



รายงานโครงการวิจัย

โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะไฟจีนที่มีคุณภาพดีสม่ำเสมอ
Wampee Products and Qualities Development.

สุระพงษ์ รัตนโกศล
Surapong Rattanakosol

2558



รายงานโครงการวิจัย

โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะไฟจีนที่มีคุณภาพดีสม่ำเสมอ
Wampee Products and Qualities Development.

สุระพงษ์ รัตนโกศล
Surapong Rattanakosol

2558

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรน่าน สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรที่ 1 ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย สถาบันวิจัยพืชสวน และศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ ที่สนับสนุนการดำเนินงานวิจัยของโครงการ

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการผลิตพืชที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ (ภาคเหนือตอนบน) ที่ให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ผลการรายงานความก้าวหน้าและจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

ขอขอบคุณ กองแผนงานและวิชาการ กรมวิชาการเกษตรที่จัดสรรงบประมาณตลอดระยะเวลาดำเนินโครงการวิจัย

ผู้วิจัย

สุระพงษ์	รัตนโกศล	Surapong	Rattanakosol	ศวพ.น่าน
พันธ์ศักดิ์	แก่นหอม	Pansak	Khanhom	ศวพ.น่าน
พรรณผกา	รัตนโกศล	Phanpaka	Rattanakosol	ศวส.สุโขทัย
สมศักดิ์	ศรีสมบุญ	Somsak	Srisombum	สวพ.1
วิลาสลักษณ์	ว่องไว	Wilasluk	Wongwai	สวพ.1
ปริศนา	หาญวิริยะพันธุ์	Prisana	Hanviriyapan	สวพ.1
ทวีพงษ์	ณ น่าน	Taveepong	Na nan	ศวพ.น่าน
นิสิต	บุญเพ็ง	Nisit	Boonpeng	ศวพ.น่าน
นริศรา	อินทจักร	Narisra	Intajak	ศวพ.น่าน
เกรียงศักดิ์	นักผูก	Kiangsak	Nukpook	ศวศ.เชียงใหม่
พุดนา	รุ่งระวี	Puttana	Rungravee	กผง.

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

wampee	=	มะไฟจีน
propagation	=	การขยายพันธุ์
Approach Grafting	=	การทาบกิ่ง
Side Grafting	=	การเสียบข้าง
Cleft grafting	=	การเสียบยอด
ศวพ.น่าน	=	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรน่าน
ศวส.สุโขทัย	=	ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย
ศวศ	=	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่
กผง.	=	กองแผนงานและวิชาการ
ศวพ.1	=	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรที่ 1
total Energy	=	พลังงานทั้งหมด
energy from fat	=	พลังงานจากไขมัน
dietary fiber	=	ใยอาหาร
vitamin C	=	วิตามินซี

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
ผู้วิจัย	ข
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ค
บทคัดย่อ	1
บทนำ	3
ระเบียบวิธีการวิจัย	
กิจกรรมที่ 1 ปรับปรุงพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตมะไฟจีน	6
การทดลองที่ 1.1 คัดเลือกพันธุ์มะไฟจีนสำหรับการแปรรูปและบริโภคสด	6
การทดลองที่ 1.2 การศึกษาการขยายพันธุ์มะไฟจีนที่มีประสิทธิภาพ	7
กิจกรรมที่ 2 เทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์มะไฟจีน	14
การทดลองที่ 2.1 การสร้างองค์ความรู้เพื่อพัฒนาวิธีการแปรรูปและการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์จากมะไฟจีน	14
การทดลองที่ 2.2 พัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่จากมะไฟจีน	15
การทดลองที่ 2.3 ทดสอบเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์มะไฟจีน	16
การทดลองที่ 2.4 พัฒนาเครื่องอบอุณหภูมิต่ำสำหรับผลิตภัณฑ์มะไฟจีนอบแห้ง	16
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	50
บรรณานุกรม	53
ภาคผนวก	54

บทคัดย่อ

รวบรวมต้นแม่พันธุ์มะไฟจันทบุรีจากแปลงเกษตรกรจำนวน 96 ต้น นำมาปลูกแปลงทดสอบในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรน่าน คัดเลือกต้นที่มีลักษณะดีตามมาตรฐานได้ 16 สายต้น พบว่า ต้นมะไฟจันทบุรีที่มีอายุ 3 ปี มีความสูงมีค่าเฉลี่ย 164.25 ซม. ขนาดทรงพุ่ม มีค่าเฉลี่ย 123.31 ซม. เส้นรอบวง มีค่าเฉลี่ย 20.35 ซม. ข้อมูลด้านขนาดและคุณภาพของผลมะไฟจันทบุรีที่คัดเลือกสำหรับการแปรรูปและบริโภคสด จำนวน 7 สายต้น น้ำหนักผลมีค่าเฉลี่ย 9.67 กรัม ความกว้างของผลมีค่าเฉลี่ย 2.47 ซม. ความยาวผลมีค่าเฉลี่ย 2.57 ซม. ความหวาน มีค่าเฉลี่ย 14.29 Brix จำนวนเมล็ดต่อผลมีค่าเฉลี่ย 1.2 เมล็ดต่อผล ความหนาของเนื้อมีค่าเฉลี่ย 3.38 มม. ความหนาของเปลือกมีค่าเฉลี่ย 0.44 มม. ส่วนการศึกษาการขยายพันธุ์มะไฟจันทบุรีที่มีประสิทธิภาพ การขยายพันธุ์โดยวิธีการเสียบยอดบนต้นกล้ามะไฟจันทบุรีอายุ 1 ปีมีศักยภาพมากที่สุด รองลงมา คือ การขยายพันธุ์โดยกรรมวิธีทาบกิ่ง วิธีการเสียบข้างบนต้นกล้ามะไฟจันทบุรี วิธีการเสียบยอดบนต้นมะไฟจันทบุรีที่ปลูกในแปลงปลูกอายุ 1 ปี โดยมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายเท่ากับ 96 85 78 และ 76 ตามลำดับ และวิธีการขยายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายต่ำไม่เหมาะสมสำหรับการขยายพันธุ์ คือ วิธีการเสียบข้างมะไฟจันทบุรีที่ปลูกในแปลงอายุ 1 ปี โดยมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายเท่ากับ 48 การศึกษาเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์มะไฟจันทบุรี โดยสอบถามข้อมูลและร่วมเสวนากับกลุ่มแม่บ้านที่แปรรูปมะไฟจันทบุรีในจังหวัดน่านเพื่อสร้างองค์ความรู้พัฒนาวิธีการแปรรูปและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากมะไฟจันทบุรี จำนวน 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มแม่บ้านบ้านกอก อ.ภูเพียง, กลุ่มแม่บ้านบ้านแซ่พลา อ.ภูเพียง, กลุ่มแม่บ้านบ้านหนองรัง อ.ภูเพียง และกลุ่มแม่บ้านบ้านท่าดอนชัย อ.เวียงสา พบว่า กลุ่มแม่บ้านทั้ง 4 กลุ่มมีขั้นตอนการแปรรูปที่เหมือนกัน โดยใช้อัตราส่วน มะไฟจันทบุรี:น้ำตาล:เกลือ คือ 3:1:0.02 กก. ยกเว้นกลุ่มแม่บ้านบ้านกอกซึ่งเติมวิตามินซี 10 กรัม เมื่อนำผลิตภัณฑ์มะไฟจันทบุรีเชื่อมแห้งปริมาณ 100 กรัม จากกลุ่มแม่บ้านทั้ง 4 กลุ่มมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิห้องเย็น (11 ± 2 °C) เป็นเวลา 0, 180, และ 365 วันนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า ผลิตภัณฑ์มะไฟจันทบุรีเชื่อมแห้งของบ้านกอก มีวิตามินซีมากที่สุด คือ 11.5-12.5 มิลลิกรัม มีใยอาหารที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 10.67-12.03 กรัม และมีแคลเซียมมากที่สุดอยู่ในช่วง 128.98-130.54 มิลลิกรัม ส่วนปัญหาที่พบในการแปรรูปมะไฟจันทบุรี คือ เทคโนโลยีด้านการเก็บรักษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์ ซึ่งต้องทำการเก็บรักษาอย่างน้อย 1 ปี เนื่องจากผลผลิตมะไฟจันทบุรี ออกเพียงปีละ 1 ครั้งและเทคโนโลยีด้านการทำแห้ง ซึ่งการใช้แสงแดดมักประสบปัญหาในฤดูฝนประกอบกับผลผลิตมะไฟจันทบุรีจะออกดอกช่วงต้นฤดูฝนทำให้มีปัญหาเป็นอย่างมาก จึงนี้ได้ศึกษาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะไฟจันทบุรีในสภาวะต่างๆ พบว่า การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะไฟจันทบุรีในถุงพอยด์ที่อุณหภูมิ 11 ± 2 องศาเซลเซียส สามารถชะลอ

การเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์ได้ไม่ต่ำกว่า 12 เดือน โดยไม่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทั้ง สี กลิ่น รสชาติและการยอมรับโดยรวม และได้พัฒนาเครื่องอบอุณหภูมิต่ำสำหรับผลิตภัณฑ์มะไฟเงินอบแห้งเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยดำเนินการสร้างต้นแบบเครื่องลดความชื้น 2 แบบ คือ เครื่องลดความชื้นแบบถังครึ่งวงกลม และ เครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม สามารถนำไปใช้ได้จริงและสร้างประโยชน์ให้กับกลุ่มแม่บ้านแปรรูปได้เป็นอย่างมาก

Abstract

Collection of wampee trees from farms were 96 line . These line were grown in farm of Nan Agricultural Research and Development Center The Sixteen wampee line selected were development measure. The result showed that the average of height, wide and tree circumferences were 164.25 , 123.31 and 20.35 cm, respectively. The seven wampee line fruit were size and qualities measure. The result showed that the average of weight, wide, length, sweet seed per fruit and thickness of the fruit and the thickness of the bark were 9.67 g, 2.47 cm, 2.57 cm, 14.29 Brix , 1.2 seed per fruit, 3.38 mm. and 0.44 mm, , respectively The study of the effective wampee propagation showed that propagated by (cleft grafting) has the greatest potential. The percentage of survival was 96. Propagation by approach grafting process is equal to 85 percent survival rate. The percentage of survival propagation by side grafting was 78. Propagation by cleft grafting in the top of the wampee grown to the age of 1 year survival of 76 percent. And propagation with low survival percentage. Is not appropriate for the propagation is side grafting the tree planted in wampee grown to the age 1 year survival is 48 percent. The study of processed wampee product has four farmer groups in Nan province include Bangkok farmer group, Saeplang farmer group, Nongrung farmer group and Tadonchai farmer group. The result of that four farmer group has the same as processed wampee product (ratio wampee 3: sugar 1: salt 0.02 kg). Except Bangkok farmer group added 10 g vitamin C. Furthermore it can be stored at room temperature and temperatures below $11 + 2^{\circ} \text{C}$ for 0,180 and 365 days for nutrition analysis of products. The result showed that processed wampee product of Bangkok farmer group of the most vitamin C was 11.5-12.5 mg. The fiber was 10.67-12.03 g and the most calcium was 128.98-130.54 mg. In addition, the problem of produce and processed products was the first storage technologies. Especially the discoloration of the product. Which must be maintained for at least one year. The yield wampee issued only one time a year still suffer

discoloration of a brunette. The experiment was conducted in order to maintain wampee products in various conditions. wampee products were stocked at low temperatures $11 \pm 2^\circ \text{C}$ can delay color change of less than 12 months. Without affecting the sensory qualities of color, aroma, taste and overall acceptance. Moreover, development of low temperature dryer for processed wampee product was resolved that problem. There are two dehumidifier include half circle dehumidifier and rectangular box dehumidifier. These dehumidifier can apply to effective processed wampee product.

บทนำ (Introduction)

มะไฟจีน ชื่อวิทยาศาสตร์ *Clausena lansium* เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์เดียวกับส้ม (Family Rutaceae) แต่มีผลเป็นพวงเหมือนมะไฟ (Burmese Grape: *Baccaurea ramiflora*, วงศ์ Phyllanthaceae) (Burkill, 1966) ปลูกในจังหวัดน่านมานานไม่น้อยกว่า 100 ปี มีถิ่นกำเนิดในภาคใต้ของประเทศไทย (นายเกษตร เบอร์ 30, 2543) มะไฟจีนสด จะมีขายเฉพาะในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายนของทุกปี นอกจากเดือนดังกล่าว มะไฟจีนจะถูกแปรรูปเป็นมะไฟจีนเชื่อมแห้ง ราคาตั้งแต่ 200-300 บาทต่อกิโลกรัม และพบว่ามะไฟจีนเชื่อมแห้งในตลาดเยาวราช ราคา 600 บาทต่อกิโลกรัม และเป็นที่ยอมรับรู้จักดีในหมู่ชาวจีนเนื่องจากมะไฟจีนมีสรรพคุณทางสมุนไพรสามารถรักษาโรคต่าง ๆ ได้ เช่น ไข้หวัด โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ เสียงแหบแห้ง ขับเสมหะ แก้โรคกระเพาะ แก้อาการท้องอืด ช่วยเจริญอาหาร เร่งน้ำย่อย แก้อ่อนเพลีย ฯลฯ ตลอดจนใบสามารถใช้แก้รังแค แก้โรคผิวหนัง (เต็ม, 2544) ปัจจุบัน ผู้ผลิตมะไฟจีนแปรรูปในจังหวัดน่าน สามารถแบ่งกลุ่มผู้ผลิออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้ผลิตรายค้าในตัวเมือง และ กลุ่มอาชีพ/กลุ่มแม่บ้านเกษตรกร รวมผลผลิต ผลผลิตแห้ง 15,900 กิโลกรัม ผลดิบ 39,750 กิโลกรัม ทั้งหมดทำเงินเข้าสู่ชุมชนมากกว่า 5 ล้านบาท ต่อปี (พรรณผกา และคณะ, 2551)

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรน่าน ได้นำมะไฟจีนพันธุ์ต่าง ๆ จากต้นแม่พันธุ์ภายในจังหวัดน่าน นำมารวบรวม และทดสอบพันธุ์ และคัดเลือกได้สายพันธุ์ที่มีผลผลิตสูง และปลูกในพื้นที่ประมาณ 3 ไร่ ปัจจุบันได้มีการผลิตและขยายพันธุ์ต้นพันธุ์ที่มีจำนวนเมล็ดน้อย ผลผลิตสูง เพื่อผลิตเป็นต้นพันธุ์หลักให้แก่เกษตรกรผู้สนใจ และได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาการผลิตและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากมะไฟจีน ซึ่งเป็นของฝากขึ้นชื่อของจังหวัดน่าน ในการทดลองนี้ได้ทำการเสวนากลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกและผู้แปรรูปมะไฟจีน อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน เพื่อระดมความคิดและค้นหาโจทย์วิจัยจากปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเสวนากลุ่มผู้ผลิตและผู้แปรรูปมะไฟจีน ซึ่งจะนำไปสู่งานวิจัยเพื่อแก้ปัญหาด้านการผลิตและการแปรรูปให้ตรงตามความต้องการของเกษตรกร และได้ทดลองเพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์มะไฟจีน

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะไฟจีน ลำต้น ไม้ผลขนาดใหญ่ สูงประมาณ 10-15 เมตร กิ่งก้านสาขา กว้าง ทรงพุ่มค่อนข้างทึบ ราก มีรากแก้ว ถ้าขยายพันธุ์ด้วยการตอนมีเฉพาะรากแขนง และรากฝอย ระบบรากสานกันแน่น **ใบ** เป็นใบประกอบ (compound leave) มีใบย่อยแตกสลับกันทั้ง 2 ข้างของแกนกลางใบ 5-11 ใบ ปกติมี 7-9 ใบ ปลายใบประกอบมีใบย่อยเพียงใบเดียว ปลายใบรูปหอก สีเขียวเข้มท้องใบสีเขียวอ่อน ยอดและใบอ่อนเป็นสีเขียวอ่อน **ผล** ออกเป็นพวงปลายกิ่งหรือปลายยอด 1 พวง มี 5-50 ผล รูปร่างมีทั้งกลม และ รีปลายแหลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.27-1.90 เซนติเมตร ผิวผลเรียบ มีขนเล็ก ๆ ติดอยู่ เปลือกบาง ผลอ่อนสีเขียว เมื่อแก่สุกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง จะคล้ายเป็นสีน้ำตาลเมื่อสุกเต็มที่ **เนื้อ** สีขาวนวลหรือขาวขุ่น เนื้อหุ้มเมล็ดล่อนไม่ติดเมล็ด ติดกับเปลือกผล รสหวานอมเปรี้ยว สุกเต็มที่ จะหวาน เปลือกมีกลิ่นฉุนเฉพาะคล้ายส้ม **เมล็ด** ทรงยาวรีค่อนข้างแบน สีเขียว 1 ผล มี 1-5 เมล็ด บางผลไม่มีเมล็ด **ดอก** ออกที่ปลายยอดหรือปลายกิ่ง ดอกสีขาว ดอก

ย่อยขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลางเมื่อบานแล้วประมาณ 2-3 มิลลิเมตร กลีบดอกชั้นเดียว 5 กลีบ ดอกสมบูรณ์เพศ เริ่มบานปลายเดือนธันวาคมจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ (พรรณผกาและคณะ,2551)

ในปี 2551 – 2553 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรน่าน ได้ทำการศึกษาคุณภาพเบื้องต้นของผลมะไฟจีนสด การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมะไฟจีนเป็นมะไฟจีนปรุงรสตากแห้ง (มะไฟจีนเชื่อมแห้ง)และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แปรรูปดังกล่าวพบว่า การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะไฟจีนแปรรูปที่อุณหภูมิต่ำ 11 ± 2 องศาเซลเซียสสามารถชะลอการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์ได้ไม่ต่ำกว่า 12 เดือน โดยที่ไม่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทั้ง สี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ทั้งการใช้ถุงดำหรือไม่ใช้ถุงดำ มีคะแนนการยอมรับต่ำกว่าการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณค่าทางอาหารของผลมะไฟจีนสด จะเห็นว่า มีคุณค่าทางอาหารที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในผลสด 100 กรัม มีวิตามินซี สูงถึง 20.50 มิลลิกรัม (35% Thai RDI) และมีใยอาหารที่เป็นประโยชน์ 5 กรัม (20% Thai RDI) มีแคลเซียม 52.48 มิลลิกรัม (6% Thai RDI) และมีพลังงาน (Total Energy) เพียง 68.24 กิโลแคลอรี ขณะที่ผลมะไฟจีนมีผลผลิต รวมทั้งขนาดและรูปร่างแตกต่างกันโดยเฉพาะอย่างยิ่งบางสายพันธุ์เหมาะสำหรับการแปรรูปซึ่งต้องการผลเล็กเปลือกบาง ซึ่งคัดเลือกมาได้จำนวนหนึ่งจึงสมควรที่จะทำการวิจัยเพื่อปรับปรุงพันธุ์มะไฟจีนเพิ่มเติมเพื่อให้เหมาะสมสำหรับการแปรรูป และรับรองพันธุ์ในโอกาสต่อไป

โครงการนี้มุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนามะไฟจีน เพื่อพัฒนาให้เป็นสินค้าที่เป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GIS) ร่วมกับการอนุรักษ์และพัฒนาสายพันธุ์มะไฟจีน ซึ่งมีอยู่มากมายหลายสายพันธุ์ (พรรณผกาและคณะ 2, 2551) ให้ได้พันธุ์ที่ดีและมีคุณภาพเหมาะสมสำหรับการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี รวมทั้งการวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้านการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ซึ่งยังมีความหลากหลายไปตามกลุ่มของผู้ผลิตที่มีมากกว่า 7 กลุ่ม และยังไม่มีมาตรฐานในการผลิตเพื่อให้ผลิตเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มะไฟจีนมีมาตรฐานและมีคุณภาพดีสม่ำเสมอตลอดปี

