตรงกับขนาดผล ผลที่มีขนาดเล็ก ความสามารถในการทำงานจะน้อย และความสามารถในการทำงานจะเพิ่มขึ้น เมื่อใช้กับผลขนาดใหญ่ขึ้น เช่นเดียวกับเครื่องคว้านเมล็ดลันจีแบบใช้แรงคนกด

6 ผลเปรียบเทียบการทดสอบต้นแบบเครื่องคว้านเมล็ดลันจีทั้ง 2 แบบ

จากผลการทดสอบเครื่องคว้านลันจีทั้ง 2 รูปแบบกับลันจีทั้ง 3 สายพันธุ์หลัก คณะผู้วิจัยได้สรุปข้อมูลเป็นตารางเปรียบเทียบการใช้งาน ในด้านอัตราการสูญเสียเนื้อลันจีและด้านความสามารถในการทำงาน เฉลี่ยดังรวมถึงขนาดของหัวค้ำที่เหมาะสมกับลันจีแต่ละสายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 1.10 - 1.13

ตารางที่ 1.10 : อัตราสูญเสียเนื้อลีนี่เฉลี่ยของเครื่องต้นแบบทั้ง 2 แบบกับลีนี่ 3 สายพันธุ์ (หน่วย : ร้อยละ)

พันธุ์ลีนี่	รูปแบบเครื่องคว้านลีนี่	
	แบบใช้แรงคน	แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง
กิมเจง	14.55	14.17
ฮงฮวย	11.15	12.30
จักรพรรดิ	8.51	7.36

ตารางที่ 1.11 ความสามารถในการทำงานเฉลี่ยของเครื่องทั้ง 2 แบบกับลีนี่ 3 สายพันธุ์ (หน่วย : กก./ชม.)

พันธุ์ลีนี่	รูปแบบเครื่องคว้านลีนี่	
	แบบใช้แรงคน	แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง
กิมเจง	21.25	20.79
ฮงฮวย	27.25	31.42
จักรพรรดิ	30.74	42.65

ตารางที่ 1.12 : ความสามารถในการทำงานเฉลี่ยของเครื่องคว้านทั้ง 2 แบบเทียบกับกรรมวิธีเดิมของเกษตรกร (หน่วย : กก./ชม.)

พันธุ์ลีนี่	รูปแบบการคว้านลีนี่		
	มีคว้านของเกษตรกร	เครื่องคว้านแบบแรงคนกด	เครื่องคว้านแบบมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง
กิมเจง	13.72	21.25	20.79
ฮงฮวย	14.28	27.25	31.42
จักรพรรดิ	17.63	30.74	42.65

ตารางที่ 1.13 : ขนาดของหัวคว้านที่เหมาะสมกับลึนจีแต่ละสายพันธ์ (หน่วย : มิลลิเมตร)

พันธุ์ลึนจี	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวคว้านเมล็ดที่เหมาะสม	
	แบบใช้แรงคนกด	แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง
กิมเจง	14	14
ฮงฮวย	15	15
จักรพรรดิ	16	16

7 วิจัยผลของการทดลองแต่ละรูปแบบเครื่องต้นแบบทั้งสองแบบ

จากผลการออกแบบและทดสอบเครื่องต้นแบบแบบที่ 1 เครื่องคว้านเมล็ดลึนจีแบบใช้แรงคนกด พบว่าด้านความสามารถในการทำงาน (หน่วย:กิโลกรัม/ชั่วโมง)สามารถทำงานได้รวดเร็ว สามารถคว้านเมล็ดได้เร็วกว่ากรรมวิธีดั้งเดิมของเกษตรกร โดยมีความสามารถการทำงานเฉลี่ยเริ่มต้นที่ 21.25 กิโลกรัมต่อชั่วโมงในพันธุ์กิมเจง ตามด้วยพันธุ์ฮงฮวย ความสามารถการทำงานเฉลี่ย 27.25 กิโลกรัมต่อชั่วโมงและสามารถความสามารถการทำงานเฉลี่ยมากที่สุด 30.74 กิโลกรัมต่อชั่วโมงเมื่อใช้กับพันธุ์จักรพรรดิ

ในด้านอัตราการสูญเสียเนื้อลึนจีเฉลี่ย มีค่าสูญเสียน้อยที่สุด ร้อยละ 8.51 ในพันธุ์จักรพรรดิตามด้วยพันธุ์ฮงฮวย ร้อยละ 11.15 และอัตราการสูญเสียมากที่สุดร้อยละ 14.55 ในพันธุ์กิมเจงเนื่องจากขนาดของเมล็ดเล็กจึงมีเนื้อลึนจีติดไปกับข้าวเทียบกับเนื้อลึนจีทั้งหมด โดยผลการทดสอบพบว่าพันธุ์กิมเจง เหมาะกับหัวคว้านขนาด 14 มิลลิเมตร ส่วนพันธุ์ฮงฮวยเหมาะกับหัวคว้านขนาด 15 มิลลิเมตร และพันธุ์จักรพรรดิเหมาะกับหัวคว้านขนาด 16 มิลลิเมตร จึงจะมีอัตราการสูญเสียน้อยที่สุด ความสามารถในการทำงานที่สูงที่สุด โดยก่อนทำการคว้าน ควรมีการคัดขนาดเพื่อการเลือกใช้หัวคว้านที่เหมาะสมและลดอัตราการสูญเสียเนื้อลึนจีให้น้อยที่สุด ซึ่งหลังจากทำการคว้าน จะต้องทำการแกะเปลือกแยกเนื้อ ซึ่งลักษณะของเนื้อลึนจี เมล็ดลึนจี และเปลือกลึนจีที่ได้ แสดงในรูปที่ 6 และรูปที่ 7 ซึ่งหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการคว้านเมล็ดและคัดแยก จะต้องทำการเก็บรักษาเนื้อลึนจีเพื่อเตรียมการแปรรูปต่อไป

ในส่วนการออกแบบและทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลึนจีแบบที่ 2 เครื่องคว้านเมล็ดลึนจีแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง พบว่า ด้านอัตราการสูญเสีย มีค่าสูญเสียน้อยที่สุด ร้อยละ 14.17 ในพันธุ์กิมเจง ตามด้วยพันธุ์ฮงฮวย ร้อยละ 12.30 และอัตราการสูญเสียน้อยที่สุด ร้อยละ 7.36 ในพันธุ์จักรพรรดิ เนื่องจากขนาดของผลโต ปริมาณเนื้อที่ติดไปกับข้าวเมื่อเทียบกับขนาดทั้งหมดจึงเป็นอัตราส่วนที่น้อย ส่วนในด้านความสามารถใน

การทำงาน สามารถคว้านโดยใช้ความสามารถการทำงานเฉลี่ยเริ่มที่ 20.79 กิโลกรัมต่อชั่วโมงในพันธุ์กิมเจง ตามด้วยพันธุ์ฮวย 31.42 กิโลกรัม และความสามารถในการทำงานเฉลี่ยสูงสุดที่ 42.65 กิโลกรัม/ชั่วโมง ในพันธุ์จักรพรรดี ซึ่งในการเลือกใช้หัวคว้านพันธุ์กิมเจง เหมาะกับหัวคว้านเบอร์ 14 มิลลิเมตร พันธุ์ฮวยเหมาะกับหัวคว้านเบอร์ 15 มิลลิเมตร พันธุ์จักรพรรดีเหมาะกับหัวคว้านเบอร์ 16 มิลลิเมตร โดยก่อนทำการคว้าน ควรมีการคัดขนาดก่อนทำการคว้าน เพื่อการเลือกใช้หัวคว้านที่เหมาะสมและลดอัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่ให้น้อยที่สุด หลังจากทำการคว้านจะต้องทำการแกะเปลือกด้วยแรงคน โดยลักษณะเนื้อลิ้นจี่ เมล็ดลิ้นจี่ และเปลือกลิ้นจี่ที่ได้ มีลักษณะดังภาพที่ 1.8 และภาพที่ 1.9 ซึ่งคุณภาพไม่ต่างจากการใช้แรงคนแบบดั้งเดิม โดยก่อนทำการคว้าน ควรมีการคัดขนาดวัตถุดิบเพื่อการเลือกใช้หัวคว้านที่เหมาะสมและลดอัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่ให้น้อยที่สุด ซึ่งหลังจากทำการคว้าน จะต้องทำการแกะเปลือกแยกเนื้อ เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการคว้าน เมล็ดและคัดแยกจะต้องทำการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่เพื่อเตรียมการแปรรูปต่อไป



ภาพที่ 1.8 เปลือกและเมล็ดลิ้นจี่ที่ได้หลังจากใช้เครื่องคว้านเมล็ดทั้ง 2 รูปแบบ



ภาพที่ 1.9 เนื้อลิ้นจี่ที่ได้หลังจากใช้เครื่องคว้านเมล็ดทั้ง 2 รูปแบบ

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบและเก็บข้อมูลการทำงานของเครื่องต้นแบบเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบใช้แรงคนกด และเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังเมื่อนำมาเทียบกับกรรมวิธีดั้งเดิมของเกษตรกรพบว่า การคว้านลิ้นจี่ด้วยเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่ทั้ง 2 แบบ สามารถทำงานทดแทนแรงงานคนแบบเดิมที่เป็นระดับแรงงานที่มีความชำนาญ(Skill worker level) ได้ โดยมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ยสูงกว่า

แรงงานคน เนื่องจากเครื่องต้นแบบทั้ง 2 รูปแบบนี้ สามารถคว้านลึนจีได้เร็ว และแม่นยำ โดยยังรักษาสภาพเนื้อลึนจีที่ได้ใกล้เคียงกับการใช้แรงงานคนแบบดั้งเดิม โดยจากการออกแบบ ทดสอบและเก็บข้อมูลเครื่องต้นแบบทั้ง 2 รูปแบบ พบว่าความสามารถในการทำงานเฉลี่ยสูงสุด 42.65 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการสูญเสียเฉลี่ยน้อยสุดที่ร้อยละ 7.36 ซึ่งวิธีการใช้งานเครื่องคว้านเมล็ดลึนจีให้มีประสิทธิภาพสูงสุด จะต้องมีการคัดพันธุ์ และคัดขนาดของลึนจีก่อนใช้งาน เลือกใช้หัวคว้านขนาดที่เหมาะสมกับผลลึนจี จึงจะได้ประสิทธิภาพสูงสุด โดยขอแนะนำในการเลือกหัวคว้านให้มีขนาดเหมาะสมกับขนาดลึนจีแต่ละสายพันธุ์ ดังนี้

พันธุ์กิมเจง มีขนาดเมล็ดระหว่าง 13-15 มิลลิเมตร เหมาะกับหัวเจาะขนาด 14 มิลลิเมตร

พันธุ์งาชวย มีขนาดเมล็ดระหว่าง 14-16 มิลลิเมตร เหมาะกับหัวเจาะขนาด 15 มิลลิเมตร

พันธุ์จักรพรรดิ มีขนาดเมล็ดระหว่าง 16-18 มิลลิเมตร เหมาะกับหัวเจาะขนาด 16 มิลลิเมตร

จากบทสรุปที่ได้ ถ้าเกษตรกรมีการคัดแยกลึนจีตามสายพันธุ์และคัดขนาดของผล และเลือกหัวคว้านขนาดที่เหมาะสมกับขนาดและพันธุ์ลึนจี จะสามารถใช้งานเครื่องคว้านเมล็ดลึนจีทั้ง 2 แบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทดแทนแรงงานคนได้อย่างแท้จริง แก้ปัญหาแรงงานขาดแคลน ลดเวลาการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนการผลิต ช่วยสนับสนุนการเตรียมการแปรรูปลึนจีและเพิ่มผลกำไรให้เกษตรกรได้อย่างแท้จริง

บทที่ 2

การทดสอบและพัฒนาเครื่องอบผลไม้สำหรับอบแห้งเนื้อลิ้นจี่และผลไม้ตามฤดูกาล

Testing and Development Fruits Dryer for aril Litchi and another Fruit on Northern

สนอง อมฤกษ์

ประพัฒน์ ทองจันทร์

Sanong Amaroek

Prapat Thongjan

ธีระศักดิ์ โกเมฆ

ชัยวัฒน์ เผ่าสัสดัตตพานิชย์

Threerasak Komake

Chaiwat Phaosanthadpanich

มานพ คันธามารัตน์

จารุวรรณ

รัตนสกุลธรรม

Manop Kantamarat

Charuwaan

Rattanaskultaam

บทคัดย่อ

โครงการทดสอบและพัฒนาเครื่องอบแห้งผลไม้สำหรับอบเนื้อลีนจี มีวัตถุประสงค์เพื่อ ทดสอบและพัฒนาเครื่องอบแห้งผลไม้ นำมาอบแห้งเนื้อลีนจี โดยนำเครื่องต้นแบบจากสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม มาทดสอบ พบปัญหาเรื่องการกระจายลมร้อนไม่สม่ำเสมอ จึงได้ปรับปรุงชุดกระจายลมร้อน ให้กระจายลมร้อนได้ดีขึ้น โดยใส่ครีบอก ด้านล่างของชุดกระจายลมร้อน ทำให้ลมร้อนกระจายตัวได้ดีขึ้น พัฒนาชุดไฟล่อปรับเปลี่ยนจากหัวล่อไฟแก๊ส เป็นชุดเชื่อมสปาร์คที่ทำงานได้แม่นยำ จากนั้นทำการทดสอบอบแห้งเนื้อลีนจี ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่าสามารถอบเนื้อลีนจีได้ ใช้อุณหภูมิอบแห้งเริ่มต้นอบแห้ง 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นปรับอุณหภูมิลดลง เหลือ 65 องศาเซลเซียส จนลีนจีแห้ง จากความชื้นเนื้อลีนจี 84 % มาตรฐานเปียก จนเหลือความชื้นสุดท้าย 17.06 % มาตรฐานเปียก โดยมีอัตราเนื้อผลสดต่อเนื้อผลแห้ง โดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.9:1 ระยะเวลาในการอบแห้งโดยเฉลี่ยเท่ากับ 9 ชั่วโมง ต้นทุนในการอบแห้งโดยเฉลี่ยเท่ากับ 133.2 บาทต่อกิโลกรัมเนื้อลีนจีอบแห้ง

ผลการศึกษาการเก็บรักษาเนื้อลีนจีอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติกชนิด Polypropylene ถุงสุญญากาศ และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ โดยเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตรวจเช็คคุณภาพทุก 2 เดือน ปัจจุบันผลการตรวจสอบได้ 6 เดือน พบว่าค่าความชื้นของเนื้อลีนจีอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง ที่อายุการเก็บรักษา 0-6 เดือน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยที่อายุการเก็บรักษาที่ 4 เดือน เนื้อลีนจีอบแห้งมีความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ไม่เกิน 18%) เมื่อเก็บรักษาเนื้อลีนจีอบแห้งเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่า เนื้อลีนจีอบแห้งที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP และถุงสุญญากาศ (Vac) มีความชื้นมากกว่า 18% สำหรับเนื้อลีนจีอบแห้งที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (Al) ยังคงมีความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานค่าค่าวอเตอร์แอกทิวิตีอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ไม่เกิน 0.6) คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของเนื้อลีนจีอบแห้ง ในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ที่เก็บในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิห้องเย็น เป็นระยะเวลา 6 เดือน มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของเนื้อลีนจีอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 0-6 เดือน มีค่าอยู่ในช่วง 73.80-80.27 สำหรับเนื้อลีนจีอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเย็นมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 77.33-80.67 ค่าความเป็นกรด-เบส ของเนื้อลีนจีอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 0-6 เดือนมีค่าอยู่ในช่วง 4.06-4.22 สำหรับเนื้อลีนจีอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเย็นมีค่าความเป็นกรด-เบส อยู่ในช่วง 4.22-4.28

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสีของเนื้อลีนจีอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 6 เดือน แรกพบว่าเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น เนื้อลีนจีอบแห้งจะมีสีเข้มขึ้น ในขณะที่การเก็บรักษาเนื้อลีนจีอบแห้งในอุณหภูมิห้องเย็นจะมีค่าความสว่างค่อนข้างคงที่

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อลีนจีอบแห้ง พบว่าเนื้อลีนจีอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิห้องเย็น มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกด้านลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น โดยที่คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกด้านของเนื้อลีนจีอบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิห้องเย็นมีค่าลดลงน้อยกว่าเนื้อลีนจีอบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิห้อง

Abstract

The project of the development and testing of lychee dryer aims to develop a new dryer for lychee by using the old model of fruit dryer of Agricultural Engineering Research Institute. The results of the pre-testing of the old model dryer was shown that the heat unstable flowed. The problem was solved by the unit of hot air distributor developing. The sharp fins were assembled at the lower of hot air distributor. The precision controlled burner was developed. The method of the developed lychee dryer testing was double temperature drying: firstly, 2 hour dry at 70 C then decreased temperature to be 65 C until lychee was dried. The primary moisture content of sample was 84% and the final moisture content was 17.06% within the average drying time 9.5 hour. The drying proportion of fresh and dried fruit was 5.9. The average costs of dried lychee was 133.2 THB/kg.

The study of shelf life of dried lychee in 3 types package: Polypropylene plastic (PP) bag, Vacuumed (Vac) bag and Aluminum foil (Al) bag. The method of testing was the quality check every 2 months and 1 year examine. The 6 months' results present the moisture content of dried lychee in three types of package in room temperature were getting high in tendency. However, at 4 months life shelf of dried lychee moisture content had lower than 18% that are acceptable. At 6 months, the moisture content of dried lychee in PP bag and Vac bag had over than 18% that are not acceptable while in Al bag the water activity was not over 0.6 that can acceptable. The microorganism value of three types of dried lychee package that keep in room temperature condition and in controlled temperature condition for 6 months were 73.80-80.27 and 77.33-80.67 respectively. PH value of dried lychee that keep in room temperature condition and in controlled temperature condition for 6 months were 4.06-4.22 and 4.22-4.28 respectively. The texture color of dried lychee that keep in room temperature condition was darkened while in controlled temperature condition, the color was not much changed. The sensory test of dried lychee that keep in room temperature condition and in controlled temperature condition both were negative after the long shelf life. However, the dried lychee kept in controlled temperature condition was more acceptable.

คำนำ

ลิ้นจี่ชื่อวิทยาศาสตร์ *Litchi chinensis* Sonn. ลิ้นจี่ ภาษาอังกฤษจะใช้คำว่า *Lychee* ลักษณะลิ้นจี่เป็นผลไม้ที่มีเปลือกสีแดงจัดอยู่ในวงศ์เดียวกับลำไยและเงาะ มีต้นกำเนิดในประเทศจีนตอนใต้และมีการปลูกแพร่หลายในประเทศไทยแถบภาคเหนือตอนบน เช่น จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย พะเยา และน่าน นอกจากนี้ยังมีปลูกในประเทศเวียดนาม ญี่ปุ่นอินเดียตอนเหนือ บังคลาเทศ อเมริกาใต้และสหรัฐอเมริกาโดยสายพันธุ์ของลิ้นจี่นั้นมีอยู่หลากหลาย แต่ที่เป็นที่นิยมก็ได้แก่สายพันธุ์จักรพรรดิ กิมเจ็งโอวเฮียะและ ฮงฮวย เป็นต้นลิ้นจี่เป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยข้อมูลพื้นที่ปลูก ปี 2557 ประมาณ 112,891 ไร่ ผลผลิตประมาณ 59,199 ตันแหล่งผลิตสำคัญคือภาคเหนือตอนบนได้แก่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และพะเยา คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 73 ของพื้นที่ปลูกทั่วประเทศ แหล่งผลิตในภาคกลางได้แก่จังหวัดสมุทรสาคร และจันทบุรี ซึ่งมีพื้นที่ปลูกรวม 14,123 ไร่ ลิ้นจี่เป็นไม้ผลที่ให้ผลผลิตตามฤดูกาลเท่านั้น และยังไม่มียุทธศาสตร์ในการควบคุมการออกดอก ลิ้นจี่ต้องการความหนาวเย็นชกน้ำให้ออกดอกซึ่งแตกต่างกันตามพันธุ์ ลิ้นจี่ที่ปลูกในภาคกลางออกดอกและเก็บเกี่ยวผลผลิตตั้งแต่ต้นเดือนเมษายน ซึ่งก่อนลิ้นจี่ที่ปลูกในภาคเหนือที่เก็บเกี่ยวผลผลิตตั้งแต่ต้นเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป แต่ตอนกลางเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไปก็จะตรงกับผลผลิตของจีนออกสู่ตลาดเช่นกัน ทำให้ไม่สามารถส่งออกไปจีนได้และราคาตกต่ำ หากจัดการศัตรูพืชไม่ดีก็ทำให้ผลผลิตจะเสียหายเนื่องจากหนอนเจาะขี้ผล และอาการผิวเปลือกแห้ง การที่ลิ้นจี่มีอายุการวางจำหน่ายและอายุการเก็บรักษาสั้นก็เป็นข้อจำกัดในการกระจายผลผลิตออกสู่ตลาด รวมทั้งการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆมีน้อย จึงไม่เพียงพอที่จะรองรับผลผลิตที่มากเกินไปความต้องการของตลาดผลสดได้ การแปรรูปลิ้นจี่ด้วยการอบแห้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความจำเป็น เนื่องจากเมื่อผลลิ้นจี่สดในฤดูออกมามากราคาจะตกลง การขายผลสดทำได้ยากขึ้นผลสดเสื่อมสภาพเร็ว การแปรรูปด้วยการอบแห้งจึงมีความสำคัญในการเก็บรักษาและเพิ่มมูลค่าลิ้นจี่ที่นิยมแปรรูปด้วยการอบแห้งคือพันธุ์ “ฮงฮวย” ซึ่งเป็นพันธุ์เบา ผลดก

ดังนั้นแนวทางการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิตลิ้นจี่ให้มีคุณภาพ โดยการพัฒนาเครื่องอบแห้งเนื้อลิ้นจี่ให้มีประสิทธิภาพ สามารถที่จะแปรรูปเนื้อลิ้นจี่อบแห้ง นำไปสู่การเพิ่มมูลค่าและยืดอายุการจำหน่ายลิ้นจี่ได้ โดยมีกลุ่มแปรรูปลิ้นจี่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน นำเครื่องต้นแบบไปทดสอบการใช้งานระยะยาว

การทบทวนวรรณกรรม

ลิ้นจี่เป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ และปลูกกันมากในเขตภาคเหนือตอนบน โดยเฉพาะจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และพะเยา ในปัจจุบันได้มีการแปรรูปลิ้นจี่เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ลิ้นจี่บรรจุกระป๋อง แยมลิ้นจี่ น้ำลิ้นจี่ และลิ้นจี่อบแห้ง เป็นต้น ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้มีการจำหน่ายทั้งภายในประเทศและส่งจำหน่ายไปยังต่างประเทศ โดยเฉพาะลิ้นจี่บรรจุกระป๋อง เป็นสินค้าส่งออก ที่นำเงินตราเข้าประเทศได้เป็นจำนวนมาก

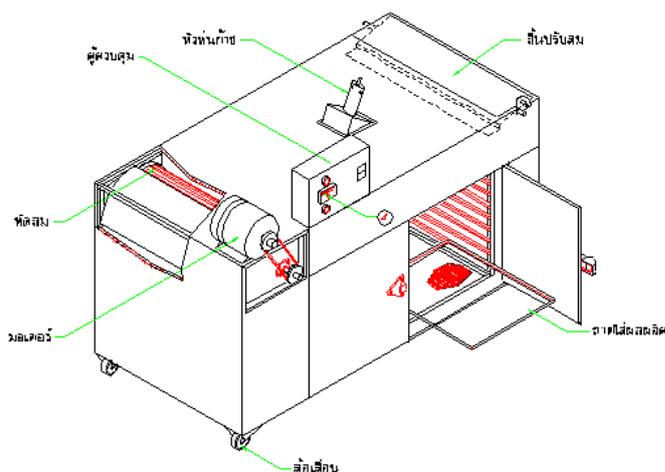
การทำแห้งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลทางการเกษตร เนื่องจากเป็นวิธีที่ช่วยลดปริมาณความชื้นส่งผลให้ค่าออกซิเจนอิสระมีค่าน้อยลง ซึ่งเป็นการป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย นอกจากนี้การทำแห้งยังเป็นการลดน้ำหนักของผลิตภัณฑ์เพื่อสะดวกและประหยัดต้นทุนใน

การขนส่ง (Ratti, 2009) การทำแห้งทำได้หลายวิธี เช่น การใช้แสงแดด (sun drying) การทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (oven drying) การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze drying หรือ lyophilization) เป็นต้น ซึ่งผลิตผลทางการเกษตรส่วนใหญ่มักใช้วิธีการตากแดดเนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวกและประหยัดแต่มีข้อเสียคือกระบวนการทำแห้งไม่ถูกสุขลักษณะ ไม่สามารถควบคุมเวลาและสภาพภูมิอากาศในการทำแห้งได้ ดังนั้นการทำแห้งโดยการใช้ตู้อบลมร้อนจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมต่อการทำแห้งผลิตผลเกษตรมากกว่าการตากแดดเนื่องจากสะดวกและสามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้ (Piga *et al.*, 2004)