นอกจากนี้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์มะไฟจีนปรุงรสตากแห้งที่เป็นที่นิยมในปัจจุบันพบว่ามีปัญหาในระหว่างการตากแห้งเนื่องจากผลมะไฟจีนจะติดผลในช่วงฤดูฝน การตากแห้งโดยใช้แสงแดดจึงไม่เพียงพอทำให้มีผลผลิตเสียหาย การวิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้งมะไฟจีนจึงมีความจำเป็นที่ต้องทำงานวิจัยโดยใช้อุณหภูมิต่ำเพื่อคงคุณค่าทางอาหารและคุณภาพทางกลิ่นและรสสัมผัสของผลิตภัณฑ์

สถานการณ์การผลิตและการตลาดของจังหวัดน่าน

- แหล่งดั้งเดิมอยู่ที่ประเทศจีน นำมาปลูกที่น่านไม่ต่ำกว่า 100 ปีมาแล้วคนจีนนิยมรับประทานเชื่อว่ามีความสมบัตินด้านสมุนไพร

- มะไฟจีนเป็นไม้ยืนต้น ปลูกขึ้นได้ดี และมีมากในพื้นที่จังหวัดน่านยังไม่นิยมแพร่หลาย

- มะไฟจีนรับประทานได้ทั้งผลสดและแปรรูปโดยการตากแห้งโดยราคาผลสดประมาณ 20-25 บาทต่อกิโลกรัม หลังจากการแปรรูปแล้วราคาประมาณกิโลกรัมละ 200 – 300 บาท ซึ่งยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด

สภาพดินฟ้าอากาศของแหล่งปลูก ดินร่วนปนทราย การระบายน้ำดี หน้าดินลึก ความสูงพื้นที่ ประมาณ 200-300 เมตร จากระดับน้ำทะเล น้ำฝนเฉลี่ย 1,250 มิลลิเมตร ช่วงออกดอก เดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์ ซึ่งขณะนั้นมีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ เฉลี่ย 22 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 9 มิลลิเมตรต่อวัน (ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ตั้งแต่ปี2532-2551)

พันธุ์มะไฟจีน

ปัจจุบันพันธุ์มะไฟจีนที่ปลูกกันอยู่ทั่วไปในจังหวัดน่านได้จากการเพาะเมล็ด พบว่ามีความหลากหลายทางพันธุกรรมมากมาย และยังไม่มีการตั้งชื่อพันธุ์ อย่างไรก็ตามสามารถแบ่งมะไฟจีนตามลักษณะของผลและเมล็ด คือ แบ่งตามลักษณะของผล 3 ชนิด คือ

- ชนิดผลกลม
- ชนิดผลรี
- ชนิดผลรีและปลายแหลม

แบ่งตามลักษณะของการติดเมล็ดภายในผล 2 ชนิด คือ

- พวกมีเมล็ดมาก มีเมล็ด 3-5 เมล็ดต่อผล
- พวกมีเมล็ดน้อย มีเมล็ด 0-2 เมล็ดต่อผล

แบ่งตามลักษณะของเปลือกมี 2 ชนิด คือ

- ชนิดเปลือกบาง
- ชนิดเปลือกหนา

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรน่าน ซึ่งปลูกมะไฟจีนมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2504 ได้ทำการคัดเลือกพันธุ์มะไฟจีนที่มีผลขนาดเล็กไม่เกิน 1.5 เซนติเมตร มีเมล็ดน้อย เนื้อมาก เปลือกบางตามความต้องการของกลุ่มผู้แปรรูปจากผลิตภัณฑ์มะไฟจีน เพื่อสนับสนุนการปลูกมะไฟจีนของเกษตรกรจังหวัดน่าน ตามนโยบายส่งเสริมพืชท้องถิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ของจังหวัด คือ มะไฟจีนซึ่งนิยมใช้ในการแปรรูป และมีรายได้เข้าสู่ชุมชนมากกว่า 5-10 ล้านบาทต่อ

ปีนอกจากนี้จากการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนานได้นำผลมะไฟจีนสดทดสอบความนิยมของตลาดโดยการจัดนิทรรศการในโอกาสต่าง ๆ พบว่าผู้บริโภคนิยมรสชาติของมะไฟจีนเป็นจำนวนมากแต่เหตุที่ยังไม่มีผลมะไฟจีนสดแพร่หลายในท้องตลาดเนื่องจากมะไฟจีนส่วนมากเปลือกบางและเสียหายได้ง่ายในระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง จึงสมควรที่จะทำการคัดเลือกพันธุ์มะไฟจีนที่มีขนาดผลใหญ่ เปลือกหนาเหมาะสำหรับการบริโภคสดเพิ่มขึ้น

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

กิจกรรมที่ 1 ปรับปรุงพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตมะไฟจีน

การทดลองที่ 1.1 คัดเลือกพันธุ์มะไฟจีนสำหรับการแปรรูปและบริโภคสด

ระยะเวลา เริ่มต้น 2555 สิ้นสุด 2558

วิธีการดำเนินงาน

1. คัดเลือกต้นแม่พันธุ์มะไฟจีนในแปลงรวบรวมพันธุ์จำนวน 98 สายพันธุ์ โดยคัดต้นพันธุ์ที่คาดว่าจะมีลักษณะตามมาตรฐานพันธุ์ ดังนี้
 - 1.1 มาตรฐานพันธุ์มะไฟจีนสำหรับการแปรรูป คือ มีเมล็ดเฉลี่ยภายในช่อ 1-2 เมล็ดต่อผลรสเปรี้ยว ขนาดผลไม่ใหญ่มาก และเปลือกค่อนข้างหนา
 - 1.2 มาตรฐานพันธุ์มะไฟจีนสำหรับบริโภคสด คือ มีเมล็ดเฉลี่ยในช่อ 0-1 เมล็ดต่อผล ผลมีรสชาติดหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย ขนาดผลใหญ่และเปลือกบาง
2. ขยายพันธุ์ต้นแม่พันธุ์ที่คัดเลือกได้ตามมาตรฐานพันธุ์มะไฟจีน (ช่อ 1. และ ช่อ 2) โดยวิธีเสียบยอดนำไปปลูกเพิ่มเติมในแปลงเปรียบเทียบพันธุ์มะไฟจีนพันธุ์ละ 4-6 ต้น (รวมไม่ต่ำกว่า 200 ต้น)
3. เก็บข้อมูลคุณภาพของมะไฟจีนจากต้นพันธุ์ที่มีอยู่เปรียบเทียบคุณภาพ การเจริญเติบโต และผลผลิตของมะไฟจีนแต่ละสายพันธุ์
4. ศึกษาพฤติกรรมการออกดอกติดผลและลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะไฟจีนแต่ละสายพันธุ์

การบันทึกข้อมูล

- การเจริญเติบโต วันออกดอก วันติดผล พัฒนาการของผล
- ข้อมูลผลผลิต เช่น ปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต ความหวาน (องศาบริกซ์) จำนวนเมล็ดต่อผล (โดยเก็บตัวอย่างเป็นช่อ ไม่ต่ำกว่า 5 ช่อต่อต้น) หน่วยเป็น เมล็ดต่อผล
- ข้อมูลลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะไฟจีนแต่ละสายพันธุ์
- ข้อมูลการดูแลรักษา เช่น การให้ปุ๋ย การให้น้ำ การตัดแต่งกิ่ง การป้องกันกำจัดโรคและแมลง
- ข้อมูลค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

สถานที่ทำการทดลอง

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรน่าน (พื้นที่ 2 ไร่)

กิจกรรม 1 ปรับปรุงพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตมะไฟจีน

การทดลอง 1.2 ศึกษาวิธีการขยายพันธุ์มะไฟจีนที่มีประสิทธิภาพ

ระยะเวลา เริ่มต้น 2555 สิ้นสุด 2557

วิธีการดำเนินงาน

วางแผนการทดลองแบบ RCB (Randomized Complete Block) จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 50 ต้น กำหนดกรรมวิธีดังนี้

- 1) การขยายพันธุ์โดยกรรมวิธีทาบกิ่ง
- 2) การขยายพันธุ์โดยวิธีเสียบข้างบนต้นกล้ามะไฟจีน
- 3) การขยายพันธุ์โดยวิธีเสียบยอดบนต้นกล้ามะไฟจีน
- 4) การขยายพันธุ์โดยวิธีเสียบข้างบนต้นมะไฟจีนที่ปลูกในแปลงอายุ 1 ปี
- 5) การขยายพันธุ์โดยวิธีเสียบยอดบนต้นมะไฟจีนที่ปลูกในแปลงอายุ 1 ปี

- เพาะเมล็ดมะไฟจีนเพื่อเตรียมเป็นต้นตอในการขยายพันธุ์ตามกรรมวิธีจำนวน 2,000 ต้น
- เตรียมแปลงปลูกสำหรับต้นตอที่จะดำเนินการทดลองการโดยวิธีเสียบข้างและเสียบยอดบนต้นตอในแปลงปลูกอายุ 1 ปี จำนวน 400 ต้น โดยจะใช้ต้นมะไฟจีนอายุ 9-10 เดือน คัดเลือกต้นตอที่แข็งแรงจำนวน 400 ต้น นำไปปลูกในแปลงขนาด 1.2x2 เมตร ระยะปลูก 1x1 เมตร ทำการดูแลรักษาตามความเหมาะสม
- เตรียมต้นกล้ามะไฟจีนที่จะดำเนินการทดลองการเสียบยอดและวิธีเสียบข้างบนต้นกล้ามะไฟจีน โดยเพาะเมล็ดมะไฟจีนในถาดเพาะและย้ายกล้ามาลงถุงพลาสติกที่บรรจุดินร่วน แกลบดิบ และปุ๋ยคอก อัตรา 2:1:1 ทำการดูแลรักษาตามความเหมาะสม

1. การขยายพันธุ์โดยกรรมวิธีทาบกิ่ง

- อุปกรณ์
- ต้นตอมะไฟจีน
 - ต้นแม่พันธุ์มะไฟจีน
 - พลาสติกทึบแสงขนาด 1x12 นิ้ว
 - เชือกฟาง (ใช้มัดต้นตอกับต้นแม่พันธุ์)

วิธีทำ

- นำต้นตอมาฉีกเป็นรูปปากฉลาม ความยาวประมาณ 5-6 เซนติเมตร

- ฉีดยาแผลต้นแม่พันธุ์จากปลายยอดลงมาประมาณ 50 เซนติเมตร แล้วนำเอาต้นต่อที่ฉีดยาไว้ใช้มือกดให้แน่น แล้วเอาพลาสติกทึบแสงพันจากข้างล่างขึ้นข้างบนแล้วพันจากข้างบนลงข้างล่างอีกรอบแล้วมัดให้แน่น
- หลังจากนั้น 45-60 วันเมื่อแผลติดสนิทแล้ว ทำการตัดกิ่งยอดแม่พันธุ์ ซึ่งให้ตัดด้านล่างแผลที่ทาบกิ่งลงมาประมาณ 5-6 เซนติเมตร
- นำต้นที่ทาบกิ่งติดแล้ว เข้าไปไว้ในโรงเรือนเพื่อเร่งการออกรากและเจริญเติบโต ใช้เวลาประมาณ 10-15 วัน นำออกมาจากโรงเรือนเตรียมนำไปปลูกต่อไป

2. การขยายพันธุ์โดยวิธีเสียบข้างบนต้นกล้ามะไฟจีน

- อุปกรณ์
- ยอดพันธุ์ดี
 - ต้นตออายุ 1 ปี ขึ้นไป สูงประมาณ 30-50 เซนติเมตร
 - พลาสติกทึบแสง ขนาดกว้าง 1 นิ้ว ยาว 12 นิ้ว
 - ถุงพลาสติกใส ขนาด 8 x 12 นิ้ว
 - เชือกฟาง
 - มีดตัดตา

วิธีทำ

- นำต้นตอมาตัดยอดสูงจากโคนต้นประมาณ 8-10 นิ้ว หลังจากนั้น ใช้มีดผ่ากลางลำต้น ลึกประมาณ 1 นิ้ว
- นำยอดพันธุ์ดี มีใบติดมา 2-3 ใบ ขนาดความยาวของยอด 6-8 นิ้ว นำมาตัดเป็นกลุ่มยาวประมาณ 1 นิ้ว เพื่อใช้เสียบไปที่แผลของต้นตอ
- นำยอดที่ฉีดยาเป็นรูปลิ้มเสียบลงไปต้นตอ กดให้แน่น ใช้พลาสติกทึบแสงพันจากด้านบนลงด้านล่างแล้วพันจากด้านล่างขึ้นด้านล่างให้แน่น โดยให้เหลือปลายยอดกิ่งพันธุ์ดีไว้
- หลังจากพันเสร็จแล้ว นำถุงพลาสติกใสขนาด 8x12 นิ้ว มาคลุมยอดที่เสียบไว้ เพื่อป้องกันการคายน้ำ
- หลังจากนั้น 45-60 วัน เปิดปากถุงออกรอให้ยอดที่เสียบไว้เจริญเติบโตต่อไป

3. การขยายพันธุ์โดยวิธีเสียบยอดบนต้นกล้ามะไฟจีน

- อุปกรณ์
- ยอดพันธุ์ดี
 - ต้นตออายุ 1 ปี ขึ้นไป สูงประมาณ 30-50 เซนติเมตร
 - พลาสติกทึบแสง ขนาดกว้าง 1 นิ้ว ยาว 12 นิ้ว

- เชือกฟาง
- มีดตัดตา

วิธีทำ

- นำต้นตอเถื่อนด้านข้างของลำต้นสูงประมาณ 6-8 นิ้ว โดยเถื่อนให้แผลมีความยาวประมาณ 1 นิ้ว ให้ถึงเนื้อไม้
- หลังจากนั้นนำยอดพันธุ์ตัดใบออกทั้งหมด นำมาเถื่อนโดยเถื่อนด้านในด้านหนึ่งให้มีความยาวของแผลขนาด 1 นิ้ว เพื่อนำไปติดกับต้นตอที่เราเถื่อนแผลไว้
- จากนั้นนำเอายอดพันธุ์ดีมาทาบกับต้นแล้วกดให้แน่น แล้วนำเอาแผ่นพลาสติกพันจากด้านล่างขึ้นข้างบนแล้วพันจากด้านบนลงด้านล่างอีกรอบให้แน่น
- หลังจากนั้น 45-60 วัน มาเปิดพลาสติกที่พันรอบๆกิ่งพันธุ์ที่ออก รอดแตกยอดใหม่(เมื่อแตกยอดใหม่แล้วทำการตัดยอดของต้นตอทิ้งให้ยอดพันธุ์ดีเจริญเติบโตต่อไป

4. การขยายพันธุ์โดยวิธีเสียบข้างบนต้นมะไฟเงินที่ปลูกในแปลงอายุ 1 ปี

- อุปกรณ์
- ยอดพันธุ์ดี
 - ต้นมะไฟเงินที่ปลูกในแปลงอายุ 1 ปี ขึ้นไป
 - พลาสติกทึบแสง ขนาดกว้าง 1 นิ้ว ยาว 12 นิ้ว
 - ถุงพลาสติกใส ขนาด 8 x 12 นิ้ว
 - เชือกฟาง
 - มีดตัดตา

วิธีทำ

- นำต้นตอมาตัดยอดสูงจากโคนต้นประมาณ 8-10 นิ้ว หลังจากนั้นใช้มีดผ่ากลางลำต้น ลึกประมาณ 1 นิ้ว
- นำยอดพันธุ์ดี มีใบติดมา 2-3 ใบ ขนาดความยาวของยอด 6-8 นิ้ว นำมาตัดเป็นกลุ่มยาวประมาณ 1 นิ้ว เพื่อใช้เสียบไปที่แผลของต้นตอ
- นำยอดที่เถื่อนเป็นรูปกลมเสียบลงไปต้นตอ กดให้แน่น ใช้พลาสติกทึบแสงพันจากด้านล่างขึ้นข้างบนแล้วพันจากด้านล่างขึ้นด้านบนให้แน่น โดยให้เหลือปลายยอดกิ่งพันธุ์ดีไว้
- หลังจากพันเสร็จแล้ว นำถุงพลาสติกใสขนาด 8x12 นิ้ว มาคลุมยอดที่เสียบไว้ เพื่อป้องกันการคายน้ำ
- หลังจากนั้น 45-60 วัน เปิดปากถุงออกกรอให้ยอดที่เสียบไว้เจริญเติบโตต่อไป

5. การขยายพันธุ์โดยวิธีเสียบยอดบนต้นมะไฟเงินที่ปลูกในแปลงอายุ 1 ปี

- อุปกรณ์
- ยอดพันธุ์ดี
 - ต้นตออายุ 1 ปี ขึ้นไป สูงประมาณ 30-50 เซนติเมตร
 - พลาสติกทึบแสง ขนาดกว้าง 1 นิ้ว ยาว 12 นิ้ว
 - เชือกฟาง
 - มีดตัดตา

วิธีทำ

- นำต้นตอเชื่อมด้านข้างของลำต้นสูงประมาณ 6-8 นิ้ว โดยเชื่อมให้แผลมีความยาวประมาณ 1 นิ้ว ให้ถึงเนื้อไม้
- หลังจากนั้นนำยอดพันธุ์ดีตัดใบออกทั้งหมด นำมาเชื่อมโดยเชื่อมด้านในด้านหนึ่งให้มีความยาวของแผลขนาด 1 นิ้ว เพื่อจะนำไปติดกับต้นตอที่เราเชื่อมแผลไว้
- จากนั้นนำเอายอดพันธุ์ดีมาทาบกับต้นแล้วกดให้แน่น แล้วนำเอาแผ่นพลาสติกพันจากด้านล่างขึ้นข้างบนแล้วพันจากด้านบนลงด้านล่างอีกรอบให้แน่น
- หลังจากนั้น 45-60 วัน มาเปิดพลาสติกที่พันรอบๆกิ่งพันธุ์ดีออก รดน้ำบ่อยๆ (เมื่อแต่ยอดใหม่แล้ว) ทำการตัดยอดของต้นตอทิ้งให้ยอดพันธุ์ดีเจริญเติบโตต่อไป

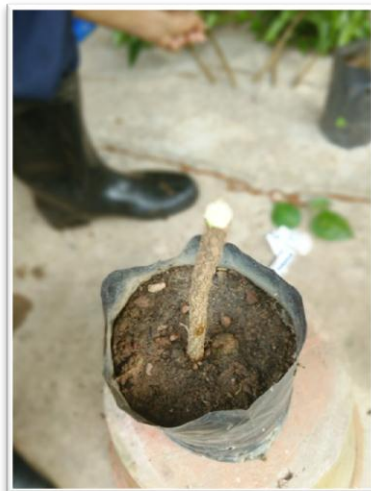


ภาพที่ 1 การขยายพันธุ์โดยกรรมวิธีทาบกิ่ง

การทาบกิ่ง (ต้องเตรียมต้นตอ 8-12 เดือน+ทาบ 2 เดือน+ชำ 1 เดือน รวม > 1 ปี



ภาพที่ 2 การขยายพันธุ์โดยวิธีเสียบข้างบนต้นกล้ามะไฟจีน





ภาพที่ 3 การขยายพันธุ์โดยวิธีเสียบยอดบนต้นกล้วยมะไฟจีน



ภาพที่ 4 การขยายพันธุ์โดยวิธีเสียบข้างบนต้นมะไฟเงินที่ปลูกในแปลงอายุ 1 ปี



ภาพที่ 5 การขยายพันธุ์โดยวิธีเสียบยอดบนต้นมะไฟจีนที่ปลูกในแปลงอายุ 1 ปี

การบันทึกข้อมูล

- เปรอร์เซ็นต์การรอดตายของต้นมะไฟจีน อายุ 2 เดือน หลังจากขยายพันธุ์ด้วยกรรมวิธีต่างๆ

สถานที่ทำการทดลอง

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรน่าน (พื้นที่ 2 ไร่)

กิจกรรมที่ 2 เทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์มะไฟจีน

การทดลองที่ 2.1 การสร้างองค์ความรู้เพื่อพัฒนาวิธีการแปรรูปและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากมะไฟจีน

ระยะเวลาเริ่มต้น 2555 สิ้นสุด 2557

วิธีการดำเนินงาน

1. ติดต่อประสานงานกลุ่มแม่บ้าน เพื่อที่นัดประชุมและสัมมนากลุ่มผู้ผลิตมะไฟจีนและผลิตภัณฑ์จากมะไฟจีน
2. จัดเตรียมเอกสารและวัสดุ สำหรับทดสอบการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมะไฟจีน โดยใช้เทคนิคที่ได้จากกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมะไฟจีน เพื่อใช้ในการสร้างองค์ความรู้และพัฒนาวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมะไฟจีน
3. ประชุมและสัมมนากลุ่มแปรรูปมะไฟจีน จำนวน 4 กลุ่ม คือ
 1. กลุ่มแปรรูปมะไฟจีนบ้านกอก ม.1 ต.ท่าข้าว อ.ภูเพียง จ.น่าน
 2. กลุ่มแปรรูปมะไฟจีนบ้านแช่พลาง ม.7 ต.ท่าข้าว อ.ภูเพียง จ.น่าน
 3. กลุ่มแปรรูปมะไฟจีนบ้านหนองรัง ม.4 ต.ท่าข้าว อ.ภูเพียง จ.น่าน
 4. กลุ่มแปรรูปมะไฟจีนบ้านท่าดอนชัย อ.เวียงสา จ.น่าน
4. ขั้นตอนการแปรรูป

จากการเสวนาและสอบถามกลุ่มผู้แปรรูปมะไฟจีนทั้งหมด 4 กลุ่ม เรื่องขั้นตอนการแปรรูปมะไฟจีน พบว่า ขั้นตอนการแปรรูปทุกขั้นตอน และส่วนผสมเหมือนกัน ยกเว้นกลุ่มแม่บ้านบ้านกอก ได้มีการเติมวิตามินซี ลงไป โดยอัตราที่ใช้คือ มะไฟจีน 10 กิโลกรัม ใช้วิตามินซี 1 ซ่อนชา เพื่อเพิ่มความสวยงามของสีผลมะไฟจีนหลังการแปรรูป และเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้แก่ผลิตภัณฑ์ พบว่าขั้นตอนการแปรรูป มีดังนี้

- เด็ดขั้วผล และคัดเกรดผลมะไฟจีน ออกเป็น ขนาดของผล (เล็ก และใหญ่) และการสุกของผล เมื่อคัดแยกนำผลมะไฟจีนไปล้างน้ำ 3 ครั้ง
- นำผลมะไฟจีนคลุกกับเกลือ โดยมะไฟจีน 20 กิโลกรัม ใส่เกลือ 500 กรัม แล้วหมักทิ้งไว้ 1 – 2 ชั่วโมง
- เมื่อหมักเสร็จแล้ว นำผลมะไฟจีนมาบีบเอาเมล็ดออก และนำไปคลุกกับน้ำตาล (อัตราการใช้ มะไฟจีน : น้ำตาล = 3 : 1) และเติมเกลืออีก 100 กรัม หมักทิ้งไว้ 1 คืน
- นำมะไฟจีนที่หมักไว้ 1 คืน ไปตากใส่ถาดแล้วนำไปตากแดดอย่างน้อย 7 แดด (7 วัน) พร้อมทั้งพลิกกลับมะไฟจีนทุก 2 ชั่วโมง จะทำให้มะไฟจีนแห้งเร็ว และสีสวย

- คัดมะไฟเงินหลังตากแห้ง โดยคัดผลที่แปลก และสีดำออก แล้วเก็บใส่ถุงพลาสติก (ผลมะไฟเงินสด 100 กิโลกรัม แปรรูปเป็นมะไฟเงินตากแห้งได้ 35 กิโลกรัม)

การบันทึกข้อมูล

- ขั้นตอนการแปรรูปมะไฟเงินของกลุ่มแปรรูปมะไฟเงินบ้านแซ่พลาจ, บ้านกอก, บ้านหนองรัง และบ้านท่าดอนชัย
- ข้อมูลวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์แปรรูปมะไฟเงินทั้ง 4 กลุ่ม ได้แก่ บ้านแซ่พลาจ, บ้านกอก, บ้านหนองรัง และบ้านท่าดอนชัย

สถานที่ทำการทดลอง

- กลุ่มแปรรูปมะไฟเงินบ้านกอก ม.1 ต.ท่าน้ำว อ.ภูเพียง จ.น่าน
- กลุ่มแปรรูปมะไฟเงินบ้านแซ่พลาจ ม.7 ต.ท่าน้ำว อ.ภูเพียง จ.น่าน
- กลุ่มแปรรูปมะไฟเงินบ้านหนองรัง ม.4 ต.ท่าน้ำว อ.ภูเพียง จ.น่าน
- กลุ่มแปรรูปมะไฟเงินบ้านท่าดอนชัย อ.เวียงสา จ.น่าน

การทดลองที่ 2.2 พัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่จากมะไฟเงิน

ระยะเวลา เริ่มต้น 2556 สิ้นสุด 2558

วิธีการดำเนินงาน

แปรรูปผลิตภัณฑ์มะไฟเงินดองเค็ม โดยพัฒนาจากมะนาวดอง วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 กรรมวิธี 4 ซ้ำ โดยใช้ น้ำดองที่ได้จากกรรมวิธีดังต่อไปนี้ (ใช้ผลิตภัณฑ์มะนาวดองเป็น Control)

กรรมวิธีที่ 1	กรรมวิธีที่ 2	กรรมวิธีที่ 3	กรรมวิธีที่ 4
ของเหลวที่ได้จากการหมัก	ของเหลวที่ได้จากการหมัก	-เกลือ 16 เปอร์เซ็นต์	-น้ำเกลือความเข้มข้น
ส่วนผสมดังต่อไปนี้	ส่วนผสมดังต่อไปนี้	-ซอสถั่วเหลือง 8 เปอร์เซ็นต์	15 เปอร์เซ็นต์
-น้ำเกลือ 11 เปอร์เซ็นต์	-เกลือ 27 เปอร์เซ็นต์	-น้ำส้มสายชู 4 เปอร์เซ็นต์	
-ถั่วเหลือง 62 เปอร์เซ็นต์	-น้ำหมักปลา 70 เปอร์เซ็นต์	-น้ำตาล 3 เปอร์เซ็นต์	
-แป้งสาลี 22 เปอร์เซ็นต์	-น้ำตาล 3.0 เปอร์เซ็นต์		
-น้ำตาล 4.9 เปอร์เซ็นต์			

แบ่งมะไฟเงินออกเป็น 3 กลุ่ม ตามความสุกแก่ คือ ห่าม(ผิวสีเขียวอ่อน) เกือบสุก(ผิวสีเหลืองอมเขียว) สุก(ผิวสีเหลือง) ดองด้วยน้ำดองตามกรรมวิธีข้างต้น เก็บรักษาในภาชนะแก้วและประเมินคุณภาพเปรียบเทียบกับมะนาวดองเมื่อผ่านการเก็บรักษาอย่างน้อย 2 ครั้ง (6 เดือนและ 12 เดือน) วิเคราะห์คุณภาพ/คุณค่าทางอาหาร/ประเมินการยอมรับผลิตภัณฑ์ และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา ไม่น้อยกว่า 6 เดือน

การบันทึกข้อมูล

- บันทึกกรรมวิธีการแปรรูป/อัตราส่วนของวัตถุดิบ/ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในกรรมวิธีต่าง ๆ และประเภทความสุกแก่ของผลมะไฟจีนในกรรมวิธี
- บันทึกคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลอง เป็นการยอมรับจากผู้บริโภคในระดับห้องปฏิบัติการ
- บันทึกข้อมูลคุณภาพ คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์ ภายหลังการแปรรูป และการเปลี่ยนแปลงตลอดการเก็บรักษา
- บันทึกต้นทุนการผลิตของกรรมวิธีต่าง ๆ

สถานที่ทำการทดลอง

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรน่าน

การทดลองที่ 2.3 ทดสอบเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์มะไฟจีน

ระยะเวลา เริ่มต้น 2557 สิ้นสุด 2558

วิธีการดำเนินงาน

ทำการอบรมผู้ผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์มะไฟจีนใน จ.น่าน เพื่อเผยแพร่เทคโนโลยีการแปรรูปมะไฟจีนแบบมีมาตรฐาน และอบรมหลักสูตรเกี่ยวกับการแปรรูปอาหารและโภชนาการต่าง ๆ และคัดเลือกผู้ร่วมวิจัยจากกลุ่มดังกล่าว ทำการดำเนินการวิจัยร่วมกับกลุ่มผู้ผลิตฯ ที่เข้าร่วมงานวิจัย โดยเปรียบเทียบกรรมวิธีมาตรฐานกับกรรมวิธีดั้งเดิมของกลุ่มผู้ผลิตฯ ทำการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยเก็บข้อมูลการยอมรับจากผู้บริโภคทั่วไป ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์ โดยใช้ข้อมูลโภชนาการตามฉลากโภชนาการ วิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี และปริมาณแมกนีเซียม

บันทึกข้อมูล

ขั้นตอนการอบรม/หลักสูตร/ผู้เข้ารับการอบรม/ผลการประเมินผู้เข้าอบรมก่อนและหลังการอบรม รายชื่อกลุ่มแม่บ้านผู้ผลิตผลิตภัณฑ์มะไฟจีน และเกษตรกรที่เข้าร่วมงานวิจัยและผู้เข้าร่วมการอบรมฯ ขั้นตอนการผลิตของกรรมวิธีมาตรฐานกับกรรมวิธีดั้งเดิมโดยละเอียดต้นทุนการผลิตของแต่ละกรรมวิธีและความแตกต่างของกรรมวิธีมาตรฐานกับกรรมวิธีดั้งเดิมข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคและข้อมูลคุณค่าทางอาหาร/ข้อมูลโภชนาการและอื่น ๆ

สถานที่ดำเนินงาน

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรน่าน ร่วมกับผู้ผลิตและแปรรูปมะไฟจีน ในเขต อ.เมือง ภูเมือง เวียงสา จ.น่าน

การทดลองที่ 2.4 พัฒนาเครื่องอบอุณหภูมิสำหรับผลิตภัณฑ์มะไฟเงินอบแห้ง

ระยะเวลา เริ่มต้น 2556 สิ้นสุด 2558

วิธีการดำเนินการ

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการสร้างและทดสอบเครื่องลดความชื้นมะไฟเงินเชื่อมให้เป็นมะไฟเงินเชื่อมแห้ง ซึ่งเดิมทีกลุ่มผู้แปรรูปใช้วิธีทำแห้งด้วยการตากแดดในโรงตาก โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย คือ

1. ดำเนินการสร้างต้นแบบเครื่องลดความชื้น 2 แบบ คือ เครื่องลดความชื้นแบบถังวงกลม และเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม เพื่อทดสอบลดความชื้นมะไฟเงินเชื่อมให้เป็นมะไฟเงินเชื่อมแห้ง
2. ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องลดความชื้นแบบถังวงกลม โดยได้นำเครื่องต้นแบบขนาดลดความชื้นชาเขียวมาปรับปรุง คือ ปรับที่ถ่วงน้ำหนักให้มีผิวเรียบ และส่วนของเพลานวดให้มีใบที่สามารถพลิกกลับมะไฟเงินได้ (ภาพที่ 6 ก) เพื่อให้ลมกระจายผ่านเข้าไปในช่องว่างระหว่างชั้นผลของมะไฟเงินทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำออกมาที่ลมร้อนที่เป่า

2.1. ทำการทดสอบเบื้องต้น เครื่องลดความชื้นแบบถังวงกลม โดยใช้มะไฟเงินเชื่อมน้ำตาล ประมาณ 4 กิโลกรัม

2.2. นำข้อบกพร่องจากปัญหาที่พบในการทดสอบเบื้องต้น มาวิเคราะห์ เพื่อแก้ไขปัญหา โดยปรับลดความชื้นกับเพลาชุดใบกวาดให้ได้ศูนย์กลางเดียวกันมากกว่าครั้งแรก ทำให้สามารถตั้งระยะใบกวาดกับผนังถังลดความชื้นได้ชัดเจน และทำชุดใบกวาดใหม่ 2 แบบ คือ แบบที่หนึ่งใช้แผ่นอะคริลิกหนา 10 มิลลิเมตร ขนาด กว้าง 55 มิลลิเมตร ยาว 960 มิลลิเมตร (ภาพที่ 6 ข) ทำเป็นใบกวาด และแบบที่สองใช้แผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมหนา 0.5 มิลลิเมตร กว้าง 50 มิลลิเมตร ยาว 960 มิลลิเมตร สองแผ่นประกบกัน ตรงกลางใช้แผ่นอะคริลิกหนา 2 มิลลิเมตร ยาวเลยแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมออกไปประมาณ 10 มิลลิเมตร (ภาพที่ 6 ค) ทางด้านที่ติดกับผนังห้องลดความชื้น เพื่อให้สามารถให้ตัวได้ ขณะที่ใบกวาดทำงาน

2.3. ทดสอบเก็บข้อมูลโดยใช้มะไฟเงินเชื่อมน้ำตาลจำนวน 4 กิโลกรัม ใช้เวลาลดความชื้นประมาณ 30 นาที ตั้งอุณหภูมิลมร้อน 70 องศาเซลเซียส สภาวะอากาศแวดล้อม อุณหภูมิ 32 เซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 63 เปอร์เซ็นต์



ก



ข



ค

ภาพที่ 6 ก ชุดใบกวาด ข ใบกวาดแบบที่หนึ่ง ค ใบกวาดแบบที่สอง

3. ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม มีโครงสร้างหลักสำคัญ 4 ส่วน มีแนวคิดในการออกแบบเป็นการลดความชื้นแบบขั้นบันได คือ มีถาดที่ใส่มะไฟเงินเชื่อม 12 ชั้น มีช่องเป่าลมร้อนออกมาจากผนังด้านข้างของเครื่องลดความชื้น และออกแบบให้มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่บางส่วน เพื่อให้ประหยัดพลังงานมากขึ้น

3.1 การทดสอบเบื้องต้น เพื่อหาค่าการกระจายอุณหภูมิลมร้อนในเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม โดยตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 60 องศาเซลเซียส วัดอุณหภูมิภายในตู้ที่ ชั้นที่ 11 ด้านซ้าย T1 ด้านขวา T2 ชั้นที่ 6 ตรงกลาง T3 ชั้นที่ 1 ด้านซ้าย T4 ด้านขวา T5 และได้เก็บข้อมูล T_d คือ อุณหภูมิภายนอกกระเปาะแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม ทดสอบ 2 กรรมวิธี คือ ทดสอบโดยเปิดปล่องลมร้อนทั้งพร้อมทั้งปิดปล่องอากาศเวียนกลับและการทดสอบโดยปิดปล่องลมร้อนทั้งพร้อมทั้งเปิดปล่องอากาศเวียนกลับการทดสอบทำติดต่อกันระยะเวลา 5 ชั่วโมง บันทึกข้อมูลทุกๆชั่วโมง

3.2 การทดสอบหาปริมาณลมร้อน โดยวัดความเร็วลมที่ปลายทางเข้าของท่อลมร้อนเข้า ซึ่งที่ท่อลมทางเข้าพัดลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 เมตร ทำการวัดความเร็วลม 5 จุด โดยวัดในสองกรณี คือ วัดความเร็วลมที่ท่อลมทางเข้าพัดลม ปิดท่อลมเวียนกลับพร้อมทั้งเปิดท่อลมทิ้ง และวัดความเร็วลมที่ท่อลมทางเข้าพัดลม เปิดท่อลมเวียนกลับพร้อมทั้งพร้อมทั้งปิดท่อลมทิ้ง

3.3 ทดสอบวัดความเร็วลมที่ออกจากช่องลมภายในห้องลดความชื้น มีขนาดช่องกว้าง 1 มิลลิเมตร ยาว 40 มิลลิเมตร ทำการวัด 12 ชั้นๆ ละ 6 จุด จุดที่ 1 ผนังด้านขวา วัดตรงช่องลมออกด้านในสุด จุดที่ 2 วัดที่ช่องลมออกตรงกึ่งกลาง และ จุดที่ 3 วัดที่ช่องลมออกนอกสุด สำหรับ จุดที่ 4-6 วัดในตำแหน่งเดียวกันของผนังอีกข้างจากในออกมานอกเช่นกัน เพื่อหาค่าเฉลี่ยความเร็วลมของลมในห้องลดความชื้น

3.4 ทดสอบหาสัดส่วนองค์ประกอบโดยน้ำหนักของผลมะไฟเงิน โดยสุ่ม 1ผล/ตัวอย่าง จำนวน 20 ตัวอย่าง และทดสอบเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยมเบื้องต้น โดยใช้มะไฟเงินเชื่อมน้ำตาล ใส่ในถาดเกลี่ยให้เป็นชั้นบางๆ ประมาณถาดละ 4 กิโลกรัม ทำการลดความชื้นในเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม โดยทดสอบการยอมรับร่วมกับกลุ่มแปรรูปมะไฟเงิน ตำบลท่านาว อำเภอกุญแจ จังหวัดน่าน

3.5 การทดสอบลดความชื้นมะไฟเงินเชื่อม โดยใช้มะไฟเงินเชื่อมบรรจุถาดละ 4 กิโลกรัม จำนวน 12 ถาด ตั้งอุณหภูมิเครื่องลดความชื้น 60 องศาเซลเซียส ทำการคนมะไฟเงินในถาดทุก 3 ชั่วโมง หลัง 12 ชั่วโมง ทำการคนทุก 1 ชั่วโมง ใช้เวลาในการลดความชื้นทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง บันทึกข้อมูลทุก 3 ชั่วโมง ในส่วนของน้ำหนักมะไฟเงิน น้ำหนักแก๊สหุงต้ม อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพอากาศแวดล้อม ทดสอบจำนวน 3 ซ้ำ พร้อมทั้งสุ่มเก็บตัวอย่างมะไฟเงินเชื่อมที่แห้งแล้ว 20 ตัวอย่าง/ซ้ำ เพื่อตรวจสอบความชื้นสุดท้าย

4. รวบรวมข้อมูลการดำเนินการมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพื่อเขียนรายงานสรุปผลการดำเนินการตลอดโครงการ

สถานที่ทำการทดลอง

ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่และสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 จ. เชียงใหม่
กลุ่มผู้แปรรูปมะไฟเงินบ้านกอก เลขที่ 89 หมู่ 1 ตำบลท่าน้าว อำเภอกู่เพียง จ.น่าน

ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and Discussion)

กิจกรรมที่ 1 ปรับปรุงพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตมะไฟจีน

การทดลองที่ 1.1 คัดเลือกพันธุ์มะไฟจีนสำหรับการแปรรูปและบริโภคสด

รวบรวมและคัดเลือกต้นแม่พันธุ์มะไฟจีนจากแปลงเกษตรกรนำมาปลูกแปลงแปลงในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรน่าน เตรียมต้นตอเพื่อทำการขยายพันธุ์ต้นแม่พันธุ์ที่มีลักษณะดีไม่น้อยกว่า 10 สายพันธุ์เพื่อนำไปปลูกในแปลงต่อไป ปฏิบัติดูแลบำรุงรักษาแปลงแม่พันธุ์มะไฟจีน จำนวน 96 ต้น โดยการตัดแต่งกิ่ง ใส่ปุ๋ย ให้น้ำ ดูแลรักษาต้นพันธุ์คัดเลือกแล้วในแปลงเปรียบเทียบ จำนวน 16 สายต้น บันทึกข้อมูลทางด้านการเจริญเติบโต จำแนกลักษณะของผลแต่ละสายต้น บันทึกข้อมูลผลผลิตต่อประกอบของผลผลิตของต้นมะไฟจีน อายุ 3 ปีพบว่า ข้อมูลด้านการเจริญเติบโต โดยคัดเลือกจากลำดับสายต้นจำนวน 16 สายต้น โดยความสูงมีค่าตั้งแต่ 99.33- 236.5 ซม. มีค่าเฉลี่ย 164.25 ซม. ขนาดทรงพุ่ม มีค่าตั้งแต่ 65.66-209.5 ซม. มีค่าเฉลี่ย 123.31 ซม. เส้นรอบวง มีค่าตั้งแต่ 11.70 – 25.00 ซม. มีค่าเฉลี่ย 20.35 ซม. (ตารางที่ 1)

ข้อมูลด้านขนาดและคุณภาพของผลมะไฟจีนสายต้นต่างๆ ที่คัดเลือกสำหรับการแปรรูปและบริโภคสด โดยค่าเฉลี่ยขนาดของผลที่คัดเลือก จำนวน 7 ลำดับ ที่นำมาคัดเลือก โดยน้ำหนักผลมีค่าตั้งแต่ 7.55-12.06 กรัม มีค่าเฉลี่ย 9.67 กรัม ความกว้างของผลมีค่าตั้งแต่ 2.33-2.67 ซม. มีค่าเฉลี่ย 2.47 ซม. ความยาวผลมีค่าตั้งแต่ 2.35-2.78 ซม. มีค่าเฉลี่ย 2.57 ซม. ความหวาน มีค่าตั้งแต่ 12.79-17.40 Brix มีค่าเฉลี่ย 14.29 Brix จำนวนเมล็ดต่อผลมีค่าตั้งแต่ 1 – 2 เมล็ดต่อผล ค่าเฉลี่ย 1.2 เมล็ดต่อผล ความหนาของเนื้อมีค่าตั้งแต่ 2.56-4.14 มม. มีค่าเฉลี่ย 3.38 มม. ความหนาของเปลือกมีค่าตั้งแต่ 0.36-0.56 มม. มีค่าเฉลี่ย 0.44 มม. (ตารางที่ 2)

มาตรฐานมะไฟจีนสำหรับการแปรรูป คือ มีเมล็ดเฉลี่ยภายในช่อ 1-2 เมล็ดต่อผล รสเปรี้ยว ขนาดผลไม่ใหญ่มาก และเปลือกค่อนข้างหนา มาตรฐานพันธุ์มะไฟจีนสำหรับบริโภคสด คือ มีเมล็ดเฉลี่ยภายในช่อ 0-1 เมล็ดต่อผลผลมีรสชาติดหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย ขนาดผลใหญ่และเปลือกบางจากการบันทึกข้อมูลและตามเกณฑ์มาตรฐานการคัดเลือกพันธุ์มะไฟจีนมีสายต้นที่คาดว่าจะได้รับการคัดเลือกสำหรับการแปรรูปคือสายต้นที่ 2 มีเมล็ดเฉลี่ยภายในช่อ 1.40 เมล็ด มีความหวาน 12.79 (Brix) น้ำหนักผลเฉลี่ย 10.29 กรัม ความหนาเปลือก 0.56 มม. และสายต้นที่ใช้ในการบริโภคสด คือสายต้นที่ 13 มีเมล็ดเฉลี่ยภายในช่อ 0.95 เมล็ด มีความหวาน 14.53 (Brix) น้ำหนักผลเฉลี่ย 12.06 กรัม ความหนาเปลือก 0.50 มม.