ไมตรี และคณะ (2536) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้งเอนกประสงค์แบบถาด มีขนาดกว้าง 1.2 เมตร ยาว 1.8 เมตร สูง 1.2 เมตร ถาดบรรจุวัสดุมีขนาดกว้าง 0.46 เมตร ยาว 0.91 เมตร เครื่องอบแห้งสามารถบรรจุถาดวัสดุได้ทั้งหมด 40 ถาด คิดเป็นพื้นที่การอบแห้งทั้งหมด 16.74 ตารางเมตร สามารถอบแห้งผลลำไยสดครั้งละ 250 กิโลกรัม ได้เนื้อลำไยอบแห้ง 25 กิโลกรัม ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง พัฒนเป็นชนิดใบพัด (Propeller type fan) จำนวน 2 ใบ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 เมตร ใช้มอเตอร์ 0.25 แรงม้าเป็นต้นกำลัง สามารถอบแห้งเนื้อลำไยที่มีความชื้นเริ่มต้น 80 เปอร์เซ็นต์ เหลือความชื้นสุดท้าย 10 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้อุณหภูมิอบแห้ง 80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 18 ชั่วโมง มีอัตราการสิ้นเปลืองแก๊สหุงต้ม 0.9 กิโลกรัม/กิโลกรัมของลำไยอบแห้ง

ชูศักดิ์ และคณะ (2541) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบอุโมงค์ สามารถนำมาใช้ในการอบลำไย กล้วย มะขาม มะเขือเทศ และมะละกอ เป็นต้น เครื่องอบแห้งมีขนาดกว้าง 1.2 เมตร ยาว 4.8 เมตร สูง 1.6 เมตร ถาดบรรจุวัสดุมีขนาดกว้าง 0.9 เมตร ยาว 0.9 เมตร เครื่องอบแห้งสามารถบรรจุถาดวัสดุได้ทั้งหมด 28 ถาด คิดเป็นพื้นที่การอบแห้งทั้งหมด 22.68 ตารางเมตร สามารถอบแห้งผลลำไยสดครั้งละ 470 กิโลกรัม ได้เนื้อลำไยอบแห้ง 47 กิโลกรัม ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง พัฒนที่ใช้เป็นชนิดไหลตัดแกน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 เมตร ยาว 1.1 เมตร ใช้มอเตอร์ 2 แรงม้าเป็นต้นกำลัง เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบอุโมงค์สามารถอบแห้งเนื้อลำไยที่มีความชื้นเริ่มต้น 80-85 เปอร์เซ็นต์ เหลือความชื้นสุดท้าย 10-12 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้อุณหภูมิอบแห้ง 75 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมง มีอัตราการสิ้นเปลืองแก๊สหุงต้ม 0.8 กิโลกรัม/กิโลกรัมลำไยอบแห้ง

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมได้ทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องอบผักและผลไม้จนประสบผลสำเร็จ โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 0.75 กิโลวัตต์ ขับพัดลมซึ่งเป็นแบบไหล ตัดแนวแกนให้กำลังลมแรงที่รอบต่ำ ความเร็วรอบใบพัด 617 รอบ / นาที ออกแบบถาดใส่ผลผลิตให้มีแข็งแรงทนทาน ทำด้วยสแตนเลส ขนาด 75 X 100 ซม. จำนวน 18 ถาด ขนาดตู้อบ 1220 X 2440 X 1220 มิลลิเมตร ชุดจุดก๊าซ ระบบอัตโนมัติ ใช้คอยล์ และหัวเทียน สามารถตั้งเวลาการจุดประกายไฟได้ตามต้องการ อุณหภูมิลมร้อนสามารถปรับตั้งได้สะดวก มีหน้าปัทม์ แสดงอุณหภูมิภายในตู้อบ มองเห็นได้สะดวก และชัดเจนและมีล้อเลื่อน 4 ล้อติดอยู่ที่ฐานตู้ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก



ภาพที่ 2.1 ต้นแบบเครื่องอบผักและผลไม้ของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

พุทธิธินันท์และคณะ (2551) ได้ศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งลำไยแบบต่อเนื่อง ซึ่งพัฒนามาจากเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบอุโมงค์ และศึกษาเทคโนโลยีการอบแห้งแบบมีการเปลี่ยนอุณหภูมิ โดยใช้อุณหภูมิสูงในช่วงแรกเนื่องจากเนื้อลำไยมีความชื้นสูง และลดอุณหภูมิลงตามความชื้นของเนื้อลำไยที่ลดลง เครื่องอบแห้งประกอบด้วยห้องอบแห้ง 2 ชุด คือชุดห้องอบแห้งอุณหภูมิสูงมีขนาดกว้าง 1.2 เมตร ยาว 2.9 เมตร สูง 1.2 เมตร และชุดห้องอบแห้งอุณหภูมิต่ำมีขนาด กว้าง 1.2 เมตร ยาว 7.5 เมตร สูง 1.2 เมตร ผลการศึกษาพบว่าเครื่องอบแห้งต้นแบบสามารถอบแห้งเนื้อลำไยสดขนาด AA ในรถเข็นแต่ละคันได้ภายในระยะเวลา 7.5 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิที่ห้องอบอุณหภูมิสูง 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1.5 ชั่วโมง และห้องอบอุณหภูมิต่ำ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 ชั่วโมง โดยเนื้อลำไยมีความชื้นเริ่มต้น 80 เปอร์เซ็นต์ และมีความชื้นสุดท้าย 13 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า 3.48 หน่วย/ชั่วโมง ใช้อุปกรณ์ให้ความร้อนกำเนิดรังสีอินฟราเรดสำหรับนำไปอบแห้งเนื้อลำไย ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง อัตราการใช้เชื้อเพลิงแก๊สหุงต้ม 0.5 กิโลกรัม/กิโลกรัมลำไยอบแห้ง เครื่องต้นแบบมีความสามารถอบแห้งผลลำไยสดได้ 1,300 กิโลกรัม/วัน

ระเบียบวิธีการวิจัย

1. นำเครื่องต้นแบบจากสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม มาทดลองอบแห้งเนื้อลิ้นจี่ เพื่อหาจุดบกพร่อง และหาสภาวะที่เหมาะสม (เนื่องจากเครื่องต้นแบบยังมีจุดอ่อนเรื่องการกระจายตัวของลม ปริมาณลมที่ใช้แต่ละฟืชจะไม่เหมือนกัน ชุดไฟล่อที่ยังมีกลิ่นเมาจากวัน)
2. สร้างต้นแบบเครื่อง โดยใช้ข้อมูลและยึดหลักจากเครื่องต้นแบบจากสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ทดสอบเบื้องต้นและแก้ไขข้อบกพร่อง(บันทึกข้อมูลการสิ้นเปลืองพลังงาน อัตราน้ำหนักสดต่อน้ำหนักแห้งของลิ้นจี่ ปริมาณลมที่ใช้ที่เหมาะสมกับลิ้นจี่ ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง)
3. นำไปทดสอบกับกลุ่มเกษตรกรในเขต จังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย
4. การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ก่อนการทดสอบ

4.1 วิเคราะห์คุณภาพของวัตถุดิบ ได้แก่ ความชื้น ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (Aw) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ($^{\circ}$ Brix) และค่าสี

4.2 นำลีนจี้มาตัดก้านและใบออก ล้างน้ำ 1 ครั้ง คว้านเอาเมล็ดตอก จากนั้นแกะเปลือกแล้วนำเนื้อลีนจี้แช่ในสารละลาย โซเดียมคลอไรด์ โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm (อัตราส่วนระหว่างเนื้อลีนจี้ต่อสารละลายเป็น 1 : 2) โดยกำหนดให้เนื้อลีนจี้ที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายเป็นตัวควบคุม และนำไปอบแห้ง จนได้ผลิตภัณฑ์เนื้อลีนจี้อบแห้งมีค่าความชื้นไม่เกิน 18% หรือมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีไม่เกิน 0.75 (มพช. 136-2550) จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ได้แก่ ความชื้น ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (Aw) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ($^{\circ}$ Brix) และค่าสี

4.3 การประเมินผลทางสถิติ วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

4.4 ทำการบรรจุเนื้อลีนจี้อบแห้งในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) ทำการสุ่มตัวอย่างทุก 2 เดือน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพ วางแผนการทดลองแบบ Split plot โดย Main plot จัดเรียง treatment เป็น RCB จำนวน 5 ซ้ำ กำหนดให้ Main plot คือ ชนิดของบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ได้แก่

- ถุงพลาสติกชนิด PP (Polypropylene) (ความหนา 76.2 ไมโครเมตร)
- ถุงสุญญากาศ (ไนลอน/พอลิเอทิลีน, ความหนา 84 ไมโครเมตร) และ
- ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (พอลิเอทิลีนเทเรฟธาเลท/อะลูมิเนียม/พอลิเอทิลีน, ความหนา 119 ไมโครเมตร)

Sub plot คือ อายุการเก็บรักษา 7 ระดับ คือ 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 เดือน

เพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ ความชื้น, ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี, ค่าสี และปริมาณจุลินทรีย์

5. วิเคราะห์ผลการทดสอบพร้อมปรับปรุงและพัฒนาจุดบกพร่อง
6. ทดสอบการใช้งานจริงระยะยาวกับลีนจี้และผลไม้ตามฤดูกาลในเขตพื้นที่ภาคเหนือ
7. เผยแพร่การใช้งานกับกลุ่มเกษตรกรในเขต จังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย
8. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเศรษฐศาสตร์ รายงานผล สรุปผล

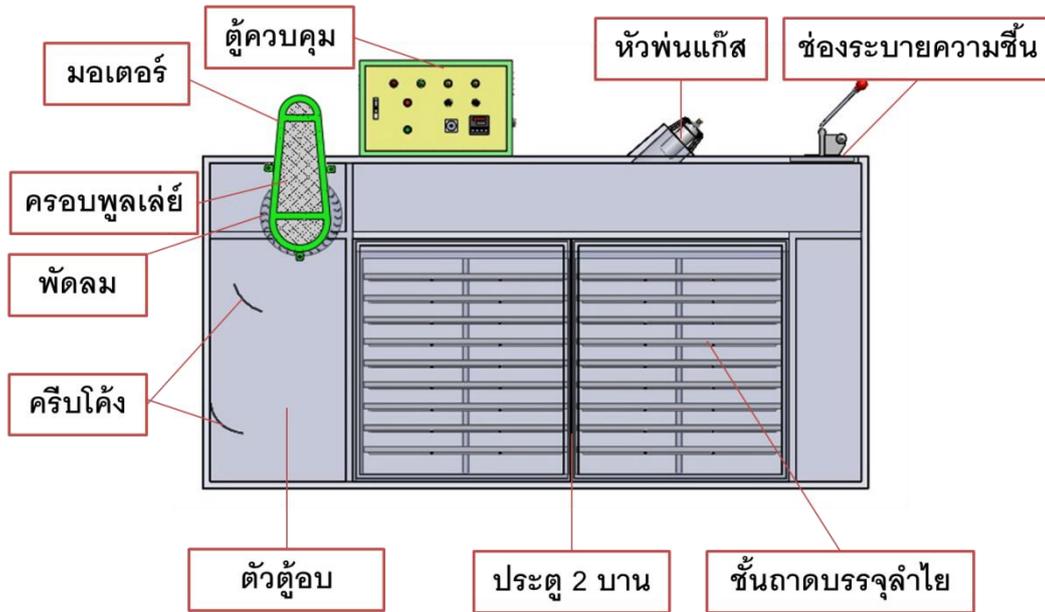
เวลาและสถานที่ ระยะเวลา (ตุลาคม 2557-กันยายน 2559)