ตารางที่ 1 ความสูง ขนาดของทรงพุ่ม เส้นรอบวง ต้นมะไฟจีน อายุ 3 ปี

ลำดับ	สายต้น	ความสูง(ซม.)	ทรงพุ่ม (ซม.)			รอบลำต้น (ซม.)
			ตะวันออก- ตะวันตก(ซม.)	เหนือ-ใต้(ซม.)	เฉลี่ยทรงพุ่ม (ซม.)	
1	1	99.33	74.66	56.66	65.66	11.70
2	2	165.40	122.20	114.00	118.1	21.88
3	3	166.50	145.00	146.50	145.75	23.50
4	4	187.50	150.50	141.75	146.125	21.52
5	12	128.80	95.20	96.20	95.7	20.16
6	13	162.71	120.42	116.85	118.635	20.35
7	42	167.00	124.00	114.50	119.25	22.35
8	43	168.25	128.50	137.00	132.75	21.52
9	78	192.00	155.00	108.50	131.75	21.10
10	80	143.33	108.66	102.33	105.495	15.20
11	82	131.66	86.33	86.00	86.165	16.2
12	86	173.75	124.75	127.25	126	21.32
13	87	167.66	138.66	130.00	134.33	25.00
14	95	164.00	109.00	120.00	114.5	20.00
15	98	236.5	232.50	186.50	209.5	23.50
16	-	-	-	-	-	-
	เฉลี่ย	164.25	127.69	118.93	123.31	20.35

ตารางที่ 2 ขนาดและคุณภาพของผลมะไฟจีนสายต้นสำหรับการแปรรูปและบริโภคผลสด

ลำดับ	สายต้น	ค่าเฉลี่ยขนาดของผล			คุณภาพของผล			
		น้ำหนัก ผล(กรัม)	ความ กว้างผล (ซม.)	ความ ยาวผล (ซม.)	ความ หวาน (Brix)	จำนวน เมล็ด/ ผล	ความ หนา เนื้อ (มม.)	ความ หนา เปลือก (มม.)
1	1	7.55	2.41	2.42	14.00	2.00	2.99	0.46
2	2	10.29	2.479	2.628	12.79	1.40	3.23	0.56
3	3	9.31	2.45	2.551	14.33	1.25	3.71	0.39
4	4	8.43	2.33	2.35	13.23	1.00	2.56	0.43
5	12	10.81	2.59	2.66	13.78	1.00	4.14	0.42
6	13	12.06	2.676	2.776	14.53	0.95	3.62	0.50
7	42	9.28	2.38	2.63	17.40	1.10	3.44	0.36





ภาพที่ 7 แปลงรวบรวมสายพันธุ์มะไฟจีน

การทดลองที่ 1.2 ศึกษาวิธีการขยายพันธุ์มะไฟจีนที่มีประสิทธิภาพ

จากการดำเนินการตามกรรมวิธีที่ใช้ในการทดลอง และมีการวัดเปอร์เซ็นต์การรอดตายอายุ 2 เดือนหลังการดำเนินการขยายพันธุ์โดยกรรมวิธีต่างๆ การขยายพันธุ์โดยวิธีการเสียบยอดบนต้นกล้ามะไฟจีนมีศักยภาพมากที่สุด รองลงมาคือการขยายพันธุ์โดยกรรมวิธีทาบกิ่ง วิธีการเสียบข้างบนต้นกล้ามะไฟจีน วิธีการเสียบยอดบนต้นมะไฟจีนที่ปลูกในแปลงปลูกอายุ 1 ปี โดยมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายเท่ากับ 96 85 78 และ 76 ตามลำดับ และวิธีการขยายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายต่ำไม่เหมาะสมสำหรับการขยายพันธุ์ คือ วิธีการเสียบข้างบนต้นมะไฟจีนที่ปลูกในแปลงอายุ 1 ปี โดยมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายเท่ากับ 48 (ตารางที่ 3)

สรุปได้ว่า การขยายพันธุ์โดยวิธีการเสียบยอดบนต้นกล้ามะไฟจีนเป็นวิธีการที่ดีที่สุด สะดวกต่อการขยายพันธุ์ และสามารถปรับเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี และสามารถเลือกยอดพันธุ์ดีมาขยายพันธุ์ได้ตรงกับความต้องการ ส่วนวิธีการขยายพันธุ์โดยวิธีการทาบกิ่ง ต้องเสียเวลาในการทาบกิ่งโดยจะต้องให้กิ่งประสานกัน 45 วัน

และนำมาพักไว้ในโรงเรือนอีก 60 วัน แต่ก็สามารถปรับเปลี่ยนถ้าหากมีความพร้อมในเรื่องระยะเวลาและสถานที่
พื้นที่ วิธีการขยายพันธุ์โดยวิธีการเสียบข้างบนต้นกล้ามะไฟจีน การขยายพันธุ์โดยวิธีการเสียบยอดบนต้นมะไฟจีน
ที่ปลูกในแปลงอายุ 1 ปี พบว่า หากสภาพพื้นที่มีความเหมาะสมก็สามารถนำไปขยายพันธุ์ได้ ส่วนวิธีการที่มี
เปอร์เซ็นต์การรอดตายต่ำสุด คือ การขยายพันธุ์โดยวิธีเสียบข้างบนต้นมะไฟจีนที่ปลูกในแปลงอายุ 1 ปี อาจ
เนื่องมาจากการถูกแสงแดดทำให้ตายอดพันธุ์ดีเสียพันธุ์

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การรอดตายของต้นมะไฟจีนอายุ 2 เดือน หลังจากขยายพันธุ์ด้วยกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธีที่ใช้ในการทดลอง	เปอร์เซ็นต์การรอดตาย ของต้นมะไฟจีน ¹
1. วิธีทาบกิ่ง	85b ²
2. วิธีเสียบข้างบนต้นกล้ามะไฟจีน	78c
3. วิธีเสียบยอดบนต้นกล้ามะไฟจีน	96a
4. วิธีเสียบข้างบนต้นมะไฟจีนที่ปลูกในแปลงอายุ 1 ปี	48d
5. วิธีเสียบยอดบนต้นมะไฟจีนที่ปลูกในแปลงอายุ 1 ปี	76c
LSD _{0.05}	5.28
CV (%)	4.47

¹ ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

² ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
เปรียบเทียบโดยวิธี Least significant difference ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

กิจกรรมที่ 2 เทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์มะไฟจีน

การทดลองที่ 2.1 การสร้างองค์ความรู้เพื่อพัฒนาวิธีการแปรรูปและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากมะไฟจีน

จากการเสวนาและสอบถามเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์มะไฟจีนของกลุ่มแม่บ้านทั้ง 4 กลุ่ม พบว่ากลุ่มแม่บ้านทั้ง 4 กลุ่ม มีอัตราการใช้วัตถุดิบเหมือนกัน (มะไฟจีน:น้ำตาล:เกลือ, 3:1:0.02) กก. ยกเว้นกลุ่มแม่บ้านบ้านกอกใต้ใส่วิตามินซีเพิ่ม 10 กรัมที่อัตราส่วนเดียวกัน จากการแปรรูปมะไฟจีนผลสด 100 กก. จะได้ผลิตเป็นมะไฟจีนเชื่อมแห้งได้ 50 กก. ขั้นตอนการแปรรูปมะไฟจีนทั้ง 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มแม่บ้าน บ้านแซ่กลาง อ.ภูเพียง จ.น่าน

ส่วนผสม	มะไฟจีน	3 กิโลกรัม	ราคา 75 บาท
	น้ำตาลทราย	1 กิโลกรัม	ราคา 25 บาท
	เกลือ	20 กรัม	ราคา 5 บาท

ขั้นตอนการทำ

1. นำมะไฟจีนเด็ดขั้วคัดเลือกผลที่สุกงอม ล้างทำความสะอาด แล้วทำการปีบเอาเม็ดออก
2. นำผลมะไฟจีนคลุกกับเกลือเพื่อทำให้เปลือกมะไฟจีนนิ่ม ทิ้งไว้ 1-2 ชั่วโมง แล้วใส่น้ำตาลคลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วหมักทิ้งไว้ 1 คืน
3. นำมะไฟจีนที่หมักทิ้งไว้ใส่ถาดแล้วนำไปตากแดดอย่างน้อย 5 วัน พร้อมกับพลิกมะไฟจีนทุกๆ 2 ชั่วโมง จะทำให้ผลมะไฟจีนแห้งและมีสีสวย
4. พอได้มะไฟจีนที่แห้ง ทำการคัดผลที่แปลกและมีสีดำออก แล้วเก็บใส่ถุงพลาสติก

กลุ่มที่ 2 กลุ่มแม่บ้าน บ้านกอก อ.ภูเพียง จ.น่าน

ส่วนผสม	มะไฟจีน	3 กิโลกรัม	ราคา 75 บาท
	น้ำตาลทราย	1 กิโลกรัม	ราคา 25 บาท
	เกลือ	20 กรัม	ราคา 5 บาท
	วิตามิน ซี	10 กรัม	ราคา 110 บาท

ขั้นตอนการทำ

1. นำมะไฟจีนเด็ดขั้วคัดเลือกผลที่สุกงอม ล้างทำความสะอาด แล้วทำการปีบเอาเม็ดออก
2. นำผลมะไฟจีนคลุกกับเกลือเพื่อทำให้เปลือกมะไฟจีนนิ่ม ทิ้งไว้ 1-2 ชั่วโมง
3. ทำน้ำเชื่อมน้ำตาลแล้วใส่น้ำเชื่อม คลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วหมักทิ้งไว้ 1-2 ชั่วโมง

4. นำมะไฟเงินที่หมักทิ้งไว้ใส่ถาดแล้วนำไปตากแดดอย่างน้อย 5 วัน พร้อมกับพลิกมะไฟเงินทุกๆ 2 ชั่วโมง จะทำให้ผลมะไฟเงินแห้งและมีสีสวย
5. เมื่อได้มะไฟเงินที่แห้ง ทำการคัดผลที่แปลกและมีสีดำออก แล้วเก็บใส่ถุงพลาสติก

กลุ่มที่ 3 กลุ่มแม่บ้าน บ้านท่าดอนชัย อ.เวียงสา จ.น่าน

ส่วนผสม	มะไฟเงิน	3 กิโลกรัม	ราคา 75 บาท
	น้ำตาลทราย	1 กิโลกรัม	ราคา 25 บาท
	เกลือ	20 กรัม	ราคา 5 บาท

ขั้นตอนการทำ

1. นำมะไฟเงินเด็ดขั้วคัดเลือกผลที่สูงงอม ล้างทำความสะอาด แล้วทำการบีบเอาเมล็ดออก
2. นำผลมะไฟเงินคลุกกับเกลือเพื่อทำให้เปลือกมะไฟเงินนิ่ม ทิ้งไว้ 1-2 ชั่วโมง ใส่ น้ำตาลคลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วหมักทิ้งไว้ 1-2 ชั่วโมง
3. นำมะไฟเงินที่หมักทิ้งไว้ใส่ถาดแล้วนำไปตากแดดอย่างน้อย 5 วัน พร้อมกับพลิกมะไฟเงินทุกๆ 2 ชั่วโมง จะทำให้ผลมะไฟเงินแห้งและมีสีสวย
4. เมื่อได้มะไฟเงินที่แห้ง ทำการคัดผลที่แปลกและมีสีดำออก แล้วเก็บใส่ถุงพลาสติก

กรรมวิธีที่ 4 กลุ่มแม่บ้าน บ้านหนองรัง อ.ภูเพียง จ.น่าน

ส่วนผสม	มะไฟเงิน	3 กิโลกรัม	ราคา 75 บาท
	น้ำตาลทราย	1 กิโลกรัม	ราคา 25 บาท
	เกลือ	20 กรัม	ราคา 5 บาท

ขั้นตอนการทำ

1. นำมะไฟเงินเด็ดขั้วคัดเลือกผลที่สูงงอม ล้างทำความสะอาด แล้วทำการบีบเอาเมล็ดออก
2. นำผลมะไฟเงินคลุกกับเกลือเพื่อทำให้เปลือกมะไฟเงินนิ่ม ทิ้งไว้ 1-2 ชั่วโมง
3. ทำน้ำเชื่อมน้ำตาลแล้วใส่น้ำเชื่อม คลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วหมักทิ้งไว้ 1 คืน
4. นำมะไฟเงินที่หมักทิ้งไว้ใส่ถาดแล้วนำไปตากแดดอย่างน้อย 5 วัน พร้อมกับพลิกมะไฟเงินทุกๆ 2 ชั่วโมง จะทำให้ผลมะไฟเงินแห้งและมีสีสวย
5. เมื่อได้มะไฟเงินที่แห้ง ทำการคัดผลที่แปลกและมีสีดำออก แล้วเก็บใส่ถุงพลาสติก

การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้ง

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของตัวอย่างผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้งจากหมู่บ้านต่างๆ 4 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านกอก บ้านแซ่พลาจ บ้านหนองรัง และบ้านท่าดอนชัยโดยสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้ง ปริมาณ 100 กรัม โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิห้องเย็น (11 ± 2 °C) เป็นเวลา 0, 180, และ 365 วัน นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้งของบ้านกอก มีวิตามินซีมากที่สุด คือ 11.5-12.5 มิลลิกรัม มีใยอาหารที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 10.67-12.03 กรัม และมีแคลเซียมมากที่สุดอยู่ในช่วง 128.98-130.54 มิลลิกรัม (ตารางที่ 4-7) ดังนั้นจึงได้เลือกวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์มะไฟจีนของกลุ่มแม่บ้านบ้านกอก มาปรับใช้ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบบรรจุภัณฑ์ต่อไป

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์มะไฟจีนของกลุ่มแม่บ้านบ้านกอก ปริมาณ 100 กรัม

Test energy (Kcal)	Shelf life storage (Days)					
	Room temperature			Cold Room (11±2 °C)		
	0	180	365	0	180	365
Total energy (kcal)	337.96	325.10	323.28	338.63	335.50	340.45
Energy from fat (kcal)	3.24	3.16	3.12	3.10	3.21	3.25
Total Fat (g)	0.36	0.25	0.31	0.38	0.37	0.34
Saturated Fat (g)				-		
Cholesterol (mg)				-		
Protein (g)	19.3	21.8	24.1	20.12	22.78	20.56
Carbohydrate (g)	81.75	83.4	82.6	80.23	81.9	82.56
Dietary Fiber (g)	11.79	10.75	10.67	11.25	11.8	12.03
Sugars (g)	69.14	65.40	67.89	67.3	68.72	69.03
Sodium (mg)	1094.45	1096.34	1092.39	1084.23	1090.13	1092.69
Vitamin A (mg)				Not Detected		
Vitamin B ₁ (mg)				0.01		
Vitamin B ₂ (mg)				0.01		
Vitamin C	12.4	11.5	11.8	11.7	11.6	12.5
Calcium (mg)	130.54	129.86	130.03	128.98	130.12	130.48
Iron (mg)	0.64	0.58	0.62	0.59	0.61	0.63
Ash (g)	4.07	4.02	4.04	4.08	4.10	4.17
Moisture (g)	11.89	11.79	10.26	13.05	14.2	14.12

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์มะไฟจีนของบ้านแซ่พลาจ ปริมาณ 100 กรัม

Test energy (Kcal)	Shelf life storage (Days)					
	Room temperature			Cold room (11±2 °C)		
	0	180	365	0	180	365
Total energy (kcal)	342.23	345.02	344.89	341.24	343.83	342.96
Energy from fat (kcal)	4.95	4.72	4.91	4.88	4.85	4.93
Total Fat (g)	0.55	0.45	0.51	0.53	0.54	0.56
Saturated Fat (g)				-		
Cholesterol (mg)				-		
Protein (g)	1.16	1.20	1.23	1.17	1.15	1.19
Carbohydrate (g)	8.16	8.20	8.18	8.19	8.16	8.17
Dietary Fiber (g)	9.2	9.5	9.7	9.4	9.5	9.6
Sugars (g)	72.82	71.45	72.67	71.67	72.76	72.81
Sodium (mg)	745.15	750.34	751.2	743.49	746.13	745.39
Vitamin A (mg)				Not Detected		
Vitamin B ₁ (mg)				0.01		
Vitamin B ₂ (mg)				0.01		
Vitamin C	1.81	1.79	1.82	1.83	1.85	1.80
Calcium (mg)	89.61	88.63	88.78	89.1	88.34	88.90
Iron (mg)	0.43	0.54	0.48	0.42	0.45	0.44
Ash (g)	2.95	2.80	2.88	2.93	2.91	2.97
Moisture (g)	12.18	11.56	12.15	12.38	12.18	12.20

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์มะไฟจีนของบ้านหนองรังปริมาณ 100 กรัม

Test energy (Kcal)	Shelf life storage (Days)					
	Room temperature			Cold room (11±2 °C)		
	0	180	365	0	180	365
Total energy (kcal)	345.25	350.12	348.23	343.48	345.12	345.17
Energy from fat (kcal)	5.13	4.97	5.12	5.15	5.12	5.16
Total Fat (g)	0.57	0.61	0.58	0.56	0.58	0.57
Saturated Fat (g)				-		
Cholesterol (mg)				-		
Protein (g)	1.61	1.63	1.60	1.58	1.56	1.60
Carbohydrate (g)	83.42	82.95	81.67	81.92	82.11	83.10
Dietary Fiber (g)	8.77	8.67	8.81	8.79	8.76	8.79
Sugars (g)	24.91	25.01	23.97	24.87	24.95	24.89
Sodium (mg)	808.54	811.01	809.95	807.1	809.12	808.13
Vitamin A (mg)				Not Detected		
Vitamin B ₁ (mg)				0.01		
Vitamin B ₂ (mg)				0.01		
Vitamin C	1.40	1.43	1.46	1.41	1.44	1.43
Calcium (mg)	80.40	80.25	80.37	80.39	80.41	80.42
Iron (mg)	0.37	0.29	0.32	0.35	0.36	0.39
Ash (g)	3.48	3.41	3.47	3.46	3.45	3.49
Moisture (g)	10.92	10.83	10.91	10.90	10.93	10.96

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์มะไฟจีนของบ้านท่าดอนชัยปริมาณ 100 กรัม

Test energy (Kcal)	Shelf life storage (Days)					
	Room temperature			Cold room (11±2 °C)		
	0	180	365	0	180	365
Total energy (kcal)	335.19	332.18	333.08	331.12	333.98	334.98
Energy from fat (kcal)	3.15	3.19	3.17	3.13	3.16	3.14
Total Fat (g)	0.40	0.29	0.38	0.37	0.35	0.41
Saturated Fat (g)				-		
Cholesterol (mg)				-		
Protein (g)	1.67	1.64	1.68	1.65	1.68	1.66
Carbohydrate (g)	81.6	82.12	80.01	82.11	81.78	82.19
Dietary Fiber (g)	9.72	9.80	9.75	9.78	9.71	9.73
Sugars (g)	52.5	52.3	52.6	51.7	52.1	52.4
Sodium (mg)	771.04	772.10	770.03	769.81	770.12	771.02
Vitamin A (mg)				Not Detected		
Vitamin B ₁ (mg)				0.01		
Vitamin B ₂ (mg)				0.01		
Vitamin C	9.22	8.98	9.12	9.03	8.87	9.18
Calcium (mg)	97.98	96.32	97.30	96.32	97.13	97.89
Iron (mg)	0.28	0.29	0.25	0.27	0.26	0.27
Ash (g)	3.33	3.30	3.21	3.29	3.32	3.31
Moisture (g)	11.11	11.02	10.98	10.89	11.05	10.81

การสร้างองค์ความรู้เพื่อการพัฒนาการแปรรูป

1. ผลการเสวนาเกษตรกร ผู้ผลิตและแปรรูปมะไฟจีน 4 กลุ่ม จากกลุ่มแหล่ง บ้านกอก บ้านหนองรัง อ.ภูเพียง และบ้านท่าดอนชัย อ.เวียงสา จังหวัดน่าน จำนวน 19 ราย ได้ประเด็นปัญหาแบ่งออกเป็นด้านต่างๆ คือ การแปรรูป การเก็บรักษาและการตลาดสรุปผลการเสวนาเกษตรกร (คะแนนเต็ม 9 คะแนน) ได้คือ

- ผลผลิตเปลี่ยนสี เมื่อเก็บรักษาไว้ในช่วงระยะเวลาานาน (9 คะแนน) และขาดความรู้ด้านเทคโนโลยีในการเก็บรักษา (9 คะแนน)
 - แสงแดดไม่เพียงพอในการตาก (7.28 คะแนน)
 - แผลงทำลายในช่วงของการตาก (7.25 คะแนน)
 - สถานที่สำหรับตากและลานตากไม่เพียงพอ (6.84 คะแนน)
 - ตลาดแคบ ผลผลิตสามารถขายได้เฉพาะในจังหวัดน่าน (6.09 คะแนน) และผลผลิตไม่สามารถจำหน่ายได้หมดจึงเหลือค้างข้ามปี (6.09 คะแนน)
 - ผลผลิตที่นำมาแปรรูปมีราคาสูง (4.05 คะแนน)
 - ขาดผลผลิตที่นำไปในการแปรรูป (3.83 คะแนน)
 - น้ำตาลมีราคาแพง (2.78 คะแนน)
 - ไม่มีเครื่องหมายการค้า (1.27 คะแนน)
 - ขาดสถานที่ในการเก็บรักษาผลผลิตที่แปรรูปแล้ว (1.05 คะแนน)

จากการร่วมเสวนากับกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์มะไฟจีน ทำให้ทราบปัญหาที่แท้จริงของเกษตรกร พบว่าปัญหาที่สำคัญอันดับแรก คือ เทคโนโลยีด้านการเก็บรักษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์ อันดับถัดมา คือ ต้องการเทคโนโลยีด้านการทำแห้งซึ่งการใช้แสงแดดมักประสบปัญหาในฤดูฝน ประกอบกับผลผลิตมะไฟจีนจะออกดอกช่วงต้นฤดูฝนทำให้มีปัญหามาก ปกติการใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ของตู้อบมักจะเกิน 40 องศาเซลเซียส ทำให้ผลผลิตมะไฟจีนเชื่อมแห้งที่ได้ที่สีดำคล้ำ นอกจากนี้การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซึ่งต้องทำการเก็บรักษาอย่างน้อย 1 ปี เนื่องจากผลผลิตมะไฟจีน ออกเพียงปีละครั้ง ยังประสบปัญหาการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์เป็นสีดำคล้ำ

การประเมินการยอมรับผลิตภัณฑ์มะไฟจีน

การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis ,DA) เพื่อหาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและระดับความเข้มข้นของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะไฟจีน 4 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งประเมินตามคุณลักษณะดังต่อไปนี้ สี กลิ่น ความนุ่ม ความหยุ่น ความหวาน และการยอมรับโดยรวมด้วยผู้ทดสอบจำนวน 40 คน ดังตารางที่ 7 เป็นเวลา 0 วัน, 180 วัน, 360 วัน ทั้งนี้หลังวันที่ 180 วัน ผู้ทดสอบไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์จึงไม่ได้ทำการทดสอบต่อ สำหรับมะไฟจีนที่เก็บในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 11 ± 2 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้มากกว่า 360 วัน ด้านสีมะไฟจีน พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนค่าสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองทอง สำหรับมะไฟจีนที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง และสำหรับมะไฟจีนที่เก็บในห้องเย็นผู้ทดสอบยอมรับ 360 วัน

ด้านกลิ่น พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนด้านกลิ่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยผลิตภัณฑ์มีกลิ่นพื้นเล็กน้อย ไม่มีกลิ่นคล้ายเปลือกส้ม สำหรับผลิตภัณฑ์มะไฟจีนที่แช่เย็น กลิ่นไม่มีผล การเปลี่ยนแปลง อาจเป็นเพราะไม่เกิดการออกซิเดชันหรือมีน้อยมาก การหืนไขมันในผลิตภัณฑ์จึงน้อย

ด้านความนุ่มและหยุ่น พบว่า ทั้งสองมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อสัมผัสที่วัดได้ โดยมะไฟจีนทั้งที่เก็บอุณหภูมิห้องและห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิจะเริ่มมีความไม่นุ่มในวันที่ 180 วันขึ้นไป

ด้านความหวานมะไฟจีน พบว่า เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้น ผู้ทดสอบให้คะแนนได้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ที่เก็บในห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะที่แข็งขึ้นน้ำมีเล็กน้อย ซึ่งมีผลต่อการรับประทาน จะทำให้เหนียวและแข็งขึ้นสำหรับมะไฟจีนที่เก็บนาน 180 วันขึ้นไป

ด้านการยอมรับโดยภาพรวม พบว่า เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้น ผู้ทดสอบได้คะแนนการยอมรับโดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq 0.05$) สำหรับมะไฟจีนที่เก็บในห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิ และนอกจากนั้นคุณภาพทางประสาทสัมผัสอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านความนุ่ม ความหยุ่น ความหวาน มีผลต่อการยอมรับโดยรวม

จากการวิเคราะห์คะแนนการยอมรับโดยรวมเพื่อเป็นการกำหนดอายุการเก็บรักษามะไฟจีน ระหว่างที่เก็บที่อุณหภูมิห้องปกติ และที่เก็บที่อุณหภูมิห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิ พบว่า มะไฟจีนเก็บอุณหภูมิห้องสามารถเก็บได้ถึง 180 วัน โดยที่ สี กลิ่น ความนุ่ม และความหวาน ไม่เปลี่ยนแปลงสำหรับการเก็บที่ห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิที่ 11 ± 2 องศาเซลเซียส และสามารถเก็บได้ถึง 365 วัน

ตารางที่ 8 คุณภาพทางประสาทสัมผัสในระหว่างการเก็บรักษาของมะไฟจีน

คุณลักษณะ	อายุการเก็บ(วัน)		
	0	180	365
สี ^{ns}	5.19±1.96	5.12±1.40	5.03±1.72
กลิ่น ^{ns}	3.51±1.25	3.45±1.63	3.40±1.98
ความนุ่ม	5.85 ^a ±1.41	4.60 ^b ±1.09	4.35 ^b ±1.48
ความหยุ่น	5.30 ^a ±1.12	4.47 ^b ±0.71	4.29 ^b ±0.99
ความหวาน	5.81 ^a ±1.37	5.04 ^{ab} ±1.30	4.30 ^b ±1.32
การยอมรับโดยรวม	7.54 ^a ±0.78	6.88 ^a ±1.13	4.85 ^b ±0.59

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)
: \pm S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD โดยใช้กรรมวิธี คือ ชุดบรรจุภัณฑ์และตราสินค้า 4 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย บรรจุภัณฑ์สำหรับมะไฟจีน ขนาดบรรจุภัณฑ์ต่างๆ 4 ระดับ (ภาพที่ 7) เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 1 ปี โดยผลิตภัณฑ์ได้แก่

1. มะไฟจีนกล่องพลาสติกใสแบบใหญ่ ขนาด 125 กรัม
2. มะไฟจีนกล่องกระดาษสีเขียว ขนาด 150 กรัม
3. มะไฟจีนแบบถุงพอยด์ ขนาด 75 กรัม
4. มะไฟจีนกล่องกระดาษสีแดง ขนาด 200 กรัม

ศึกษาสภาพปัจจุบันของผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้งของกลุ่มแปรรูปมะไฟจีน ในพื้นที่ตำบลท่านาวอำเภอกุเพียง จังหวัดน่าน ที่นำบรรจุภัณฑ์ขนาดต่างๆ 4 ชนิด มาเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิห้องเย็น โดยอุณหภูมิห้องเย็นควบคุมที่อุณหภูมิ 11 ± 2 องศาเซลเซียสและมาทดสอบความพึงพอใจต่อรูปแบบลักษณะของรสชาติ สภาพของผลิตภัณฑ์ ในการทดสอบที่ระยะเวลา 0 วัน, 180 วัน, 365 วัน และประเมินการยอมรับโดยผู้ทดสอบ จำนวน 40 คน

ด้านสีของมะไฟจีน พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนค่าสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ที่มีสีเหลืองทอง สำหรับมะไฟจีนเชื่อมแห้ง ที่อุณหภูมิห้อง 0 วัน และ 180 วัน 365 วัน ทั้ง 4

ผลิตภัณฑ์ ส่วนที่ระยะเวลา 365 วัน ผู้ทดสอบยังยอมรับลักษณะสีเนื่องจากจะมีคล้ำลง ส่วนผลิตภัณฑ์มะไฟเงินที่เก็บอุณหภูมิห้องเย็น 11 ± 2 องศาเซลเซียส ผู้ทดสอบยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ 3 ชนิดมะไฟเงินแบบถุงพอยด์ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงด้านสี รองลงมา ได้แก่ แบบที่ 2 มะไฟเงินกล่องกระดาษสีเขียว แบบที่ 4 มะไฟเงินกล่องกระดาษสีแดง และให้การประเมินต่ำสุด คือ แบบกล่องพลาสติกใส

ด้านกลิ่น พบว่า ทดสอบให้คะแนนดีของกลิ่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ 4 แบบ ที่เก็บอุณหภูมิห้องมีกลิ่นที่อ่อนกว่าหลังจากวันที่ 180 วันไปแล้ว และไม่มีกลิ่นคล้ายเปลือกส้มสำหรับผลิตภัณฑ์มะไฟเงิน 4 แบบที่แช่ในห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิ พบว่า กลิ่นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง อาจเป็นเพราะไม่เกิดการออกซิเดชันหรือมีน้อยมาก การหืนไขมันในผลิตภัณฑ์มะไฟเงินจึงมีน้อย

ด้านความนุ่มและหยุ่น พบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 แบบ มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อสัมผัสที่วัดได้โดยผลิตภัณฑ์มะไฟเงินทั้งที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิจะเริ่มมีความไม่นุ่มและหยุ่นในวันที่ 180 ขึ้นไป

ด้านความหวานมะไฟเงิน พบว่า เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 แบบ ผู้ทดสอบให้คะแนนได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ที่เก็บอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิ พบว่า มีความหวานไม่ลดลงโดยมีค่าความหวานที่ 13 บริกซ์ ด้านการยอมรับโดยภาพรวม พบว่า เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 แบบ นานขึ้นผู้ทดสอบให้คะแนนยอมรับโดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมะไฟเงินที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 แบบ ที่เก็บที่อุณหภูมิห้องจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านสี ความนุ่มและหยุ่น ในวันที่ 180 วันขึ้นไป ส่วนผลิตภัณฑ์มะไฟเงินทั้ง 4 แบบ ที่เก็บในห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิจะมีการเปลี่ยนแปลงในด้านลักษณะของภาชนะที่บรรจุแต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทรงด้าน สี กลิ่น ความหวาน จนถึงวันที่ 365 วัน

การเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์มะไฟเงินจากบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรน่าน ได้ศึกษาสภาพการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มะไฟเงินเชื่อมแห้ง โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ ได้แก่ บรรจุภัณฑ์แบบกล่องพลาสติกใสขนาดใหญ่ ขนาด 250 กรัม กล่องกระดาษสีเขียว ขนาด 100 กรัม ถุงพอยด์ ขนาด 75 กรัม และกล่องกระดาษสีแดง ขนาด 250 กรัม โดยเก็บรักษาเปรียบเทียบกัน 2 แบบ คือ อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิห้องเย็นที่อุณหภูมิ 11 ± 2 °C เป็นเวลา 0,180,365 วัน พบว่า ผลิตภัณฑ์มะไฟเงินที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเย็นแบบถุงพอยด์ สามารถรักษาคุณค่าทางอาหารได้ดีที่สุด โดยพบว่า ความชื้นของเนื้อมะไฟเงินที่เก็บระยะเวลา 365 วัน ที่อุณหภูมิห้องไม่แตกต่างกันกับอุณหภูมิห้องเย็น มีค่าเท่ากับ 14.21 กรัม ปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 12.92 มิลลิกรัม (35 % Thai RDI) ซึ่งสูง

กว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาแบบอื่น มีแคลเซียม 130.69 มิลลิกรัม (6% Thai RDI) มีพลังงาน (Total energy) เท่ากับ 355.20 กิโลแคลอรี ส่วนมะไฟจีนในบรรจุภัณฑ์แบบกล่องพลาสติกใสแบบใหญ่ ไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานโดยเริ่มจะเปลี่ยนแปลงลักษณะของ ความชื้นที่มีค่าเพียง 8.99-9.21 กรัม ทั้งที่แบบเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิห้องเย็น ทำให้มีผลในเรื่องลักษณะเนื้อมะไฟจีนเชื่อมแห้งไม่เหมาะสมต่อการบริโภค ส่วนการเปลี่ยนแปลงในส่วนของวิตามินซีแคลเซียม ปริมาณพลังงานให้ค่าที่มีแตกต่างกัน

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์มะไฟจีนในบรรจุภัณฑ์กล่องพลาสติกใสแบบใหญ่

Test energy (Kcal)	Shelf life storage (Days)					
	Room temperature			Cold room (11±2 °C)		
	0	180	365	0	180	365
Total energy (kcal)	340.25	341.52	339.68	342.21	341.15	340.69
Energy from fat (kcal)	3.10	3.01	2.98	3.07	3.04	2.95
Total Fat (g)	0.37	0.38	0.36	0.40	0.41	0.38
Saturated Fat (g)				-		
Cholesterol (mg)				-		
Protein (g)	17.53	17.62	17.74	17.63	17.81	18.20
Carbohydrate (g)	78.81	78.92	79.01	79.01	79.24	79.53
Dietary Fiber (g)	10.52	10.68	11.01	10.54	10.86	10.92
Sugars (g)	69.83	69.96	70.02	70.01	70.52	71.61
Sodium (mg)	1163.42	1162.83	1162.93	1164.02	1164.21	1164.89
Vitamin A (mg)				Not Detected		
Vitamin B ₁ (mg)				0.01		
Vitamin B ₂ (mg)				0.01		
Vitamin C	12.06	11.93	11.74	12.11	11.05	12.04
Calcium (mg)	131.98	131.93	131.86	132.06	131.96	131.85
Iron (mg)	0.62	0.59	0.61	0.61	0.59	0.62
Ash (g)	4.04	4.01	3.99	4.10	4.05	4.08
Moisture (g)	9.12	8.99	9.16	9.21	9.19	9.04

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์มะไฟจีนในบรรจุภัณฑ์กล่องกระดาษสีเขียว

Test energy (Kcal)	Shelf life storage (Days)					
	Room temperature			Cold room (11±2 °C)		
	0	180	365	0	180	365
Total energy (kcal)	339.46	335.96	338.12	341.65	339.48	338.74
Energy from fat (kcal)	3.11	2.99	3.09	3.06	3.04	2.98
Total Fat (g)	0.39	0.42	0.35	0.42	0.38	0.35
Saturated Fat (g)				-		
Cholesterol (mg)				-		
Protein (g)	17.81	19.14	21.60	17.92	20.14	20.89
Carbohydrate (g)	78.9	79.59	81.89	80.81	79.68	79.84
Dietary Fiber (g)	10.74	11.02	11.22	10.89	10.74	10.63
Sugars (g)	70.69	71.64	71.89	71.64	72.03	72.24
Sodium (mg)	1163.3	1158.46	1159.98	1162.02	1163.45	1164.89
Vitamin A (mg)				Not Detected		
Vitamin B ₁ (mg)				0.01		
Vitamin B ₂ (mg)				0.01		
Vitamin C	11.89	11.54	11.32	12.58	12.23	11.89
Calcium (mg)	132.48	130.93	131.02	130.69	129.43	129.87
Iron (mg)	0.58	0.59	0.64	0.62	0.61	0.59
Ash (g)	4.05	4.04	4.06	4.08	4.06	4.07
Moisture (g)	10.89	11.14	11.24	11.02	11.24	11.20

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์มะไฟจีนในบรรจุภัณฑ์ถุงพอยด์

Test energy (Kcal)	Shelf life storage (Days)					
	Room temperature			Cold room (11±2 °C)		
	0	180	365	0	180	365
Total energy (kcal)	345	339.21	328.57	349.01	346.20	355.20
Energy from fat (kcal)	3.26	3.21	3.19	3.16	3.18	3.25
Total Fat (g)	0.38	0.41	0.35	0.40	0.37	0.32
Saturated Fat (g)				-		
Cholesterol (mg)				-		
Protein (g)	18.9	20.9	23.96	19.54	21.64	21.12
Carbohydrate (g)	79.6	81.05	82.5	51.32	80.94	80.96
Dietary Fiber (g)	12.01	11.72	11.33	11.04	11.68	11.70
Sugars (g)	71.24	69.86	67.40	68.12	68.95	69.33
Sodium (mg)	1164.5	1142.43	1162.51	1159.14	1161.04	1162.20
Vitamin A (mg)				Not Detected		
Vitamin B ₁ (mg)				0.01		
Vitamin B ₂ (mg)				0.01		
Vitamin C	12.69	12.58	12.48	12.04	12.59	12.92
Calcium (mg)	132.02	131.24	132.89	129.98	130.40	130.69
Iron (mg)	0.59	0.68	0.65	0.63	0.61	0.60
Ash (g)	4.09	4.05	4.07	4.07	4.06	4.10
Moisture (g)	13.56	13.12	14.21	13.96	14.14	14.21

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์มะไฟจีนในบรรจุภัณฑ์กล่องกระดาษสีแดง