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่

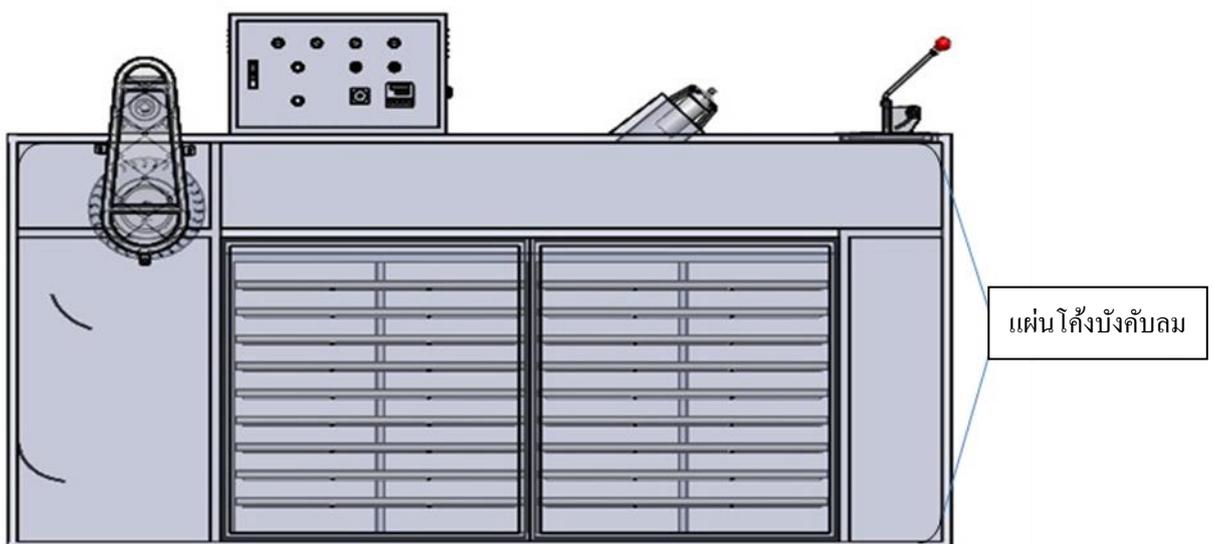
กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป ผลผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัย

ได้ดำเนินการทดสอบหาจุดบกพร่องของเครื่องต้นแบบพบว่ามีหลายจุดที่ต้องพัฒนาคือ การกระจายตัวของลมร้อน ไม่ค่อยสม่ำเสมอ ชุดไฟล่อทำให้สิ้นเปลืองแก๊สและมีการบวมมา ชุดโรงชั้นถาด(เดิมมีชุดเดียว) แยกเป็นสองชุด



ภาพที่ 2.2 ส่วนประกอบภายในเครื่องอบแห้งผลไม้ที่พัฒนา



ภาพที่ 2.3 ส่วนประกอบภายในเครื่องอบแห้งผลไม้ที่พัฒนาโดยเพิ่มชุดแผ่นโค้งบังคับลม

การพัฒนาชุดกระจายลมร้อน ได้ปรับปรุงชุดกระจายลมร้อนโดนใส่ครีโบคัง ด้านล่างของชุดกระจายลมร้อน ทำให้ลมร้อนกระจายตัวได้ดีขึ้น และใส่แผ่นโค้งตรงมุมท้ายเครื่อง ทำให้ลมร้อนกระจายตัวได้ดีขึ้น ดังภาพที่ 1 สังเกตจากการแหงของเนื้อลื่นจี ตัวต้นแบบ ถาดที่อยู่ชั้นล่างของเนื้อลื่นจีจะแห้งเร็วกว่าถาดที่อยู่ชั้นกลางและชั้นบน

ชุดไฟล่อ ปรับเปลี่ยนจากหัวล่อไฟแก๊สเป็นชุดเขี้ยวสปาร์คที่ทำงานได้แม่นยำ ช่วยประหยัดแก๊ส และลดปัญหาเขม่าควันจากไฟล่อ นอกจากนี้ยังจัดทำชุดคอนโทรลใหม่ให้ง่ายกับการใช้งาน มีชุดควบคุมอุณหภูมิที่ตัดต่อการทำงานระบบเชื้อเพลิงละเอียดที่ 1 องศาเซลเซียส มีกล่องควบคุมการสปาร์คที่มีเซ็นเซอร์ หยุดสปาร์คเมื่อไฟหัวพันติด และจะตัดการทำงานหากสปาร์คเกิน 15 วินาทีเมื่อไฟยังไม่ติดซึ่งอาจจากโซลินอยด์วาล์วมีปัญหา หรือท่อทางแก๊สตัน ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.4 ชุดเขี้ยวสปาร์คที่ทำงานได้แม่นยำ ช่วยประหยัดแก๊ส

ชุดโครงถาดจากเดิมเป็นโครงจุดเดี่ยวใส่ถาดสองข้าง ทำให้เคลื่อนย้ายออกยากและไม่แข็งแรง จึงได้แยกชุดโครงออกเป็น 2 ชุด ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย และแข็งแรง นอกจากนี้ชุดถาด ชุดโครงวางถาด ฝาบุข้างในเปลี่ยนเป็นสแตนเลสทั้งหมด

สุดท้ายได้สร้างเครื่องและพัฒนาเครื่องอบผลไม้ให้สามารถอบแห้งลื่นจีได้จนสำเร็จและได้ดำเนินการทดสอบการใช้งาน จนสามารถใช้งานได้ดี ดังภาพที่ 2.4 จากนั้นนำไปทดสอบเครื่องต้นแบบกับกลุ่มเกษตรกรในจังหวัดเชียงราย



ภาพที่ 2.5 เครื่องอบแห้งที่พัฒนา

ผลการทดสอบ

นำเครื่องต้นแบบไปทดลองกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรกรบ้านสันกอตาล ต.สันติสุข อ.พาน จ.เชียงราย โดยการแปรรูปลิ้นจี่ด้วยการอบแห้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความจำเป็น เนื่องจากเมื่อผลลิ้นจี่สดในฤดูออกมามากราคาจะตกลง การขายผลสดทำได้ยากขึ้น ผลสดเสื่อมสภาพเร็ว การแปรรูปด้วยการอบแห้งจึงมีความสำคัญในการเก็บรักษาและเพิ่มมูลค่าลิ้นจี่ที่นิยมแปรรูปด้วยการอบแห้งคือพันธุ์ “ฮงฮวย” ซึ่งเป็นพันธุ์เบา ผลดกจึงใช้ลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยในการทดสอบ ราคาผลสดกิโลกรัมละ 15 บาท โดยผลลิ้นจี่สด 1 กิโลกรัม แยกเป็นเมล็ด 0.18 กิโลกรัม เปลือก 0.2 กิโลกรัม และเนื้อ 0.62 กิโลกรัม ราคาจำจ้งคว้นเนื้อลิ้นจี่ 7 บาท ต่อกิโลกรัม

ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ การเตรียมเนื้อลิ้นจี่ (พันธุ์ฮงฮวย)

- 1) นำผลลิ้นจี่สดทั้งช่อมาปาดขั้วแยกก้าน ทำการควั่นแยกเมล็ดแยกเปลือก
- 2) นำเนื้อลิ้นจี่สดไปล้างน้ำสะอาด 2 ครั้ง
- 3) ต้มน้ำ 12 ลิตร กับน้ำตาลทราย 2.5 กิโลกรัมทำเป็นน้ำหมัก
- 4) นำเนื้อลิ้นจี่ 40 กิโลกรัม ลงหมักในน้ำหมัก ปิดฝาทิ้งไว้ 1 คืน
- 5) นำเนื้อลิ้นจี่ที่หมักแล้วมาจัดเรียงในถาดอบ
- 6) นำถาดบรรจุเนื้อลิ้นจี่เข้าเครื่องอบแห้งผลไม้สำหรับอบเนื้อลิ้นจี่



ภาพที่ 2.6 เกษตรกรนำผลลิ้นจี่สดมาส่งที่กลุ่มฯ



ภาพที่ 2.7 สมาชิกกลุ่มตัดแยกผลออกจากก้าน



ภาพที่ 2.8 สมาชิกช่วยกันควั่นเมล็ดลิ้นจี่



ภาพที่ 2.9 การควั่นแยกเมล็ดและเปลือกออกจากเนื้อ

วิธีการแยกเนื้อออกจากเปลือกและเมล็ดยังใช้แรงงานคน ยังไม่มีเครื่องจักรเข้ามาช่วย ทำให้เกิดลักษณะคอขวด ในกระบวนการแปรรูปลิ้นจี่ เนื่องจากทำงานได้ช้าและเกิดความเมื่อยล้า นอกจากนี้ยังขาดแคลนแรงงานด้วย สำหรับเครื่องมือที่ใช้ ใช้ปลายของด้ามซ้อน มีดเล็กๆ เครื่องมือปลายแหลมแบบต่างๆ ตามแต่จะหาได้ โดยรวมแล้ว ความสามารถในการทำงานไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 2.5-2.9)



ภาพที่ 2.10 เครื่องมือคว้านของเกษตรกร(แยกเอาเนื้อออกจากเปลือกและเมล็ด)



ภาพที่ 2.11 ผลลิ้นจี่สด 1 กิโลกรัมแยกเป็นเมล็ด 0.18 กิโลกรัม เปลือก 0.20 กิโลกรัม และเนื้อ 0.62 กิโลกรัม



ภาพที่ 2.11 เนื้อลีนจีสดเรียงเต็ม 18 ชั้น ถาด น้ำหนักรวมเฉลี่ย 73.48 กิโลกรัม



ภาพที่ 2.12 ใช้เวลาอบประมาณ 9 ชม. ได้น้ำหนักเนื้อแห้งรวมเฉลี่ย 20.27 กิโลกรัม

ทดสอบการใช้งาน แล้วนำไปทดสอบเครื่องฯ ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรกรบ้านสันกอตาล ต.สันติสุข อ.พาน จ.เชียงราย(ภาพที่ 10-12) โดยใช้ลีนจีพันธุ์สงฮวย ราคาผลสดกิโลกรัมละ 15 บาท ผลการทดสอบจากผลลีนจี 118 กิโลกรัม ได้เนื้อลีนจีสดรวมเฉลี่ย 73.48 กิโลกรัมได้เนื้อแห้ง 20.27 กิโลกรัม ใช้เวลาอบ 9.17 ชั่วโมง สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแก๊ส 4.97 กิโลกรัม(ประมาณ 126 บาท) ค่าไฟฟ้า 10 หน่วย (ประมาณ 38 บาท) ดังตารางที่ 2.1, 2.2 และ 2.3

ตารางที่ 2.1 สรุปผลการทดสอบบอบแห้งเนื้อลีนจี้

ครั้งที่	ลีนจี้ทั้งเปลือก(กก.)	เนื้อลีนจี้สด(กก.)	เนื้อลีนจี้แห้ง(กก.)	นน.สด: นน.แห้ง	ระยะเวลา อบแห้ง(ชม.)	ปริมาณ แกสที่ใช้ (กก.)	ต้นทุน*(บาท/ กก.แห้ง)
1	105	65.63	20.20	5.2:1	9	4.9	119.8
2	133	82.51	21.86	6.1:1	9	5.1	110.9
3	116	72.29	18.74	6.2:1	9	4.9	147.0
4	171	106.40	28.38	6.0:1	9	10	134.7
5	135	83.50	24.11	5.6:1	9	9.1	140.4
6	160	99.00	24.59	6.5:1	9	9.5	146.1
เฉลี่ย				5.9:1	9		133.2

* ต้นทุนประกอบไปด้วย

- ค่าลีนจี้สดทั้งเปลือก กิโลกรัมละ 15 บาท
- ค่าแก๊สเนื้อลีนจี้กิโลกรัมละ 7 บาท(ซึ่งเฉพาะเนื้อ)
- ค่าแรงคนเฝ้าเครื่องชั่วโมงละ 25 บาท(25×9=225 บาทต่อครั้ง)
- ค่าแก๊สกิโลกรัมละ 25บาท
- ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท ใช้มอเตอร์ 1 แรง (0.7 Kw) 1 ตัว (0.7×9×3=18.9 บาทต่อครั้ง)

สรุปผลการทดสอบ(ตารางที่ 2.1)พบว่าอัตราผลสดทั้งเปลือกต่อผลแห้งโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.9:1 ระยะเวลาในการอบแห้งโดยเฉลี่ยเท่ากับ 9 ชั่วโมง ต้นทุนในการอบแห้งโดยเฉลี่ยเท่ากับ 133.2 บาทต่อกิโลกรัมเนื้อลำไยแห้ง จากผลการทดสอบจะเห็นว่าเครื่องดังกล่าวสามารถที่จะอบแห้งเนื้อลีนจี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการใช้งานของเครื่องเกษตรกรใช้งานได้ง่าย มีระบบตั้งอุณหภูมิอัตโนมัติ ระบบล่อไปเป็นแบบเขี้ยวสปาร์ค(ทำให้ไม่ต้องเปิดไฟตลอดเวลา) ช่วยให้ประหยัดพลังงาน นอกจากนี้เครื่องดังกล่าวสามารถที่จะปรับปรุงให้ออบแห้งผลไม้อื่นๆ ตามฤดูกาลได้อีกด้วย

การศึกษาชนิดบรรจุภัณฑ์และสภาวะในการเก็บรักษาเนื้อลีนจี้อบแห้ง

ทำการบรรจุเนื้อลีนจี้อบแห้งในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิห้องเย็น (4-8 องศาเซลเซียส) ทำการสุ่มตัวอย่างทุก 2 เดือน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพ วางแผนการทดลองแบบ Split plot โดย Main plot จัดเรียง treatment เป็น RCB จำนวน 5 ซ้ำ กำหนดให้