Test energy (Kcal)	Shelf life storage (Days)					
	Room temperature			Cold room (11±2 °C)		
	0	180	365	0	180	365
Total energy (kcal)	335.21	336.14	336.04	338.14	340.18	340.54
Energy from fat (kcal)	3.12	2.94	2.98	3.08	3.02	2.97
Total Fat (g)	0.38	0.38	0.35	0.41	0.39	0.37
Saturated Fat (g)				-		
Cholesterol (mg)				-		
Protein (g)	17.54	17.82	18.10	17.89	17.93	18.02
Carbohydrate (g)	77.89	79.02	78.41	79.21	79.18	79.23
Dietary Fiber (g)	10.64	10.86	11.04	10.91	11.21	11.09
Sugars (g)	70.44	71.42	72.09	71.39	72.4	72.53
Sodium (mg)	1162.41	1161.44	1165.74	1163.04	1162.45	1162.89
Vitamin A (mg)				Not Detected		
Vitamin B ₁ (mg)				0.01		
Vitamin B ₂ (mg)				0.01		
Vitamin C	12.04	11.78	11.75	12.08	12.04	11.86
Calcium (mg)	132.51	131.84	132.98	131.04	130.98	130.87
Iron (mg)	0.61	0.57	0.58	0.60	0.57	0.56
Ash (g)	4.02	4.03	4.01	4.10	4.08	4.09
Moisture (g)	11.24	11.53	11.64	11.34	11.68	11.86



กล่องแบบพลาสติกในแบบใหญ่



กล่องกระดาษสีเขียว



ถุงฟอยด์



กล่องกระดาษสีแดง

ภาพที่ 8 ผลิตภัณฑ์มะไฟจีนในบรรจุภัณฑ์ 4 ชนิด

การทดลองที่ 2.2 พัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่จากมะไฟจีน

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการแปรรูปผลิตภัณฑ์มะไฟจีนดองเค็มเพื่อหาแนวทางพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ใหม่จากมะไฟจีน โดยศึกษา กรรมวิธี 4 กรรมวิธี วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ แบ่งมะไฟจีนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามความสุกแก่ คือ ห่าม(ผิวสีเขียวอ่อน) เกือบสุก(ผิวสีเหลืองอมเขียว) สุก(ผิวสีเหลือง) ดองด้วยน้ำดองตามกรรมวิธีเมื่อผ่านการเก็บรักษาอย่างน้อย 2 ครั้ง 6 เดือนและ 12 เดือนทำการวิเคราะห์คุณภาพคุณค่าทางอาหาร ประเมินการยอมรับผลิตภัณฑ์ และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา ไม่น้อยกว่า 6 เดือน ผลการศึกษาพบว่าปัญหาด้านการผลิตที่สำคัญได้แก่ ปัญหาการตากในฤดูฝนซึ่งเป็นฤดูกาลของมะไฟจีนทำให้มีวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์เสียหาย ปัญหาด้านผลิตภัณฑ์มะไฟจีนดองเกิดสีคล้ำเมื่อเก็บไว้นานเกิน 5 เดือน จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า เกิดกลิ่นหมักและผลิตภัณฑ์มีลักษณะเหนียวแข็งไม่สามารถนำไปทดสอบตามกรรมวิธีได้

การทดลองที่ 2.3 ทดสอบเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์มะไฟจีน(2556-2558)

เนื่องจากมะไฟจีนเป็นผลไม้ที่เกิดกระบวนการ Browning Reaction ได้ง่ายมาก นอกจากไม่แก่จัดผลสุกซึ่งเดิมเป็นสีเหลืองจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนแล้วในกระบวนการแปรรูปถ้าถูกความร้อนมากกว่า 40 องศาเซลเซียสจะกลายเป็นสีน้ำตาลคล้ำจนถึงสีดำได้ง่ายมาก ดังนั้นในกระบวนการแปรรูปมะไฟจีน เชื่อมแห้งจึงไม่ใช้ความร้อนเลยนอกจากพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์เท่านั้น ขั้นตอนการแปรรูปที่กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรใช้กันทั่วไป คือ

- ล้างมะไฟจีนสดที่เด็ดขั้วแล้วให้สะอาด และแช่น้ำเกลือ หรือ คลุกเกลือประมาณ 500 กรัม ต่อ มะไฟจีน 20 กก. ทิ้งไว้ 2 ชั่วโมงถึงค้ำคั้น

- บีบเม็ดออกโดยใช้ผลแตกน้อยที่สุด ผึ่งให้แห้งหมาด

- คลุกน้ำตาลทราย โดยใช้น้ำตาลทรายประมาณ 25-35 % ต่อน้ำหนักผลผลิตมะไฟจีนสด ขึ้นกับความหวานหรือความแก่ของผลมะไฟจีน (เนื่องจากมะไฟจีนแก่จัดจะหวานมาก และถ้าไม่แก่จัดจะออกเปรี้ยวมากกว่า) ใช้เกลือป่นอีกประมาณ 100 กรัม ต่อมะไฟจีนผลสด 20 กก.

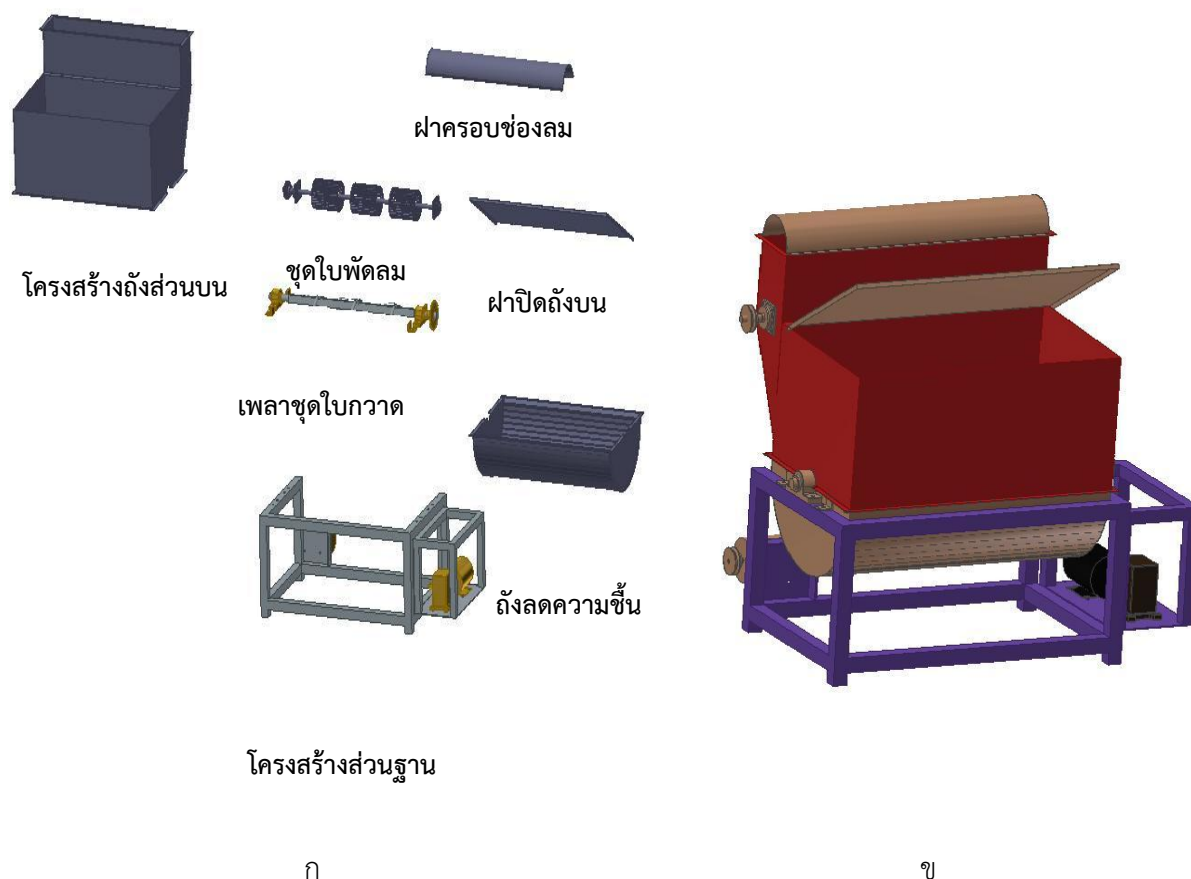
- ผึ่งแดดอย่างน้อย 7 วันจนแห้ง

- บรรจุในภาชนะตามต้องการ

ผลการทดลองพบว่ามะไฟจีนผลสด 100 กก. จะได้ผลิตเป็นมะไฟจีนเชื่อมแห้งได้ 50 กก.

การทดลองที่ 2.4 พัฒนาเครื่องอบอุณหภูมิต่ำสำหรับผลิตภัณฑ์มะไฟจีนอบแห้ง

ผลการสร้างต้นแบบเครื่องลดความชื้นแบบถังครึ่งวงกลม สำหรับลดความชื้นมะไฟจีน มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ โครงสร้างถังส่วนบน มีด้านบนเป็นช่องสี่เหลี่ยม กว้าง 220 มิลลิเมตร. ยาว 1,000 มิลลิเมตร และสูง 140 มิลลิเมตร สำหรับที่ติดตั้งชุดพัดลมเข้าไปและด้านบนสุดมีฝาปิดรูปทรงโค้งเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร ยาว 1,000 มิลลิเมตร มีชุดพัดลมติดอยู่ภายในช่องท่อลมและด้านขวามีชุดหัวเผาติดอยู่ตรงกลางทางเข้าของลม ถัดลงไปมีปากถังส่วนบนมีแผ่นฝาปิดสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 550 มิลลิเมตร ยาว 1,000 มิลลิเมตร ด้านที่มีจุดหมุนของฝาปิดอยู่ด้านในชิดกับผนังช่องลมด้านนอก ด้านล่างต่อเข้ากับส่วนบนของถังลดความชื้นลักษณะหน้าตัดด้านข้างครึ่งวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 590 มิลลิเมตร ยาว 1,000 มิลลิเมตร และชุดควบคุมการทำงานของเครื่องลดความชื้นติดอยู่ด้านหลังของชุดท่อลมของโครงสร้างส่วนบน (ภาพที่ 8ก) และเมื่อประกอบชิ้นส่วนทั้งหมดเข้าด้วยกันก็ได้เครื่องลดความชื้นมะไฟจีนแบบถังครึ่งวงกลม (ภาพที่ 8ข)



ภาพที่ 9 ก ชิ้นส่วนที่สำคัญของเครื่องลดความชื้นแบบถังครึ่งวงกลม ข เครื่องลดความชื้นแบบถังครึ่งวงกลม



ก

ก



ข

ข



ค



ง

ภาพที่ 10 ก ทดสอบเครื่องลดความชื้นมะไฟจีนแบบถังครึ่งวงกลม ข มะไฟจีนเชื่อมจำนวน 4 กิโลกรัม
ค รอยต่อฝาเปิดด้านล่าง ง มะไฟจีนเชื่อมที่ถูกปลายใบกวาดกอดัดกับผนังห้องลดความชื้น

แบบที่หนึ่ง (ภาพที่ 10ก) ในการทดสอบใช้มะไฟจีนเชื่อมน้ำตาลจำนวน 4 กิโลกรัม ใช้เวลาลดความชื้นประมาณ 30 นาที ตั้งอุณหภูมิร้อน 70 เซลเซียส อากาศในสภาวะแวดล้อม อุณหภูมิ 32 เซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 63 เปอร์เซ็นต์ อากาศที่ออกจากห้องลดความชื้น อุณหภูมิ 32.4 เซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 64.6 เปอร์เซ็นต์ พบว่า หลังลดความชื้นเหลือน้ำหนักมะไฟจีนเชื่อม 2.5 กิโลกรัม ใช้เวลา 20 นาที น้ำเชื่อมแห้งลง ทำให้มะไฟจีนมีความเหนียวมากขึ้น มะไฟจีนจะติดแน่นที่ปลายใบ ชื่นมะไฟจีนนี้จะถูกกอดทับเข้ากับผนังห้องลดความชื้น ทำให้เนื้อในของมะไฟจีนถูกบีบออก และผลของมะไฟจีนถูกกอดทับเสียดสีกับผนังห้องลดความชื้นจนฉีกขาดหรือแบน

แบบที่สอง (ภาพที่ 10ข) ในการทดสอบใช้มะไฟจีนเชื่อมน้ำตาลจำนวน 4 กิโลกรัม ตั้งอุณหภูมิลมร้อน 70 เซลเซียส อากาศในสภาวะแวดล้อม อุณหภูมิ 32 เซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 63 เปอร์เซ็นต์ อากาศที่ออกจากห้องลดความชื้น อุณหภูมิ 32.4 เซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 64.6 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ไบกวาดสามารถกวาดได้ชิดกับผนังห้องลดความชื้นได้ดี ใช้เวลาลดความชื้น 30 นาที หลังลดความชื้นเหลือน้ำหนักมะไฟจีนเชื่อม 2.5 กิโลกรัม และเมื่อทำการเพิ่มปริมาณมะไฟจีนเชื่อมน้ำตาลเป็น 10 กิโลกรัม พบว่า ใช้เวลาลดความชื้น 50 นาที หลังลดความชื้นเหลือน้ำหนักมะไฟจีนเชื่อมน้ำตาล 5 กิโลกรัม ขณะที่ความชื้นลดลงมะไฟจีนเชื่อมน้ำตาลมีความเหนียวมาก จับตัวกันเป็นก้อนขนาดใหญ่ ตกลงกระแทกกับผนังห้องลดความชื้น อย่างรุนแรงส่งผลให้ลูกมะไฟจีนเชื่อมน้ำตาล บี้แบน เพราะการตกกระแทกอย่างรุนแรง เนื่องจากการจับกันเป็นก้อนขนาดใหญ่ ทำให้การลดความชื้นยากขึ้นด้วย จึงต้องนำไปลดความชื้นโดยการตากแดดต่ออีก 1-2 วัน



ก

ข

ภาพที่ 11 ก การทำงานของไบกวาดแบบที่หนึ่ง ข การทำงานของไบกวาดแบบที่สอง

ผลการทดสอบเครื่องลดความชื้นมะไฟจีนแบบถังครึ่งวงกลม พบว่า การใช้เครื่องลดความชื้น แม้ว่าจะลดเวลาในการตากแดดได้ แต่มีข้อด้อย คือ คุณภาพของมะไฟจีนมีรูปลักษณะของมะไฟจีนแห้งไม่สวยงาม เมื่อเทียบ

กับมะไฟจีนแห้งที่ได้จากการตากแดด (ภาพที่ 11ก และ ข) ทำให้คุณค่าของผลิตภัณฑ์ด้อยค่าลงไป ดังนั้นการจะใช้เครื่องมือนี้ ก็ต่อเมื่อมีผลผลิตมากจนเกินกำลังในการตากแดด เพื่อป้องกันการเน่าเสียของผลผลิตมะไฟจีนที่ตากแดดได้ไม่ทัน จึงใช้เครื่องมือนี้ช่วยในการลดความชื้น ผลผลิตที่ได้ก็นำไปแปรรูปเป็นมะไฟจีนเม็ด ซึ่งไม่ต้องคำนึงถึงรูปลักษณะของมะไฟจีนแห้งก่อนบดแล้วนำไป ริดอัดเป็นเส้นก่อนแล้วตัดให้เป็นเม็ด (ภาพที่ 12ก และ ข)



ก

ข

ภาพที่ 12 ก มะไฟจีนเชื่อมน้ำตาลตากแห้ง 4 วัน ข มะไฟจีนเชื่อมใช้เครื่องลดความชื้นแบบถังครึ่งวงกลมแล้วตากแดดจนแห้ง 2 วัน



ก

ข

ภาพที่ 13 ก มะไฟจีนบดแล้วทำเป็นเส้นก่อนตัดเป็นเม็ด ข มะไฟจีนเม็ดแห้ง

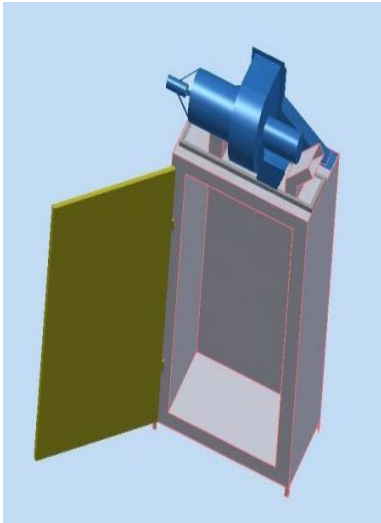
ผลการสร้างต้นแบบเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม มีโครงสร้างหลักสำคัญ 4 ส่วน คือ

1 โครงสร้างเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม (ภาพที่ 7 ก) มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าเปิดหนึ่งด้าน สวมกันอยู่ กล่องนอกมีขนาด $0.56 \times 1.010 \times 1.50$ เมตร (กxยxส) กล่องในมีขนาด $0.50 \times 0.80 \times 1.35$ เมตร (กxยxส) ขอบของด้านที่เปิดระหว่างกล่องนอกและกล่องในทั้งสี่ด้านปิดเป็นขอบประตูของตู้อบ ด้านตรงข้ามกับประตูกล่องนอก ที่ด้านบนชิดขอบหลังเจาะเป็นช่องสี่เหลี่ยมขนาด 0.9×0.11 เมตร (กxย) เป็นช่องสำหรับต่อเข้ากับท่อลมเข้าผนังของกล่องใน ด้านข้างทั้งสองข้างเจาะเป็นแนวยาว 0.001×0.040 เมตร (กxย) ระหว่างชั้นล่างกับบนแบบสลับฟันปลาสองแถวในแต่ละชั้น จากชั้นล่างสุดจนถึงชั้นบนสุด จำนวนชั้นละ 12 ช่อง เพื่อเป็นช่องให้ลมร้อนเข้า และกล่องในด้านซ้ายห่างด้านข้าง 0.20 เมตร กับด้านหน้า 0.10 เมตร เจาะช่องสี่เหลี่ยมกล่องในทะลุออกกล่องนอก เป็นช่องลมย้อนกลับเข้าไปที่ท่อลมเข้าพัดลม 0.10×0.10 เมตร และผนังด้านบนกล่องในทางขวามือตรงกึ่งระหว่างด้านหลังกับด้านหน้า เจาะช่องระบายลมร้อนที่ออกภายนอกขนาด 0.08×0.20 เมตร (กxย) จากกล่องในทะลุผ่านกล่องด้านนอกโผล่ผนังของกล่องนอกด้านบน 0.30 เมตร โครงสร้างเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยมที่สร้างเสร็จ (ภาพที่ 13 ข)

2 ชุดพัดลม มีต้นกำลังมอเตอร์ 0.75 กิโลวัตต์ เป็นพัดลมแบบเหวี่ยง ใบพัดโค้งหลัง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.30 เมตร กว้าง 0.150 เมตร จำนวน 32 ใบ ชุดใบพัดติดบนเพลลาของมอเตอร์และสวมอยู่ในชุดโบลเวอร์ หมุนด้วยความเร็ว 1440 รอบต่อนาที ดูดลมเข้าในแนวแกนมีท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.30 เมตร เหวี่ยงลมออกที่ปลายใบในแนวตั้งฉากกับแนวดูด ที่ท่อทางออกเป็นท่อสี่เหลี่ยมขนาด 0.18×0.23 เมตร เพื่อสวมต่อเข้ากับท่อส่งลมด้านหลังโครงสร้างตู้อบ ตามแบบและที่สร้างเสร็จ (ภาพที่ 13 ก และ ข)

3 ชั้นวางและถาด ชั้นวางทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมฉาก 0.02×0.02 เมตรหนา 0.002 เมตร ทำเป็นโครงสี่เหลี่ยม จำนวน 12 ชั้น ตามแบบและที่สร้างเสร็จ (ภาพที่ 13 ค และ ง) ถาดทำจากแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมหนา 0.001 เมตร ถาดลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมขนาด 0.47×0.73 เมตร (กxย) พับขอบขึ้นทั้งสี่ด้านเป็นมุม 90 องศา สูง 0.020 เมตร

4 ตู้ควบคุม การทำงาน ประกอบด้วย สวิตช์เปิด-ปิดไฟ ปุ่มสแตมป์มาด้านซ้ายเปิดไฟเข้าชุดควบคุม ปิดกลับในแนวตั้งตรงปิดชุดควบคุม หน้าปัดปรับอุณหภูมิ 0-120 องศาเซลเซียส ด้านบนเป็นแถบแสดงสถานะอุณหภูมิ ที่ทำการติดต่อสัญญาณให้โซลินอยด์ตัดต่อการปล่อยแก๊สหยุดต้มไปยังหัวเผา กึ่งกลางมีสวิตช์สี่เหลี่ยมและสีแดง เป็นสวิตช์เปิด-ปิด ชุดควบคุมอุณหภูมิ และสวิตช์เปิด-ปิด พัดลมดูดอากาศ (ภาพที่ 13 ข)



ก



ข



ค



ง

ภาพที่ 14 ก เครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม ข ชั้นวางและถาด

ผลการทดสอบเบื้องต้น เพื่อหาค่าการกระจายอุณหภูมิลมร้อนในเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม โดยตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 60 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 14 และ 15) การทดสอบโดยเปิดปล่องลมร้อนทิ้ง พร้อมกับปิดปล่องอากาศเวียนกลับ ในสภาวะอากาศภายนอกอุณหภูมิเฉลี่ย 26.4 ± 3.4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 67 ± 27.9 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มีการกระจายความร้อนสม่ำเสมอ มีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้ 61.3 ± 0.3 องศาเซลเซียส มีอัตราการสิ้นเปลืองแก๊ส $400 \pm 0.35.4$ กรัม/ชั่วโมง และการทดสอบโดยปิดปล่องลมร้อนทิ้งพร้อมกับเปิดปล่องอากาศหมุนเวียน ในสภาวะอากาศภายนอกอุณหภูมิเฉลี่ย 27.6 ± 4.3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 69.4 ± 19.3 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มีการกระจายความร้อนสม่ำเสมอ มีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้ 60.9 ± 0.3 องศาเซลเซียส อัตราการสิ้นเปลืองแก๊ส 270 ± 27.4 กรัม/ชั่วโมง

ผลการทดสอบวัดความเร็วลม ที่ท่อลมทางเข้าพัดลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 เมตร ทำการวัดความเร็วลม 5 จุด ในสองกรณี (รูปที่ 14) พบว่า การวัดความเร็วลมที่ท่อลมทางเข้าพัดลม พร้อมกับเปิดท่อลมทิ้ง มีความเร็วลมเข้าเฉลี่ย 5.17 ± 0.489 เมตร/วินาที คำนวณเป็นปริมาณลมที่เข้า 60.88 ± 5.76 ลูกบาศก์เมตร/นาที่ และการวัดความเร็วลมที่ท่อลมทางเข้าพัดลม พร้อมกับปิดท่อลมทิ้งมีความเร็วลมเข้าเฉลี่ย 2.4 ± 0.22 เมตร/วินาที คำนวณเป็นปริมาณลมที่เข้า 28.26 ± 2.59 ลูกบาศก์เมตร/นาที่ (ตารางที่ 16) จากค่าปริมาณลมทั้งสองกรณี แสดงให้เห็นว่าการปิดท่อลมทิ้งไว้ขณะลดความชื้น มีปริมาณลมใหม่ที่เข้าไปในห้องอบลดความชื้นประมาณ 46.42 เปอร์เซ็นต์ เป็นลมร้อนหมุนเวียนกับมาใช้ 53.58 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดการประหยัดแก๊สหุงต้มลงประมาณ 32.5 เปอร์เซ็นต์ และผลการทดสอบวัดความเร็วลมที่ออกช่องลมภายในห้องลดความชื้น พบว่า ความเร็วลมภายในห้องลดความชื้นมีค่าเฉลี่ยความเร็วลม 3.49 ± 0.08 เมตร/วินาที สำหรับการทดสอบหาสัดส่วนโดยน้ำหนักของผลมะไฟเงิน พบว่า มะไฟเงินมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 26.8 ± 4.3 กรัม มีส่วนประกอบที่เป็นเนื้อผลสดเฉลี่ย 73.1 ± 5.2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเมล็ดผลสดเฉลี่ย 26.9 ± 5.2 เปอร์เซ็นต์ และส่วนที่เป็นเนื้อหลังลดความชื้นจนแห้งสนิทเฉลี่ย 12.6 ± 1.1 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 14 การทดสอบหาอุณหภูมิและปริมาณแก๊สหุงต้มที่ใช้ โดยเปิดปล่องลมร้อนทิ้งและปิดปล่องอากาศเวียนกลับ

ครั้งที่	อุณหภูมิภายนอก (°ซ)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิเฉลี่ยในห้องลดความชื้น (°ซ)	ปริมาณแก๊สที่ใช้ กรัม/ชม.
1	27	50	61.4 ± 3.4	400
2	28	51	61.6 ± 2.1	350
3	31	52	61.2 ± 3.9	400
4	23	91	61.4 ± 3.6	450
5	23	91	60.8 ± 2.4	400
เฉลี่ย	26.4 ± 3.4	67 ± 21.9	61.3 ± 0.3	400 ± 35.4

ตารางที่ 15 การทดสอบหาอุณหภูมิและปริมาณแก๊สที่ดูดซับที่ใช้ โดยปิดปล่องลมร้อนทิ้งและเปิดปล่องอากาศเวียนกลับ

ครั้งที่	อุณหภูมิภายนอก (°ซ)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิเฉลี่ยใน ห้องลดความชื้น(°ซ)	ปริมาณแก๊สที่ใช้ กรัม/ชม
1	29	54	60.4±1.1	250
2	31	54	60.8±2.4	250
3	32	58	61.4±0.9	250
4	23	90	61±1.4	300
5	23	91	61±1.6	300
เฉลี่ย	27.6±4.3	69.4±19.3	60.9±0.4	270±27.4

ตารางที่ 16 ทดสอบหาความเร็วลมที่ท่อลมทางเข้าพัดลม และเปอร์เซ็นต์ลมร้อนเวียนกลับ เมื่อเปิดท่อลมทิ้ง พร้อมทั้งปิดท่อลมเวียนกลับและปิดท่อลมทิ้งพร้อมทั้งเปิดท่อลมเวียนกลับ

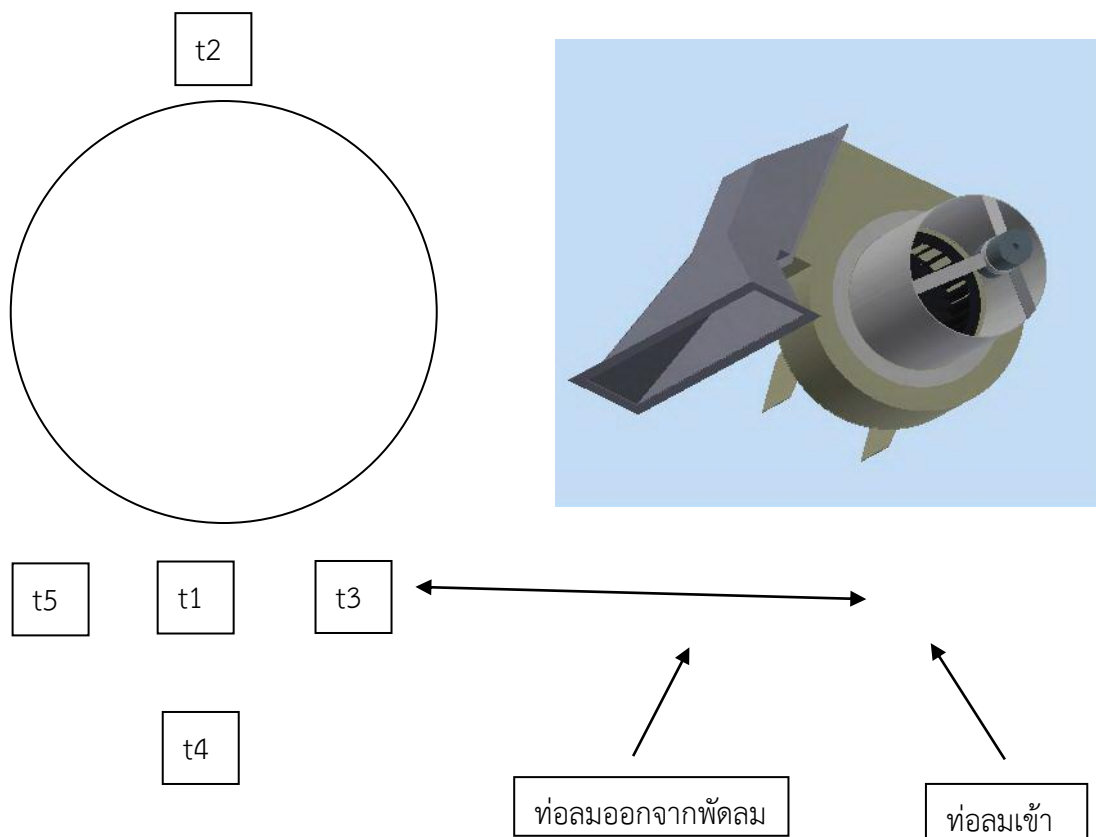
จุดที่	เปิดท่อลมทิ้ง ม./วินาที	ปิดท่อลมทิ้ง ม./วินาที	ลมร้อนเวียนกลับ (%)
t1	4.87	2.21	54.57
t2	5.39	2.20	59.28
t3	5.24	2.39	54.35
t4	5.80	2.70	53.49
t5	4.54	2.57	43.50
เฉลี่ย	5.17±0.48	2.41±0.22	53.04±5.79

ตารางที่ 17 ทดสอบหาสัดส่วนเนื้อ เมล็ด และเนื้อแห้ง โดยน้ำหนักของเนื้อผลมะไฟจีนสด

ตัวอย่าง	น้ำหนักมะไฟจีน (%)		
	เนื้อมะไฟจีนสด	เมล็ด	เนื้อมะไฟจีนแห้ง
1	85.0	15.0	14.6
2	72.7	27.3	13.3
3	73.6	26.4	12.6
4	74.8	25.2	12.4
5	70.0	30.0	12.1
6	73.1	26.9	12.1
7	75.8	24.2	14.0
8	72.1	27.9	14.0
9	77.1	22.9	11.8
10	77.3	22.7	11.7
11	75.9	24.1	12.7
12	77.1	22.9	14.3
13	74.6	25.4	13.1
14	67.7	32.3	12.8
15	68.0	32.0	13.4
16	60.1	39.9	10.3
17	73.5	26.5	12.7
18	74.5	25.5	11.0
19	73.9	26.1	12.3
20	65.5	34.5	11.1
เฉลี่ย	73.1±5.2	26.9±5.2	12.6±1.1

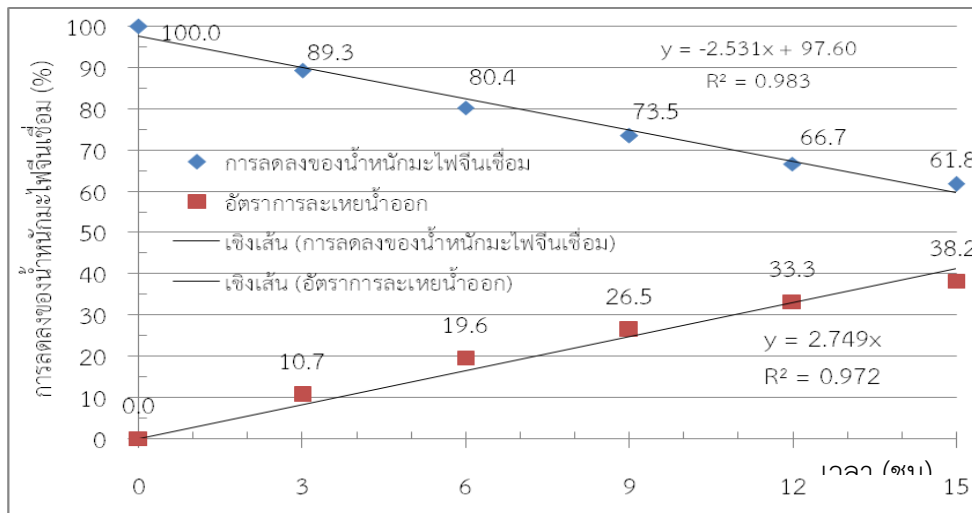
ตารางที่ 18 ทดสอบหาอัตราการใช้แก๊สหุงต้มในการลดความชื้นมะไฟเงินเชื่อมให้เป็นมะไฟเงินเชื่อมแห้ง

เวลา(ชม) / ครั้ง ที่	อัตราการใช้แก๊สหุงต้ม (กรัม)			เฉลี่ย
	1	2	3	(กรัม/3 ชม.)
0	0	0	0	0
3	1600	1500	1500	1533±58
6	1500	1300	1400	1400±100
9	1200	1100	1300	1200±100
12	1000	900	900	933±58
15	900	800	1000	900±100
ผลรวมเฉลี่ยการใช้แก๊สต่อครั้งการอบ (กรัม)				5967±398
ค่าเฉลี่ยการใช้แก๊สในการอบแห้ง(กรัม/ชั่วโมง)				398±27



ภาพที่ 15 หน้าตัดท่อลมทางเข้าพัดลมและจุดที่ทำการวัดความเร็วลม t1-t5

การทดสอบลดความชื้นมะไฟเงินเชื่อม พบว่า ในช่วงเริ่มต้น 0-9 ชั่วโมง มีอัตราการใช้แก๊สสูงที่สุด และในช่วงเวลา 9-15 ชั่วโมง อัตราการใช้แก๊สลดลง ซึ่งอัตราการใช้แก๊สสูงที่สุด ในการลดความชื้นมะไฟเงินเชื่อมให้เป็นมะไฟเงินเชื่อมแห้ง โดยเฉลี่ยในการลดความชื้น 5,967 กรัม/ครั้ง หรือคิดเป็นการใช้แก๊สในการลดความชื้นเฉลี่ย 398 ± 27 กรัม/ชั่วโมง ในสภาวะอุณหภูมิบรรยากาศภายนอกเฉลี่ย 33.7 ± 0.6 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 63.3 ± 6.6 เปอร์เซ็นต์ มีการกระจายอุณหภูมิภายในห้องลดความชื้นค่อนข้างสม่ำเสมอ อุณหภูมิเฉลี่ย 58.2 ± 0.9 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิออกจากห้องลดความชื้นที่ปลายปล่องลมร้อนทิ้งเฉลี่ย 57.7 ± 2 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 17) ในส่วนของการลดความชื้น (ภาพที่ 15) แสดงให้เห็นว่า ระยะเวลา 0-6 ชั่วโมงแรกการลดความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว สามารถระเหยน้ำออกจากมะไฟเงินเชื่อม 19.2 เปอร์เซ็นต์ จากระยะเวลา 6-12 ชั่วโมง ค่าความชื้นที่ลดลงมีค่าค่อยลดลง จากระยะเวลา 12-15 ชั่วโมง มีอัตราการลดลงของความชื้นน้อยสุด คือ ระเหยน้ำได้ 4.9 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับอัตราการสิ้นเปลืองแก๊สสูงที่สุด คือ ในช่วงเวลาเริ่มต้นเป็นช่วงที่มีการใช้ปริมาณแก๊สสูงที่สุด เพราะต้องใช้ความร้อนในการระเหยน้ำมากที่สุด หลัง 12 ชั่วโมง อัตราการใช้แก๊สลดลงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยมะไฟเงินเชื่อมก่อนลดความชื้นเทียบให้มีความชื้นเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ทำการลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม ใช้เวลา 15 ชั่วโมง เหลือความชื้น 61.8 เปอร์เซ็นต์ อัตราการลดลงของความชื้นบนแผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความชื้นแกนตั้งและแกนนอนเป็นเวลาการลดความชื้น ที่เก็บข้อมูลในช่วงเวลาแสดงเป็นจุดบนแผนภูมิ เมื่อแสดงเป็นเส้นแนวโน้มก็มีความสอดคล้องเป็นสมการเส้นตรง มีค่าความเชื่อมั่น 98.3 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นในเส้นบน ส่วนเส้นด้านล่างแสดงให้เห็นถึงปริมาณน้ำที่ระเหยออกเป็นสมการเส้นตรงเช่นกัน มีค่าความเชื่อมั่น 92.2 เปอร์เซ็นต์ สำหรับผลการตรวจความชื้นของมะไฟเงินเชื่อมแห้งที่ทำการสุ่มตรวจ พบว่ามีความชื้นเฉลี่ย 24.2 ± 1.7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมะไฟเงินเชื่อมแห้งที่ได้จากการลดความชื้นโดยใช้เครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม (ภาพที่ 16 ข) พบว่า ผลผลิตมะไฟเงินเชื่อมแห้งที่ได้โดยพินิจด้วยสายตา ของผู้ที่มีความชำนาญในกลุ่มแปรรูป มีสีที่ดูสดกว่าการตากแดด ความนิ่มเนื้อและรสชาติไม่แตกต่างกับการตากแดด ทำให้กลุ่มผู้ผลิตมะไฟเงินเชื่อมแห้ง ตำบลท่านาว อำเภอกุเวียง จังหวัดน่าน ให้การยอมรับในการใช้เครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม ว่าเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานในการลดความชื้นสำหรับผลิตภัณฑ์มะไฟเงินเชื่อมแห้งได้เป็นอย่างดี



ภาพที่ 16 การลดลงของความชื้นที่สัมพันธ์กับเวลา



ก



ข

ภาพที่ 17 ก ทดการลดลงของความชื้นมะไฟจีนเชื่อมแห้ง ข รูปบน มะไฟจีนเชื่อมแห้งตากแดด รูปล่าง มะไฟจีนเชื่อมแห้งที่ได้จากเครื่องลดความชื้น

พิจารณาในส่วนของต้นทุนการผลิตจากข้อมูลที่ได้จากกลุ่มแปรรูป คือ มะไฟจีนผลสด 20 กิโลกรัม ราคา กิโลกรัมละ 25 บาท ใช้น้ำตาล 5 กิโลกรัม ราคา กิโลกรัมละ 25 บาท จะได้มะไฟจีนเชื่อม 19 กิโลกรัม คิดเป็นราคา มะไฟจีนเชื่อม 500 บาท ราคาน้ำตาล 100 บาท ดังนั้นมะไฟจีนเชื่อมมีราคา กิโลกรัมละ 26.32 บาท ในการลด ความชื้นครั้งหนึ่งใช้มะไฟจีนเชื่อม 48 กิโลกรัม คิดเป็นต้นทุนมะไฟจีนเชื่อม 1,263.36 บาท จะได้ผลผลิตมะไฟจีน เชื่อมแห้ง 29.7 กิโลกรัม คิดราคาเฉลี่ย กิโลกรัม 200 บาท สามารถจำหน่ายได้ผลตอบแทน 5,940 บาท ในการลด ความชื้นใช้เวลา 15 ชั่วโมง ใช้แก๊สหุงต้มประมาณ 6 กิโลกรัม แก๊สหุงต้มถึง 15 กิโลกรัม ราคา 400 บาท ราคา แก๊ส กิโลกรัมละ 26.67 บาท คิดเป็นต้นทุนราคาแก๊สหุงต้มสำหรับลดความชื้นในหนึ่งครั้งเป็น 160.02 บาท และค่า ไฟฟ้าของมอเตอร์พัดลมขนาด 746 วัตต์ ใช้ไฟฟ้าในการลดความชื้นครั้งละ 11.19 หน่วย คิดค่าไฟหน่วยละ 3 บาท คิดเป็นต้นทุนราคาไฟฟ้าสำหรับลดความชื้นในหนึ่งครั้งเป็นเงิน 33.57 บาท และค่าแรงคนดูทำงานวันละ 300 บาท เวลาทำงานปกติวันละ 8 ชั่วโมง คิดเป็นชั่วโมง 37.50 บาท คิดเป็นต้นทุนราคาแรงงานสำหรับลดความชื้นในหนึ่ง ครั้งเป็นเงิน 562.50 บาท เมื่อหักค่าต้นทุนทั้งหมดออกคงเหลือกำไรจากการขายผลผลิตในการลดความชื้นหนึ่งครั้ง เป็นเงิน 3920.55 บาท ประเมินราคาเครื่องลดความชื้นตัวละ 85,000 บาท จะคุ้มทุนเมื่อใช้ลดความชื้นประมาณ 22 ครั้ง จำนวนมะไฟจีนเชื่อม 1,056 กิโลกรัม คือใช้งานลดความชื้น 330 ชั่วโมง คิดเวลาใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง เป็น 42 วัน 2 ชั่วโมง ในหนึ่งฤดูการผลิตจะยาวนานประมาณ 3-4 เดือน ดังนั้น การตัดสินใจซื้อเครื่องลดความ จะคุ้มทุนรวมทั้งมีผลกำไรในฤดูกาลเดียวเท่านั้น

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

มีการนำต้นแบบเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม ไปใช้งานลดความชื้นมะไฟจีนเชื่อมเป็นมะไฟจีนเชื่อม แห้งที่ กลุ่มแปรรูปมะไฟจีน ตำบลท่านาว อำเภอกู่เพียง จังหวัดน่าน

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการรวบรวมและคัดเลือกต้นแม่พันธุ์มะไฟจีนจากแปลงเกษตรกรนำมาปลูกแปลงในศูนย์วิจัยและ พัฒนาการเกษตรน่าน เตรียมต้นต่อเพื่อทำการขยายพันธุ์ต้นแม่พันธุ์ที่มีลักษณะดีไม่น้อยกว่า 10 สายพันธุ์เพื่อนำไปปลูกในแปลงต่อไป ปฏิบัติดูแลบำรุงรักษาแปลงแม่พันธุ์มะไฟจีน จำนวน 96 ต้น โดยการตัดแต่งกิ่ง ใส่ปุ๋ย ให้น้ำ ดูแลรักษาต้นพันธุ์คัดในแปลงเปรียบเทียบ จำนวน 16 สายต้น 72 ต้น บันทึกข้อมูลทางด้านกรเจริญเติบโต จำแนกลักษณะของผลแต่ละสายต้น บันทึกข้อมูลผลผลิตองค์ประกอบของผลผลิตพบว่า ข้อมูลด้านการเจริญเติบโต โดยคัดเลือกจากลำดับสายต้น จำนวน 15 ลำดับ โดยความสูงมีค่าตั้งแต่ 99.33- 236.5 ซม. มีค่าเฉลี่ย 164.25 ซม. ขนาดทรงพุ่ม มีค่าตั้งแต่ 65.66-209.5 ซม. มีค่าเฉลี่ย 123.31 ซม. เส้นรอบวง มีค่าตั้งแต่ 11.70 – 25.00 ซม.