Main plot คือ ชนิดของบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ได้แก่

- ถุงพลาสติกชนิด PP (Polypropylene) (ความหนา 76.2 ไมโครเมตร)

- ฤกษ์สุญญากาศ (ไนลอน/พอลิเอทิลีน, ความหนา 84 ไมโครเมตร) และ
- ฤกษ์อะลูมิเนียมฟอยล์(พอลิเอทิลีนเทรฟธาเลท/อะลูมิเนียม/พอลิเอทิลีน, ความหนา 119 ไมโครเมตร)

Sub plot คือ อายุการเก็บรักษา 7 ระดับ คือ 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 เดือน

ทำการวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ ความชื้น ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี คุณภาพด้านจุลินทรีย์ ความเป็นกรด-เบส ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด และทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ความชื้น และคุณภาพด้านจุลินทรีย์อ้างอิงมาตรฐานเนื้อลำไยอบแห้ง ดังนี้

- ความชื้น ไม่เกิน 18%
- ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ไม่เกิน 0.6
- คุณภาพด้านจุลินทรีย์ กำหนดให้ Yeast ไม่เกิน 1×10^4 cfu/g
 - Molds ไม่เกิน 500 cfu/g
 - Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN/g
 - Staphylococcus aureus* น้อยกว่า 10 cfu/g
 - Salmonella* spp. ไม่พบในตัวอย่าง 25g
 - Clostridium perfringens* น้อยกว่า 10 cfu/g

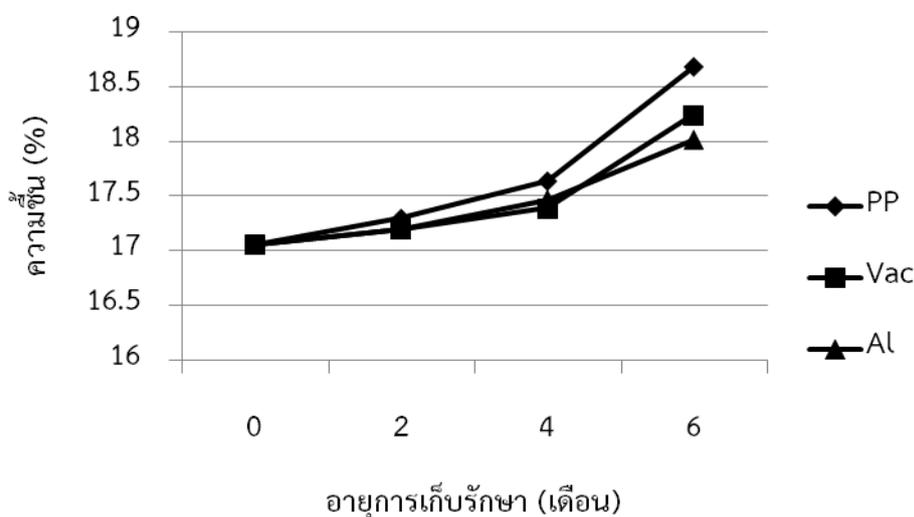
สำหรับค่าความเป็นกรด-เบส และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด เป็นองค์ประกอบทางเคมีซึ่งลีนจีสดและลำไยสดมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันจึงไม่สามารถอ้างอิงได้ โดยมีรายงานว่าลีนจีพันธุ์สงฮวยมีค่าความเป็นกรด-เบส 4.15 และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 19.50 °Brix (ชูร์ตัน, 2553) ส่วนลำไยพันธุ์ดอมีค่าความเป็นกรด-เบส 6.22 (พงษ์ศักดิ์, 2547) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 19.90 °Brix (นิพัฒน์, 2550)



ภาพที่ 2.13 การบรรจุลึนจ๊อบแห้งในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติกชนิด PP(PP)ถุงสุญญากาศ (Vac) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์(Al)

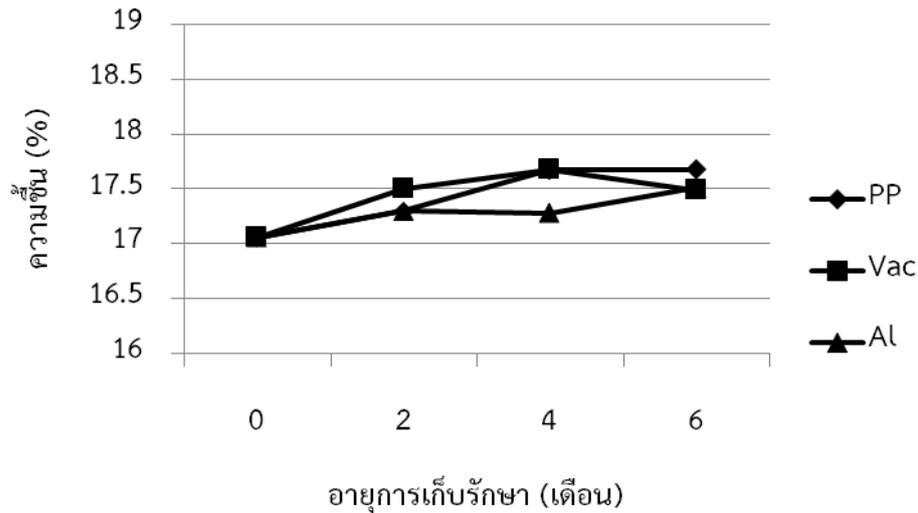
การวิเคราะห์คุณภาพของเนื้อลึนจ๊อบแห้ง

ความชื้นของเนื้อลึนจ๊อบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง ที่อายุการเก็บรักษา 0-6 เดือน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 2.14) โดยที่อายุการเก็บรักษาที่ 4 เดือน เนื้อลึนจ๊อบแห้งมีความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ไม่เกิน 18%) เมื่อเก็บรักษาเนื้อลึนจ๊อบแห้งเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่า เนื้อลึนจ๊อบแห้งที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP และถุงสุญญากาศ (Vac) มีความชื้นมากกว่า 18% สำหรับเนื้อลึนจ๊อบแห้งที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (Al) ยังคงมีความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน



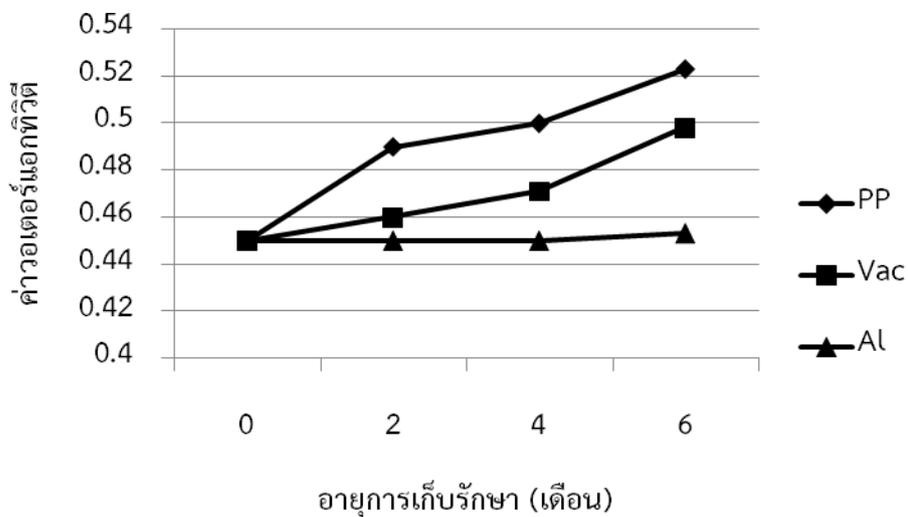
ภาพที่ 2.14 ความชื้นของเนื้อลึนจ๊อบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

ความชื้นของเนื้อลึนจ๊อบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเย็นที่อายุการเก็บรักษา 0-6 เดือน ในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ภาพที่ 2.15) แต่ยังคงมีความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ไม่เกิน 18%)

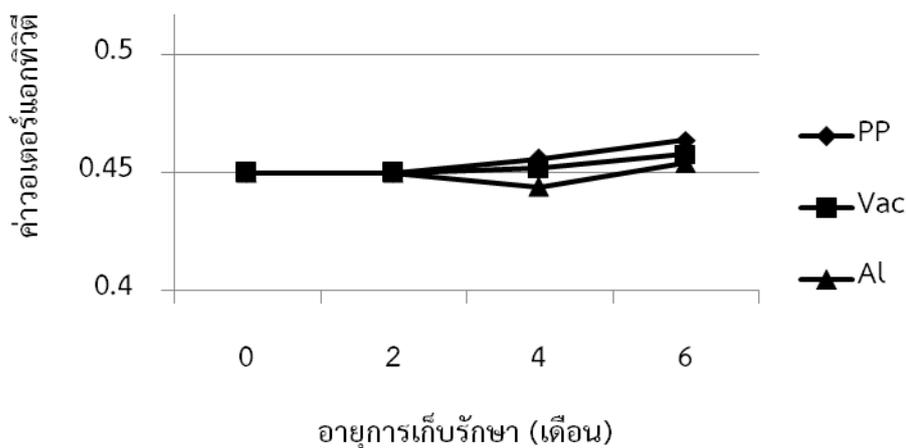


ภาพที่ 2.15 ความชื้นของเนื้อลื่นจ๊อบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเย็น

ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของเนื้อลื่นจ๊อบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิห้องเย็น ที่อายุการเก็บรักษา 0-6 เดือน ในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ภาพที่ 2.16 และ ภาพที่ 2.17) แต่ยังคงมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ไม่เกิน 0.6) โดยที่เนื้อลื่นจ๊อบแห้งที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีสูงกว่าเนื้อลื่นจ๊อบแห้งที่บรรจุในถุงสุญญากาศและถุงอะลูมิเนียมฟอยล์



ภาพที่ 2.16 ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของเนื้อลื่นจ๊อบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 2.17 ค่าวอเตอร์แอกทีวิตีของเนื้อลึนจือบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเย็น

คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของเนื้อลึนจือบแห้ง ในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ที่เก็บในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิห้องเย็น เป็นระยะเวลา 6 เดือน มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของเนื้อลึนจือบแห้งที่อายุการเก็บรักษา 0-6 เดือน

คุณภาพจุลินทรีย์	ชนิดบรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา (เดือน)						
		0	อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิเย็น		
			2	4	6	2	4	6
Yeast (CFU/g)	PP	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	Vac	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	Al	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Molds (CFU /g)	PP	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	Vac	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	Al	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<i>Escherichia coli</i> (MPN/g)	PP	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	Vac	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	Al	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
<i>Staphylococcus aureus</i> (CFU /g)	PP	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	Vac	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	Al	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<i>Salmonella</i> spp. (per 25 g)	PP	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Vac	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Al	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

<i>Clostridium</i>	PP	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<i>perfringens</i>	Vac	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
(CFU /g)	Al	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10

หมายเหตุ : ND = Not Detected

PP = ถุงพลาสติกชนิด PP

Vac = ถุงสุญญากาศ

Al = ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของเนื้อล้นจืดอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 0-6 เดือนมีค่าอยู่ในช่วง 73.80-80.27 สำหรับเนื้อล้นจืดอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเย็นมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 77.33-80.67 (ตารางที่ 1.1-3) การที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อล้นจืดอบแห้งเพิ่มขึ้นมากกว่าเนื้อล้นจืดสด ทั้งนี้เนื่องมาจาก เนื้อล้นจืดสดมีความชื้นมากกว่าเนื้อล้นจืดแห้ง คือมีปริมาณน้ำมากกว่า ซึ่งเมื่อเนื้อล้นจืดสดผ่านการทำให้แห้งแล้วปริมาณความชื้นหรือน้ำในเนื้อล้นจืดลดลง เช่น เนื้อล้นจืดสด มีความชื้น 80% คือ ในเนื้อล้นจืดสด 100 กรัม มีน้ำ 80 กรัม มีส่วนที่เป็นของแข็ง 20 กรัม เมื่อผ่านการทำให้แห้ง เนื้อล้นจืดอบแห้งมีความชื้น 20% คือ เนื้อล้นจืดแห้ง 100 กรัม มีน้ำ 20 กรัม มีส่วนที่เป็นของแข็ง 80 กรัม ดังนั้น เมื่อเทียบต่อน้ำหนักแล้ว เนื้อล้นจืดอบแห้งจึงมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำมากกว่าเนื้อล้นจืดสด

ตารางที่ 2.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของเนื้อล้นจืดอบแห้งที่อายุการเก็บรักษา 0-6 เดือน

อายุการเก็บรักษา (เดือน)	อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิห้องเย็น		
	PP	Vac	Al	PP	Vac	Al
0	77.73	77.73	77.73	77.73	77.73	77.73
2	78.33	76.33	78.67	80.67	79.67	78.00
4	80.27	76.73	79.00	80.20	79.20	77.87
6	75.87	73.80	78.33	77.33	77.67	77.47

การหาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ นำตัวอย่างล้นจืดที่ผ่านการทำให้แห้ง 10 กรัม เติมน้ำ 90 กรัม ปั่นให้ละเอียด ตั้งทิ้งไว้หรือกรองตัวอย่างด้วยกระดาษกรอง นำน้ำที่กรองได้ไปวัดค่าด้วย Hand Refractometer โดยค่าที่อ่านได้นำไปคูณด้วย 10 (ตัวอย่าง 1 ส่วน น้ำ 9 ส่วน)

ค่าความเป็นกรด-เบส ของเนื้อล้นจืดอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 0-6 เดือนมีค่าอยู่ในช่วง 4.06-4.22 สำหรับเนื้อล้นจืดอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเย็นมีค่าความเป็นกรด-เบส อยู่ในช่วง 4.22-4.28 (ค่าความเป็นกรด-เบส วัดด้วย pH meter)

ตารางที่ 2.4 ค่าความเป็นกรด-เบส ของเนื้อล้นจืดบแห้งที่อายุการเก็บรักษา 0-6 เดือน

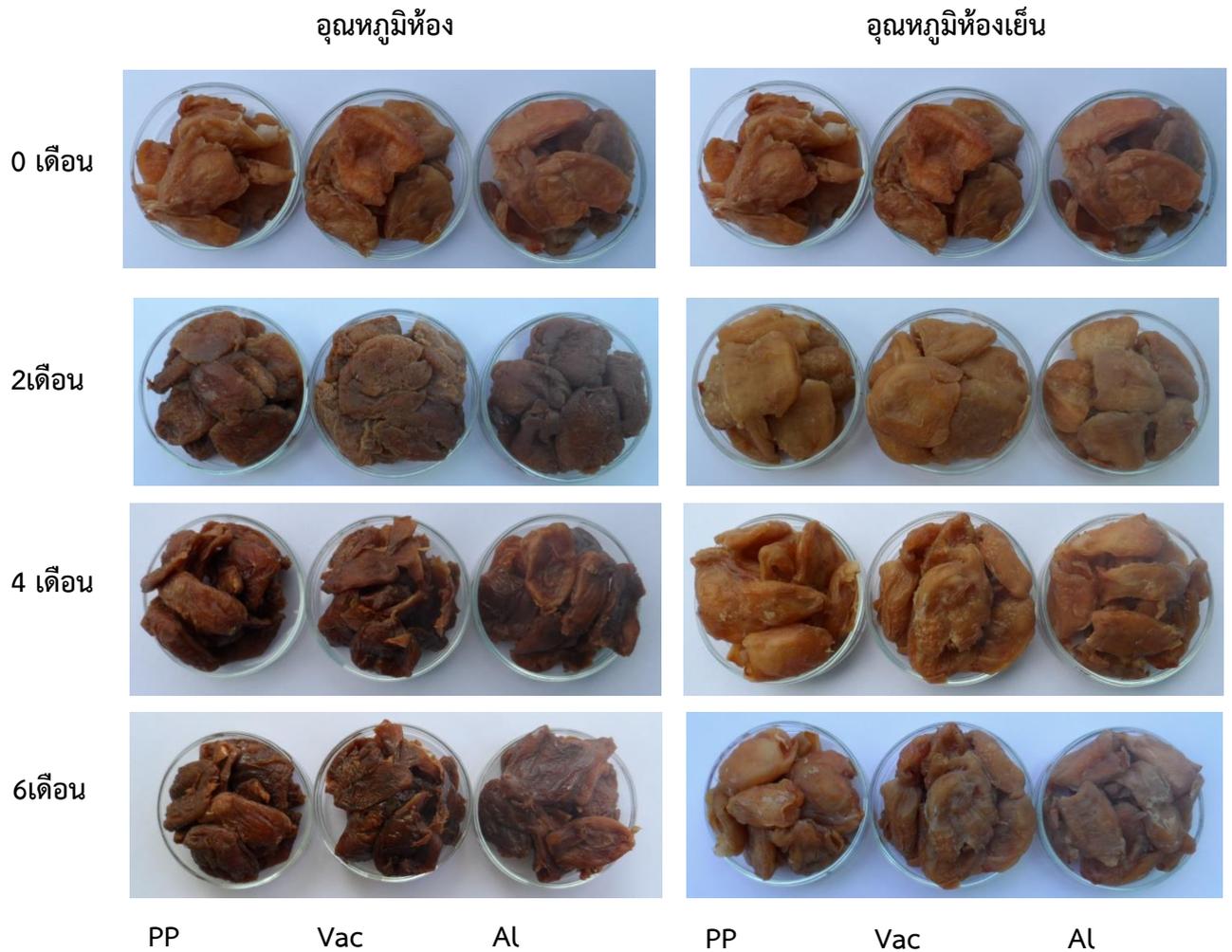
อายุการเก็บรักษา (เดือน)	อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิห้องเย็น		
	PP	Vac	Al	PP	Vac	Al
0	4.22	4.22	4.22	4.22	4.22	4.22
2	4.22	4.20	4.19	4.22	4.23	4.23
4	4.17	4.21	4.22	4.23	4.25	4.26
6	4.08	4.06	4.13	4.23	4.28	4.27

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสีของเนื้อล้นจืดบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง พบว่าเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น เนื้อล้นจืดบแห้งจะมีสีเข้มขึ้น (ภาพที่ 6) โดยสังเกตได้จากค่าความสว่าง (L^*) ในตารางที่ 4 จะมีค่าลดลง (0 เดือน มีค่า $L^* = 41.98$, 6 เดือน มีค่า $L^* = 36.74$) ในขณะที่การเก็บรักษาเนื้อล้นจืดบแห้งในอุณหภูมิห้องเย็นจะมีค่าความสว่างค่อนข้างคงที่ (ภาพที่ 6 และ ตารางที่ 1.1-4)(ค่าสี วัดด้วยเครื่องวัดสี (chroma meter รุ่น CR-400 Minolta)

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อล้นจืดบแห้ง พบว่าเนื้อล้นจืดบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิห้องเย็น มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกด้านลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น โดยที่คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกด้านของเนื้อล้นจืดบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิห้องเย็นมีค่าลดลงน้อยกว่าเนื้อล้นจืดบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิห้อง (ภาพที่ 2.7 และ ภาพที่ 2.8) เมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับด้านความชอบโดยรวมของเนื้อล้นจืดบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิห้องที่ระยะเวลา 6 เดือน พบว่า มีคะแนนอยู่ในช่วง 3-4 ซึ่งเป็นระดับคะแนนไม่ชอบเล็กน้อยถึงระดับเฉยๆ แสดงว่าผลิตภัณฑ์ไม่เหมาะสมสำหรับบริโภคในรูปแบบเนื้อล้นจืดบแห้งพร้อมบริโภค สำหรับคะแนนการยอมรับด้านความชอบโดยรวมของเนื้อล้นจืดบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิห้องเย็นที่ระยะเวลา 6 เดือน พบว่า มีคะแนนอยู่ในช่วง 5-6 ซึ่งเป็นระดับคะแนนชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง นั้นแสดงว่า ผลิตภัณฑ์ยังมีคุณภาพอยู่ในระดับที่ผู้บริโภคต้องการ(ในการทดลองจะทำการตรวจสอบคุณภาพที่ระยะเวลา 0-12 เดือน ดังนั้นจึงยังไม่ได้ทำการเปรียบเทียบทางสถิติ เมื่อครบระยะเวลา 12 เดือนแล้วจะทำการเปรียบเทียบทางสถิติ)

ดังนั้น จากการตรวจสอบคุณภาพของเนื้อล้นจืดบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องพบว่า การเก็บเนื้อล้นจืดบแห้งในอุณหภูมิห้องโดยบรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP และถุงสุญญากาศ สามารถเก็บได้ไม่เกิน 4 เดือน โดยที่เนื้อล้นจืดบแห้งยังคงมีค่าความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ไม่เกิน 18%) เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน เนื้อล้นจืดบแห้งที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP และถุงสุญญากาศมีค่าความชื้นเกินเกณฑ์มาตรฐาน (มากกว่า 18%) แต่เมื่อพิจารณาคุณภาพด้านด้านค่าวอเตอร์แอกทิวิตีและด้านจุลินทรีย์พบว่า เนื้อล้นจืดบแห้งยังคงมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และมีการเปลี่ยนแปลงของสีคล้ำมากขึ้น ซึ่ง

อาจนำเนื้อล้นจืดบแห้งนี้ไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น น้ำล้นจืด สำหรับเนื้อล้นจืดบแห้งที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์สามารถเก็บรักษาได้ไม่ต่ำกว่า 6 เดือน ซึ่งเนื้อล้นจืดบแห้งยังคงมีความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

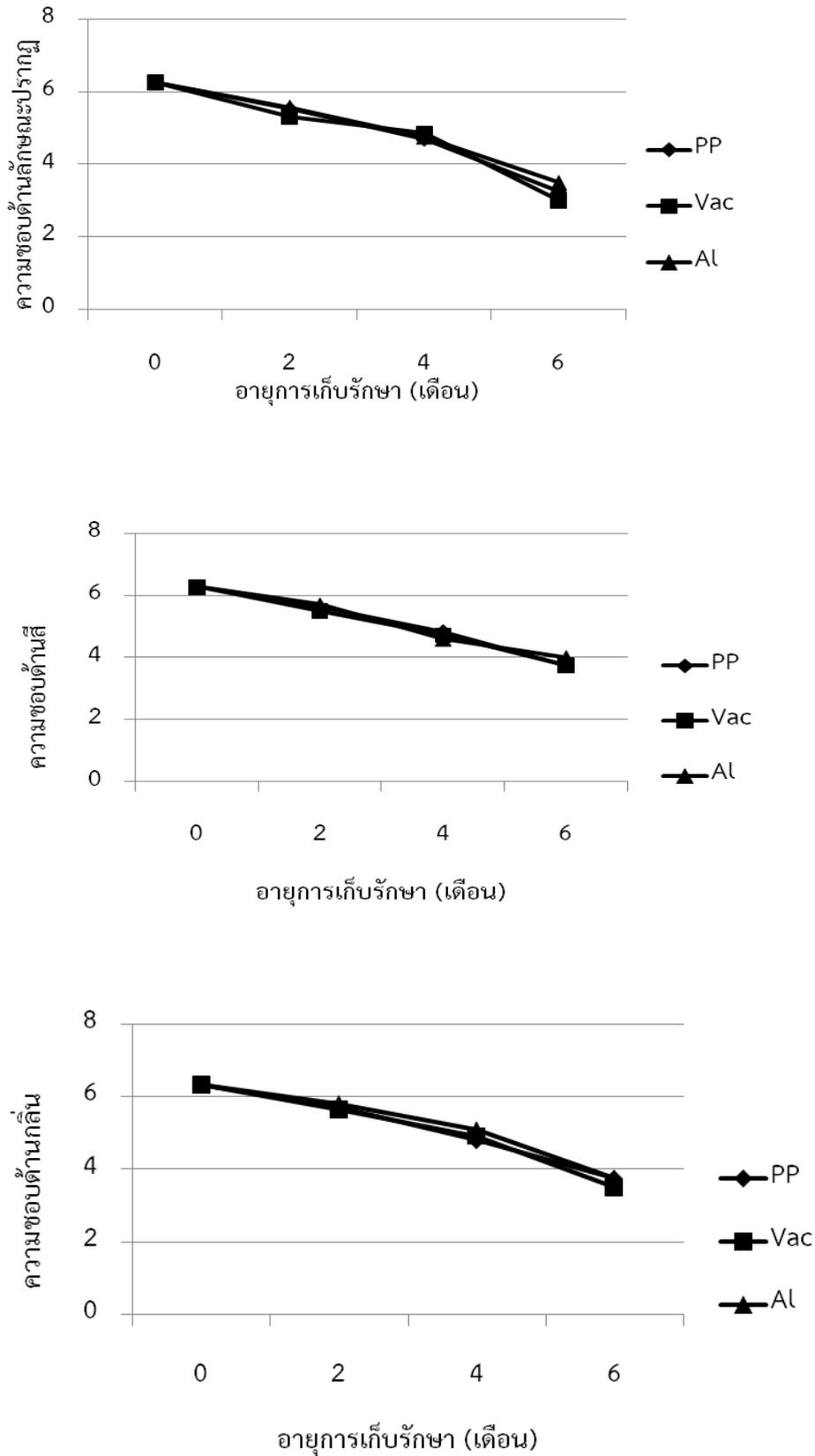


ภาพที่ 2.18 เนื้อล้นจืดบแห้งที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ที่ระยะเวลา 0-6 เดือน