มีค่าเฉลี่ย 20.35 ซม. ข้อมูลด้านขนาดและคุณภาพของผลมะไฟจีนสายต้นต่างๆ ที่คัดเลือกสำหรับการแปรรูปและบริโภคสด โดยค่าเฉลี่ยขนาดของผลที่คัดเลือก จำนวน 7 ลำดับ ที่นำมาคัดเลือก โดยน้ำหนักผลมีค่าตั้งแต่ 7.55-12.06 กรัม มีค่าเฉลี่ย 9.67 กรัม ความกว้างของผลมีค่าตั้งแต่ 2.33-2.67 ซม. มีค่าเฉลี่ย 2.47 ซม. ความยาวผลมีค่าตั้งแต่ 2.35-2.78 ซม. มีค่าเฉลี่ย 2.57 ซม. ความหวาน มีค่าตั้งแต่ 12.79-17.40 Brix มีค่าเฉลี่ย 14.29 Brix จำนวนเมล็ดต่อผลมีค่าตั้งแต่ 1 – 2 เมล็ดต่อผล ค่าเฉลี่ย 1.2 เมล็ดต่อผล ความหนาของเนื้อมีค่าตั้งแต่ 2.56-4.14 มม. มีค่าเฉลี่ย 3.38 มม. ความหนาของเปลือกมีค่าตั้งแต่ 0.36-0.56 มม. มีค่าเฉลี่ย 0.44 มม.

ส่วนการขยายพันธุ์มะไฟจีนที่มีประสิทธิภาพ พบว่า การขยายพันธุ์โดยวิธีการเสียบยอดบนต้นกล้ามะไฟจีนอายุ 1 ปีมีศักยภาพมากที่สุด รองลงมาคือการขยายพันธุ์โดยกรรมวิธีทาบกิ่ง วิธีการเสียบข้างบนต้นกล้ามะไฟจีน วิธีการเสียบยอดบนต้นมะไฟจีนที่ปลูกในแปลงปลูกอายุ 1 ปี โดยมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายเท่ากับ 96 สะดวกต่อการขยายพันธุ์และหลังจากปลูกต้นมะไฟจีนสามารถปรับเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี และสามารถเลือกยอดพันธุ์ดีมาขยายพันธุ์ได้ตรงกับความต้องการ ส่วนวิธีการขยายพันธุ์โดยวิธีการทาบกิ่ง มีเปอร์เซ็นต์การรอดตาย 92 แต่ต้องเสียเวลาในการทาบกิ่งโดยจะต้องให้กิ่งประสานกัน 45 วัน และนำมาพักไว้ในโรงเรือนอีก 60 วัน แต่ก็สามารถปรับเปลี่ยนถ้าหากมีความพร้อมในเรื่องระยะเวลาและสถานที่พื้นที่ ส่วนวิธีการขยายพันธุ์โดยวิธีการเสียบข้างบนต้นกล้ามะไฟจีน การขยายพันธุ์โดยวิธีการเสียบยอดบนต้นมะไฟจีนที่ปลูกในแปลงอายุ 1 ปี มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายที่ 80 และ 75 ตามลำดับ ซึ่งหากสภาพพื้นที่ที่มีความเหมาะสมก็สามารถนำไปขยายพันธุ์ได้ แต่วิธีการที่มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายต่ำ คือ การขยายพันธุ์โดยวิธีเสียบข้างบนต้นมะไฟจีนที่ปลูกในแปลงอายุ 1 ปี อาจเนื่องมาจากการถูกแสงแดดทำให้ตายยอดพันธุ์ดีเสียพันธุ์

การทดสอบเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเป็นผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้งจากหมู่บ้าน 4 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านกอก บ้านแซ่กลาง บ้านหนองรัง และบ้านท่าดอนชัย พบว่า จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของตัวอย่างผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้งจากหมู่บ้านต่างๆ 4 หมู่บ้าน โดยสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้งปริมาณ 100 กรัม โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิห้องเย็น (11 ± 2 °C) เป็นเวลา 0, 180, และ 365 วันนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้งของบ้านกอก มีวิธีการแปรรูปที่ดีที่สุด สามารถรักษาคุณภาพขององค์ประกอบทางเคมีได้ดี จึงนำมาปรับสูตรการทำเพื่อให้สามารถนำไปถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปได้จำนวน 1 สูตร โดยผลิตภัณฑ์มีวิตามินซีมากที่สุด คือ 11.5-12.5 มิลลิกรัม มีใยอาหารที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 10.67-12.03 กรัม และมีแคลเซียมมากที่สุดอยู่ในช่วง 128.98-130.54 มิลลิกรัม นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการเสวนากลุ่มเกษตรกรทำให้ทราบปัญหาที่แท้จริงว่า ปัญหาด้านการเก็บ

รักษาผลิตภัณฑ์ให้ได้นานๆ เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ และรองลงมาคือการทำให้มะไฟจีนเชื่อมแห้งในช่วงการแปรรูปจะเกิดปัญหาฝนตก ไม่มีแสงแดด

การเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของมะไฟจีนสดและมะไฟจีนเชื่อมแห้งพบว่าคุณค่าทางอาหารลดลงเพียงเล็กน้อย แต่จะเปลี่ยนแปลงในเรื่องสภาพสีของมะไฟจีนเชื่อมแห้งที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้องเกิน 6 เดือน โดยวิธีการแนะนำจะให้เก็บมะไฟจีนเชื่อมแห้งที่อุณหภูมิ 11 ± 2 องศาเซลเซียส โดยต้องเก็บในถุงพลาสติกสีดำ ไม่ถูกแสงสามารถเก็บมะไฟจีนเชื่อมแห้งมากกว่า 1 ปีขึ้นไป ส่วนการยอมรับคุณค่าทางประสาทสัมผัสในระหว่างการเก็บรักษาให้การยอมรับที่เก็บรักษามะไฟจีนเชื่อมแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิ

การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ โดยกรรมวิธีเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้ง 4 บรรจุภัณฑ์ เปรียบเทียบระหว่างเก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิ พบว่ามะไฟจีนเชื่อมแห้งที่บรรจุในผลิตภัณฑ์แบบถุงพอยด์สามารถรักษาคุณค่าทางอาหารได้มากที่สุด เพราะผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพอยด์ไม่สามารถเกิดการออกซิเดชันกับอากาศภายนอก และมีคุณค่าทางอาหารและปริมาณองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับมะไฟจีนสดมากที่สุด

ส่วนการสร้างต้นแบบเครื่องลดความชื้นแบบถังครึ่งวงกลม สำหรับลดความชื้นมะไฟจีน มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ โครงสร้างถังส่วนบน มีชุดพัดลมติดอยู่ภายในช่องท่อลมและด้านขวามีชุดหัวเผาติดอยู่ตรงกลางทางเข้าของลม โครงสร้างถังลดความชื้นลักษณะหน้าตัดด้านข้างครึ่งวงกลม และชุดควบคุมการทำงานของเครื่องลดความชื้น ผลการทดสอบเครื่องลดความชื้นมะไฟจีน พบว่า มะไฟจีนเชื่อม 10 กิโลกรัม ใช้เวลาลดความชื้น 50 นาที หลังลดความชื้นเหลือน้ำหนักมะไฟจีนเชื่อมน้ำตาล 5 กิโลกรัม ขณะที่ความชื้นลดลงมะไฟจีนเชื่อมน้ำตาลมีความเหนียวมาก จับตัวกันเป็นก้อนขนาดใหญ่ ตกลงกระแทกกับผนังห้องลดความชื้น อย่างรุนแรงส่งผลให้ลูกมะไฟจีนเชื่อม บี้แบน เพราะการตกกระแทกอย่างรุนแรง เนื่องจากการจับกันเป็นก้อนขนาดใหญ่ ทำให้การลดความชื้นอยากขึ้นด้วย จึงต้องนำไปลดความชื้นโดยการตากแดดต่ออีก 1-2 วัน ดังนั้น การใช้เครื่องมือนี้ ก็ต่อเมื่อมีผลผลิตมากจนเกินกำลังในการตากแดด เพื่อป้องกันการเน่าเสียของผลผลิตมะไฟจีนที่ตากแดดได้ไม่ทัน จึงใช้เครื่องมือนี้ช่วยในการลดความชื้น ผลผลิตที่ได้ก็นำไปแปรรูปเป็นมะไฟจีนเม็ด ซึ่งไม่ต้องคำนึงถึงรูปลักษณะของมะไฟจีนแห้งก่อนบดแล้วนำไป รีดอัดเป็นเส้นก่อนแล้วตัดให้เป็นเม็ด

ผลการสร้างต้นแบบเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม มีโครงสร้างหลักสำคัญ 4 ส่วน คือ โครงเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม ชุดพัดลม มีต้นกำลังมอเตอร์ 0.75 กิโลวัตต์ ชั้นวาง ถาด และตู้ควบคุมการทำงาน ผลการทดสอบ พบว่า การปิดท่อลมทิ้งไว้ขณะลดความชื้น มีปริมาณลมใหม่ที่เข้าไปในห้องอบแห้งประมาณ 46.42 เปอร์เซ็นต์ เป็นลมที่มีความร้อนหมุนเวียนกับมาใช้ 53.58 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดการประหยัดแก๊สสูงต่ำลงประมาณ 32.5 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วลมภายในห้องลดความชื้น มีค่าเฉลี่ยความเร็วลม 3.49 ± 0.08 เมตร/วินาที มะไฟจีนมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 26.8 ± 4.3 กรัม มีส่วนประกอบที่เป็นเนื้อผลสดเฉลี่ย 73.1 ± 5.2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเมล็ดผลสดเฉลี่ย

26.9±5.2 เปอร์เซ็นต์ และส่วนที่เป็นเนื้อหลังลดความชื้นจนแห้งสนิทเฉลี่ย 12.6±1.1 เปอร์เซ็นต์ การทดสอบลดความชื้นมะไฟจีนเชื่อม พบว่า ในช่วงเริ่มต้น 0-9 ชั่วโมง มีอัตราการใช้แก๊สสูงที่สุด และในช่วงเวลา 9-15 ชั่วโมง อัตราการใช้แก๊สลดลง มีอัตราการใช้แก๊สสูงที่สุดโดยเฉลี่ยในการลดความชื้น 5,967 กรัม/ครั้ง อัตราการลดลงของความชื้นบนแผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความชื้นและเวลาการลดความชื้น เป็นเส้นแนวโน้มสอดคล้องเป็นสมการเส้นตรง มีค่าความเชื่อมั่น 98.3 เปอร์เซ็นต์ สำหรับผลการตรวจความชื้นของมะไฟจีนเชื่อมแห้งที่ทำการสุ่มตรวจ พบว่า มีความชื้นเฉลี่ย 24.2±1.7 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตมะไฟจีนเชื่อมแห้งที่ได้ เมื่อพินิจด้วยสายตา ของผู้ที่มีความชำนาญในกลุ่มแปรรูป มีสีที่ดูสดกว่าการตากแดด ความนิ่มเนื้อและรสชาติไม่แตกต่างกับการตากแดด ทำให้กลุ่มผู้ผลิตมะไฟจีนเชื่อมแห้ง ตำบลท่านาว อำเภอกุเพียง จังหวัดน่าน ให้การยอมรับในการใช้เครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม ว่าเหมาะสมสำหรับใช้งานในการลดความชื้นผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้งได้เป็นอย่างดี พิจารณาในส่วนของต้นทุนการผลิต โดยประเมินราคาเครื่องลดความชื้นตัวละ 85,000 บาท จุดคุ้มทุนเมื่อใช้ลดความชื้นประมาณ 22 ครั้ง จำนวนมะไฟจีนเชื่อม 1,056 กิโลกรัม คือใช้งานลดความชื้น 330 ชั่วโมง คิดเวลาใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง เป็น 42 วัน 2 ชั่วโมง ในหนึ่งฤดูการผลิตจะยาวนานประมาณ 3-4 เดือน ดังนั้น การตัดสินใจซื้อเครื่องลดความชื้นจะคุ้มทุนรวมทั้งมีผลกำไรในฤดูกาลเดียวเท่านั้น

บรรณานุกรม

- กลอยใจ เขยกลินเทศ. 2553. ใช้แสงอินฟราเรดอบแห้งลำไยย่นเวลาเท่าตัวคุณภาพเต็มร้อย. สืบค้นจาก <http://www.komchadluek.net/detail/20100420/56120/ใช้แสงอินฟราเรดอบแห้งลำไยย่นเท่าตัวคุณภาพเต็มร้อย> [เม.ย 2553]
- เต็ม สมิตินันท์. 2544. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย ฉบับแก้ไขเพิ่มเติมโดยส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 813 หน้า.
- นายเกษตรเบอร์ 30 (นามแฝง). 2543. มะไฟจีนกับลำไยทางพัฒนาเป็นผลไม้สมุนไพรร. วารสารเคหะการเกษตร, 113-116.
- ประเสริฐ ดอยลอม. การปลูกมะไฟจีนของจังหวัดน่าน กองส่งเสริมพืชพันธุ์กรรมส่งเสริมการเกษตร.
- วิจิตร วังน. 2546. ชนิดและพันธุ์ไม้ผลเมืองไทย (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: บริษัท ฮีฟ อีฟ (ประเทศไทย) จำกัด
- เพยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. เอกสารเผยแพร่โครงการอนุรักษ์พันธุ์กรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี.
- พรรณผกา รัตน์โกศล สุระพงษ์ รัตน์โกศล และสมศักดิ์ ศรีสมบูรณ์ (1). 2551. การแปรรูปและผลิตภัณฑ์จากมะไฟจีน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 465 – 468 หน้า.
- พรรณผกา รัตน์โกศล สุระพงษ์ รัตน์โกศล และสมศักดิ์ ศรีสมบูรณ์ (2). 2551. มะไฟจีน...สมุนไพรรชนิดใหม่. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 543 – 546 หน้า.
- พรรณผกา รัตน์โกศล สุระพงษ์ รัตน์โกศล และสมศักดิ์ ศรีสมบูรณ์ (3). 2552. มะไฟจีน...สมุนไพรรดีที่เมืองน่าน. การนำเสนอผลงานวิจัยแห่งชาติ 2552. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช), หน้า 59
- มลิวรรณ์ กิจชัยเจริญ สุภาวดี ศรีแย้ม จิรรัชต์ กันทะชู และบุษบา มะโนแสน. 2551. การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากมะไฟจีนของกลุ่มแปรรูปมะไฟจีน ตำบลท่าหนาว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต แหล่งที่มา. [Journal/upload/file/behikqrtwx89.docx](http://www.journal/upload/file/behikqrtwx89.docx) (19 กพ 58)
- อนก บางซ่า. 2540. การวิจัยปรับปรุงพันธุ์ไม้ผล สถานีทดลองพืชสวนน่าน.
- Brown, W. H. 1950. Useful Plant of the Phillipines, vol 2. Bureau of Science, Manila, 336-344p.
- Burkill, L.H. 1966. A Dictionary of Economic Products of the Malay Peninsula. Crown Agents for the Colonies London (reprint. 1966, Ministry of Agriculture and Cooperative, Kuala Lumpur, 1426-1429)

ภาคผนวก

ตารางที่ 1 ทดสอบหาอัตราการใช้แก๊สหุงต้มในการลดความชื้นมะไฟเงินเชื่อมให้เป็นมะไฟเงินเชื่อมแห้ง

เวลา(ชม) / ครั้ง ที่	อัตราการใช้แก๊สหุงต้ม (กรัม)			เฉลี่ย
	1	2	3	(กรัม/3 ชม.)
0	0	0	0	0
3	1600	1500	1500	1533±58
6	1500	1300	1400	1400±100
9	1200	1100	1300	1200±100
12	1000	900	900	933±58
15	900	800	1000	900±100
ผลรวมเฉลี่ยการใช้แก๊สต่อครั้งการอบ (กรัม)				5967±398
ค่าเฉลี่ยการใช้แก๊สในการอบแห้ง(กรัม/ชั่วโมง)				398±27

ตารางที่ 2 ทดสอบหาการกระจายอุณหภูมิภายในห้องลดความชื้น

ซ้ำที่	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิภายนอก เฉลี่ย (°ซ)	อุณหภูมิเฉลี่ยในห้อง ลดความชื้น (°ซ)	อุณหภูมิเฉลี่ยที่ปลาย ปล่องลมร้อนทั้ง
1	66.5	34	57.6	57
2	67.7	34	57.9	58
3	55.7	33	59.3	58.2
เฉลี่ย	63.3±6.6	33.7±0.6	58.2±0.9	57.7±0.6

ตารางที่ 3 ทดสอบหาความขึ้นมะไฟเงินเฉลี่ยแห้ง ที่เป็นผลผลิตที่ได้จากเครื่องลดความขึ้นมะไฟเงิน โดยการสุ่ม 20 ตัวอย่าง/ซ้ำ

ซ้ำที่ ตัวอย่างที่	1 ความขึ้น (%)	2 ความขึ้น (%)	3 ความขึ้น (%)	เฉลี่ย ความขึ้น (%)
1	28.28	26.24	31.35	21.72
2	29.10	23.60	32.54	21.81
3	27.76	27.00	32.12	22.47
4	29.72	26.33	31.83	22.97
5	28.88	27.24	33.14	23.57
6	30.20	26.91	32.22	23.83
7	29.36	27.50	33.61	24.37
8	28.23	26.71	32.83	23.94
9	28.95	27.57	30.42	23.99
10	28.07	27.99	26.92	23.24
11	29.06	26.28	26.02	23.09
12	29.03	27.42	32.96	25.35
13	28.33	26.67	25.16	23.29
14	29.22	25.89	25.77	23.72
15	29.63	27.45	28.40	25.12
16	29.51	27.18	30.54	25.81
17	28.70	26.35	28.89	25.24
18	40.65	29.53	28.44	29.15
19	28.75	27.74	24.91	25.10
20	30.45	26.46	27.69	26.15
ความขึ้นมะไฟเงินเชื่อมเฉลี่ยหลังลดความขึ้น				24.2±1.7