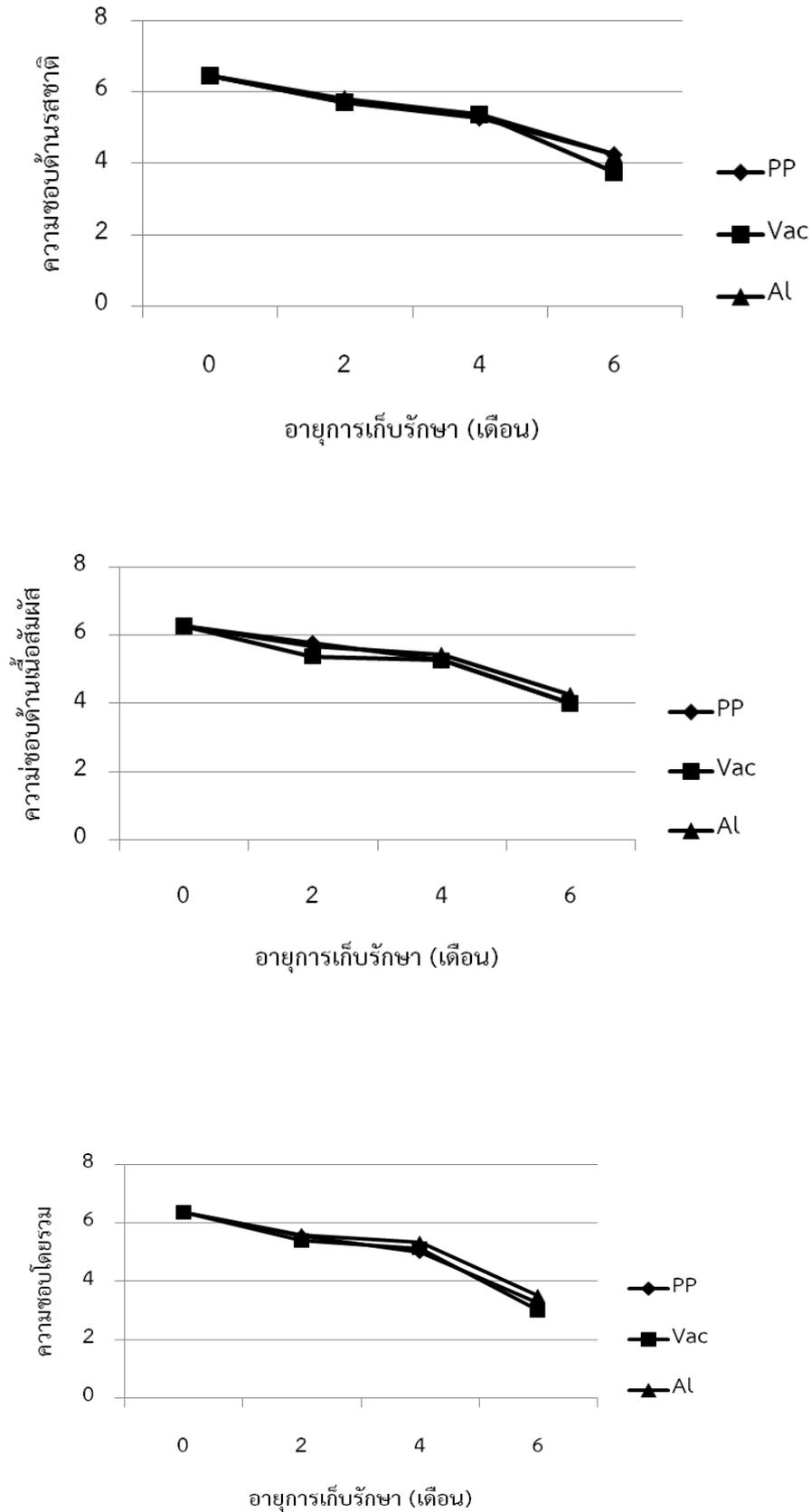
ตารางที่ 1.1-5 ค่าสี L* a* b* ของเนื้อลีนจื๊อบแห้งเก็บรักษาที่อายุการเก็บรักษา 0-6 เดือน

อุณหภูมิการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา (เดือน)	PP			Vac			Al		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
อุณหภูมิห้อง	0	41.98	6.61	6.81	41.98	6.61	6.81	41.98	6.61	6.81
	2	40.16	7.00	6.66	40.53	6.40	5.78	40.32	6.52	5.62
	4	38.08	5.45	2.96	37.57	5.66	3.10	39.49	6.39	5.21
	6	36.74	6.54	-2.18	36.3	6.47	-2.49	37.96	6.38	-1.48
อุณหภูมิห้องเย็น	0	41.98	6.61	6.81	41.98	6.61	6.81	41.98	6.61	6.81
	2	40.28	6.02	6.46	41.44	6.16	7.21	41.01	6.45	7.02
	4	40.12	6.40	5.83	41.13	6.41	6.79	40.60	6.45	6.93
	6	41.85	8.16	3.34	41.51	7.87	3.35	43.09	7.41	3.38

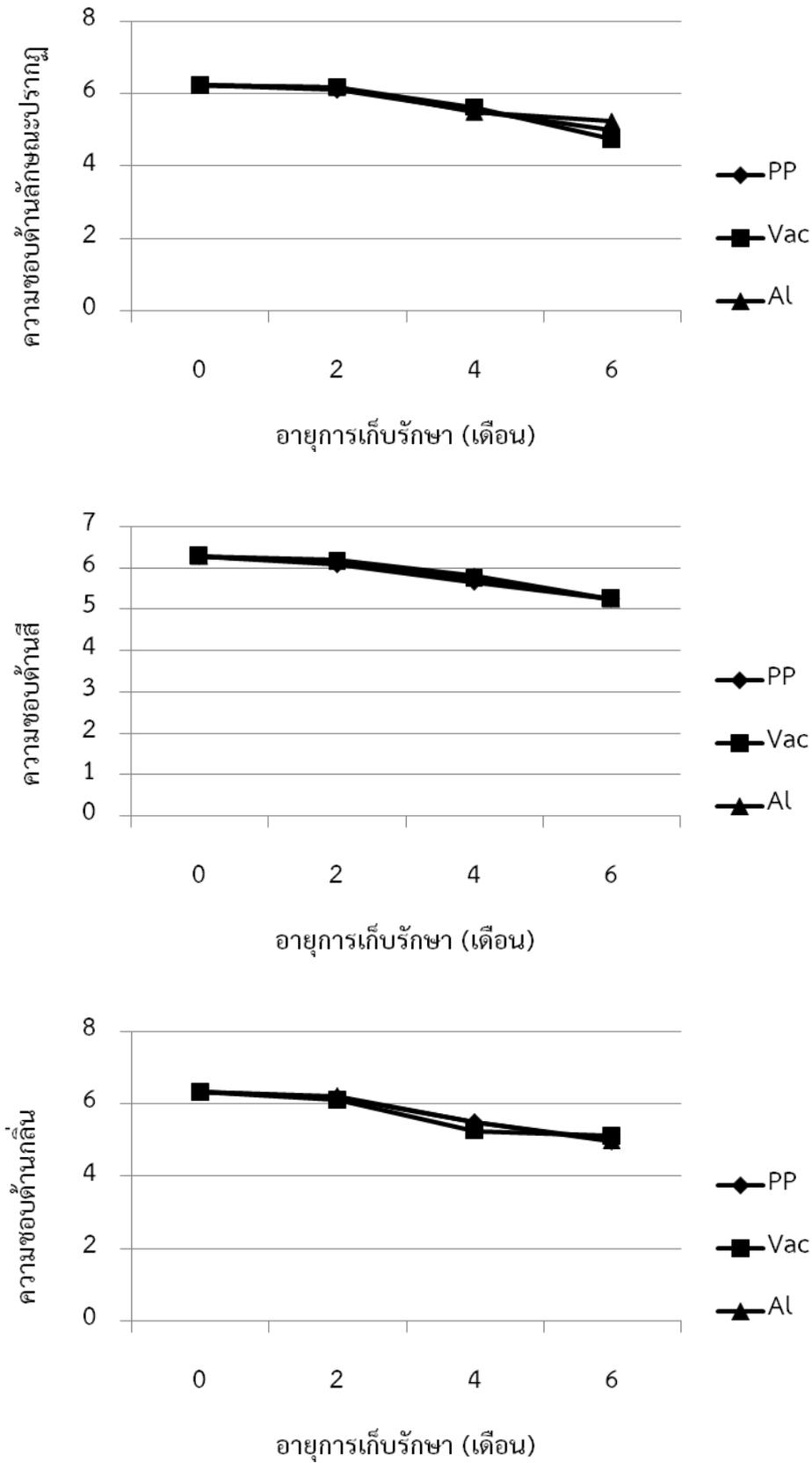
หมายเหตุ ค่าสี L* แสดงความสว่าง (0-100) a* แสดงสีแดง (+a*) - เขียว (-a*) b* แสดงสีเหลือง (+b*) - น้ำเงิน (-b*)



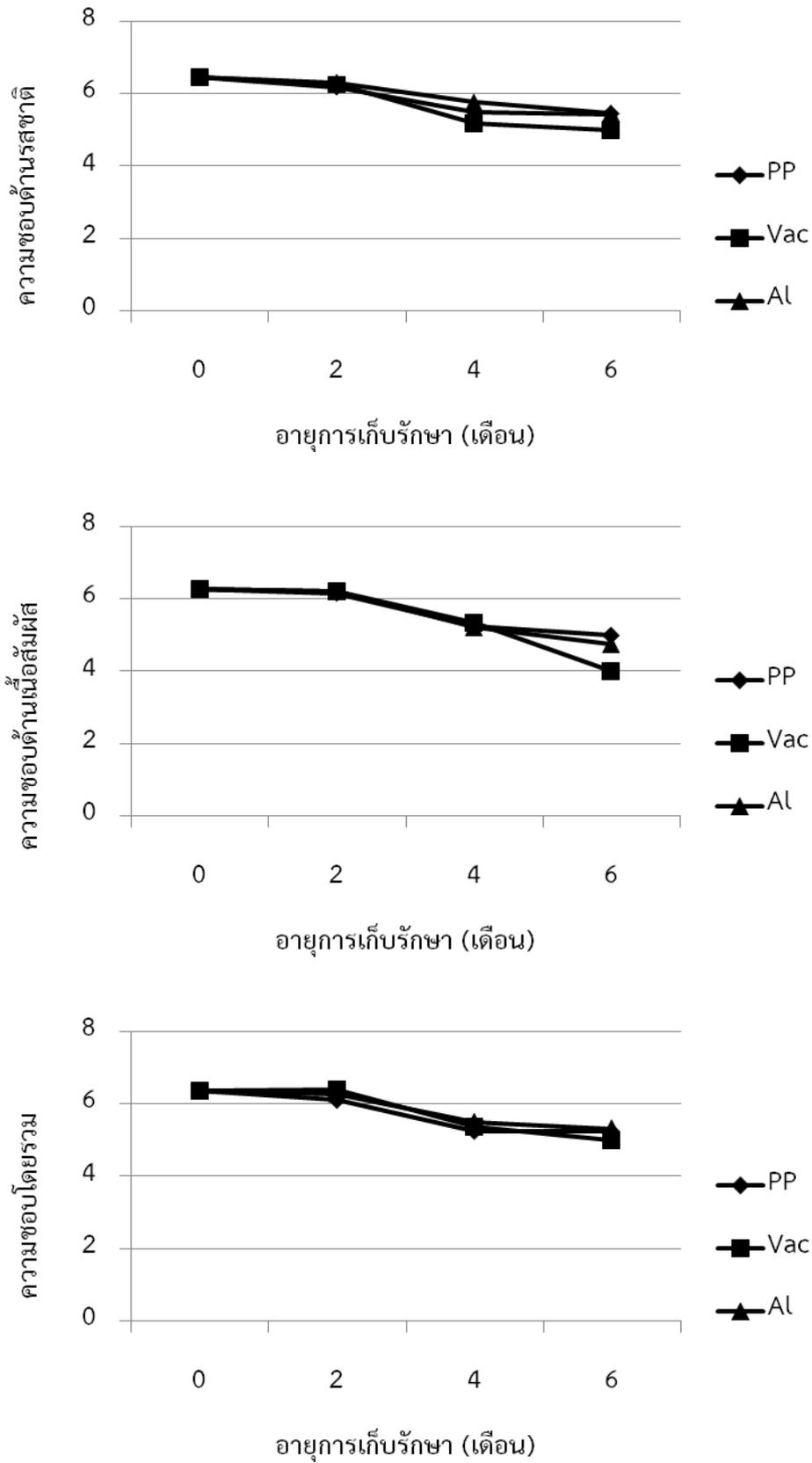
ภาพที่ 2.19 คะแนนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆของเนื้อลื่นจีบแห้งที่เก็บใน อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 2.19 (ต่อ) คะแนนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆของเนื้อลีนจ๊อบแห้งที่เก็บใน อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 2.20 คะแนนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆของเนื้อล้นจืดแห้งที่เก็บใน อุณหภูมิห้องเย็น



ภาพที่ 2.20 (ต่อ)คะแนนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆของเนื้อลึนจื๊อบแห้งที่เก็บใน อุณหภูมิห้องเย็น

อภิปรายผล

จากการทดสอบเครื่องต้นแบบเครื่องอบผลไม้ โดยนำมาอบแห้งลีนจี ยังพบจุดด้อยของเครื่องที่ยังไม่สามารถปรับปรุงแก้ไขให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ได้ คือการกระจายตัวของลมร้อน ทั้งที่แก้ไขเพิ่มชุดกระจายลมร้อนแล้วดีขึ้นระดับหนึ่ง แต่ก็ยังไม่สามารถให้ลมร้อนกระจายทั่วทั้งห้องอบ จึงใช้วิธีสลับถาดลีนจีแทน สลับทั้งล่างขึ้นบน และด้านหลังกับด้านหน้า ทุกสองชั่วโมง จึงทำให้ลีนจีแห้งสม่ำเสมอทั้งถาดแต่เกษตรกรก็ยังไม่ยอมรับได้กับวิธีการสลับถาดในระหว่างอบแห้ง การทดลองเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 เดือน เนื่องจากผลผลิตออกในช่วงเดือน เมษายน-มิถุนายน ทำให้การทดลองการเก็บรักษาหลังการอบแห้ง ต้องล่าช้าออกไปอีก 6 เดือน ทำให้ได้ผลการทดลอง 6 เดือน เท่านั้น

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการนำเครื่องอบแห้งผลไม้มาอบแห้งเนื้อลีนจี ผลการทดสอบพบว่าสามารถอบเนื้อลีนจีได้ โดยใช้อุณหภูมิอบแห้งเริ่มต้นอบแห้ง 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นปรับอุณหภูมิลดลง เหลือ 65 องศาเซลเซียส จนลีนจีแห้ง ต้องสลับชั้นถาดทุกสองชั่วโมง โดยใช้เวลาในการอบแห้ง 9 ชั่วโมง จากความชื้นเนื้อลีนจี 84 % มาตรฐานเปียก จนเหลือความชื้นสุดท้าย 17 % มาตรฐานเปียกโดยมีอัตราผลสดต่อผลแห้งโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.7:1 ระยะเวลาในการอบแห้งโดยเฉลี่ยเท่ากับ 9 ชั่วโมง ต้นทุนในการอบแห้งโดยเฉลี่ยเท่ากับ 133.2 บาทต่อกิโลกรัมเนื้อลีนจีแห้ง

ผลการศึกษาการเก็บรักษาการเก็บรักษาเนื้อลีนจีอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิดได้แก่ ถุงพลาสติกชนิด PP (Polypropylene) ถุงสุญญากาศ และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ โดยเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตรวจสอบเช็คคุณภาพทุก 2 เดือน ปัจจุบันผลการตรวจสอบได้ 6 เดือนพบว่า ค่าความชื้นของเนื้อลีนจีอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ถุงพลาสติกชนิด PP และถุงสุญญากาศ (Vac) มีความชื้นมากกว่า 18% สำหรับเนื้อลีนจีอบแห้งที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (Al) ยังคงมีความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของเนื้อลีนจีอบแห้งมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี และคุณภาพด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 73.80-80.27 สำหรับเนื้อลีนจีอบแห้งที่เก็บรักษาค่าความเป็นกรด-เบส ของเนื้อลีนจีอบแห้งมีค่าอยู่ในช่วง 4.06-4.28

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสีของเนื้อลีนจีอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง พบว่าเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น เนื้อลีนจีอบแห้งจะมีสีเข้มขึ้น ในขณะที่การเก็บรักษาเนื้อลีนจีอบแห้งในอุณหภูมิห้องเย็นจะมีค่าความสว่างค่อนข้างคงที่ การทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อลีนจีอบแห้งพบว่าเนื้อลีนจีอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิห้องเย็น มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกด้านลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น โดยที่คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกด้านของเนื้อลีนจีอบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิห้องเย็นมีค่าลดลงน้อยกว่าเนื้อลีนจีอบแห้งที่เก็บใน

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์



ภาพที่ 2.21 กลุ่มเกษตรกร จ.แพร่ นำไปอบกล้วยแผ่น มะม่วงแช่อิ่ม



ภาพที่ 2.22 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านผึ้ง จ.ลำพูน นำไปอบพืชสมุนไพร

มีกลุ่มเกษตรกรนำไปอบผลไม้ตามฤดูกาลและนำไปอบพืชสมุนไพรในท้องถิ่นเช่น กลุ่มเกษตรกร จ.แพร่ นำไปอบกล้วย(กล้วยอบมันแผ่น)ใช้เวลาอบ 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส อบมะม่วงแช่อิ่ม ใช้เวลา 5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านผึ้ง จ.ลำพูน นำไปอบพืชสมุนไพร(เชียงดา) ใช้เวลาอบ 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในชุดโครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับลีนี่นี้ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นตามกำหนด และบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดไว้ คือได้ต้นแบบเครื่องมือคว้านเนื้อลีนี่ และเครื่องอบแห้งผลไม้สำหรับอบแห้งลีนี่และผลไม้ตามฤดูกาล ซึ่งจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรในการแปรรูปลีนี่ ซึ่งจะช่วยยกระดับมาตรฐานสินค้า พร้อมกับลดต้นทุนในการแปรรูปลีนี่ อย่างไรก็ตาม เครื่องมืออบแห้งนอกจากจะอบเนื้อลีนี่ได้ดีแล้ว เพื่อความคุ้มค่าในการใช้งานเครื่องอบ สามารถที่จะปรับให้เหมาะสมในการนำไปอบแห้งพืชชนิดอื่นได้ตามฤดูกาลอีกด้วย

บรรณานุกรม

- นิทัศน์ ตั้งพินิจกุล .2547. เครื่องคว้านลำไยแบบอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ.รายงานโครงการฉบับสมบูรณ์ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร . 39 หน้า
- นิพัฒน์ สุขวิบูลย์ .2558. พัฒนาพันธุ์ลิ้นจี่.รายงานโครงการวิจัย กรมวิชาการเกษตร. 46 หน้า
เข้าถึงได้จาก <http://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2128>
- ประยูร จอมหล้า และ วิวัฒน์ คล่องพานิช .2550.การวิเคราะห์การกระจายของแรงในการคว้านเมล็ดลำไย , การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 8 ประจำปี 2550,โรงแรม โซฟีเทล ราชอาเธอร์คิด จ.ขอนแก่น,22-24 มกราคม 2550. 204 หน้า.
- ประพัฒน์ ชนะบูรณาศักดิ์ และคณะ .2537. เครื่องคว้านเมล็ดลำไย . ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล . คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 204 หน้า
- สัมพันธ์ ไชยเทพ.2542.เครื่องคว้านเนื้อลิ้นจี่แบบกึ่งอัตโนมัติ. สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) .65 หน้า
- วิวัฒน์ คล่องพานิช.2543. เครื่องคัดขนาดและคว้านเมล็ดลำไย .รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการประดิษฐ์กรรมเพื่อการพัฒนาชนบท. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม 236 หน้า
- ชรัตน์ศรี จันทวงศ์. 2553. การคัดเลือกสารเพื่อยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งพันธุ์ฮงฮวย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พงษ์ศักดิ์ แก้วจินดา. 2547. ผลของสารเจืออาหารและภาชนะบรรจุต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลและสีของเนื้อลำไยอบแห้งพันธุ์ดอ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- AOAC. 2000. Official Method of Analysis of AOAC International. 17th ed. Arlington.Va:

ภาคผนวก

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ

มกอช. 9 - 2549

THAI AGRICULTURAL COMMODITY AND FOOD STANDARD

TACFS 9 - 2006

เนื้อลำไยอบแห้งสำหรับแปรรูป

DRIED LONGAN FLESH

FOR FURTHER PROCESSING

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ถนนราชดำเนินนอก เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200

โทรศัพท์ 0 2283 1600 www.acfs.go.th

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 123 ตอนที่ 99 ง

วันที่ 21 กันยายน พุทธศักราช 2549

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เนื้อลำไยอบแห้งสำหรับแปรรูป

1 ขอบข่าย

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาตินี้ใช้กับ เนื้อลำไยอบแห้งสำหรับแปรรูป (Dried Longan Flesh for Further Processing) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องนำไปผ่านกระบวนการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ก่อนนำไปบริโภค ผลิตจากผลลำไยสด ซึ่งมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า “*Dimocarpus longan* Lour.” อยู่ในวงศ์ Sapindaceae หรือผลิตจากผลลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

2 นิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เนื้อลำไยอบแห้งสำหรับแปรรูป มีดังต่อไปนี้

2.1 เนื้อลำไยอบแห้งสำหรับแปรรูป หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากลำไยอบแห้งทั้งเปลือกแล้วนำมาแกะเปลือกและเมล็ดออกหรือผลิตจากผลลำไยสดที่แกะเปลือกและเมล็ดออกแล้วนำมาผ่านกรรมวิธีลดความชื้นที่ใช้อุณหภูมิสูง อยู่ในบรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันการปนเปื้อนและความชื้น และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องนำไปผ่านกระบวนการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และคืนรูปก่อนนำไปบริโภค หรือนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารที่ต้องผ่านกระบวนการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์

2.2 วอเตอร์แอกติวิตี (water activity; a_w) หมายถึง ตัวเลขที่แสดงค่าน้ำอิสระที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และการเปลี่ยนแปลงของอาหาร คำนวณจากอัตราส่วนของความดันไอของน้ำในอาหารต่อความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ ที่อุณหภูมิเดียวกัน

3 คุณภาพ

3.1 คุณภาพทั่วไป

เนื้อลำไยอบแห้งสำหรับแปรรูป มีลักษณะแห้ง มีกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสตามลักษณะของผลิตภัณฑ์

3.2 คุณลักษณะทางเคมี

มกอช. 9 -2549 2

เนื้อลำไยอบแห้งสำหรับแปรรูปให้เป็นไปตามข้อกำหนด ดังนี้

3.2.1 ความชื้น ไม่เกิน 18%

3.2.2 วอเตอร์แอกติวิตี ไม่เกิน 0.6

3.2.3 ความเป็นกรด-เบส (pH) ไม่ต่ำกว่า 5.0

3.3 ตำหนิ

จำนวนชิ้นเนื้อลำไยที่พบว่ามีตำหนิที่เกิดจากสิ่งแปลกปลอมต้องไม่เกินเกณฑ์กำหนด โดยวิธีคัดแยกชิ้นเนื้อลำไยที่มีสิ่งแปลกปลอม นับจำนวน คิดเป็นร้อยละของจำนวนชิ้นทั้งหมด ดังนี้

3.3.1 ตำหนิจากสิ่งแปลกปลอมที่เป็นชิ้นส่วนของลำไย ไม่เกิน 10% ของจำนวนชิ้นเนื้อลำไยทั้งหมด

3.3.2 ต่ำหนีจากสิ่งแปลกปลอมอื่นที่ไม่ใช่ชิ้นส่วนของลำไย ไม่เกิน 6% ของจำนวนชิ้นเนื้อลำไยทั้งหมด

4 การบรรจุ

บรรจุเนื้อลำไยอบแห้งสำหรับแปรรูปในบรรจุภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ปลอดภัย ถูกสุขลักษณะ และสามารถรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้

5 สารปนเปื้อน

ชนิดและปริมาณสารปนเปื้อนในเนื้อลำไยอบแห้งสำหรับแปรรูปให้เป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และข้อกำหนดของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เรื่อง สารปนเปื้อน

6 สารพิษตกค้าง

ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในเนื้อลำไยอบแห้งสำหรับแปรรูปให้เป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และข้อกำหนดของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เรื่อง สารพิษตกค้าง

7 สุขลักษณะ

การผลิตและการปฏิบัติต่อเนื้อลำไยอบแห้งสำหรับแปรรูปในขั้นตอนต่างๆ รวมถึงการเก็บรักษา และการขนส่ง ต้องปฏิบัติอย่างถูกสุขลักษณะ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค