การแก้ไขปัญหาอุปสรรคของเครื่องจักรในอุตสาหกรรมแปรรูปน้ำผลไม้ของวิสาหกิจชุมชน กลุ่มแปรรูปผลิตเครื่องดื่มน้ำผลไม้ ต.คลองจินดา อ.สามพราน จ.นครปฐม

Solving the problems of machinery in the fruit juice processing industry of community-based beverage beverage processing community groups, Khlong Chinda Sub-district, Sam Phran District, Nakhon Pathom Province.

ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง : การแก้ไขปัญหาอุปสรรคของเครื่องจักรในอุตสาหกรรมแปรรูปน้ำผลไม้ของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปผลิตเครื่องดื่มน้ำผลไม้ ต.คลองจินดา อ.สามพราน จ.นครปฐม

ผู้วิจัย : รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

พ.ศ. : 2564

บทคัดย่อ

การแปรรูปฝรั่งสดเป็นผลิตภัณฑ์น้ำฝรั่ง เพื่อเก็บไว้บริโภคและจำหน่ายในท้องถิ่น เป็นแนวทางเลือกอาชีพหนึ่งที่ช่วยให้เกษตรกรในชนบทมีรายได้เพิ่มมากขึ้น และสร้างอาชีพเสริมแก่ครอบครัว แต่เกษตรกรยังขาดเทคโนโลยีเครื่องมือและวิธีการแปรรูปที่ถูกต้องในแต่ละขั้นตอนการผลิต จึงเกิดปัญหาความสะอาดไม่เพียงพอ ใช้เวลามาก ทำให้มีคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับ และปริมาณการผลิตต่ำทางกลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวได้ดำเนินการวิจัยหาเครื่องมือคั้นน้ำฝรั่งที่เหมาะสม โดยศึกษาจากพื้นฐานหลักการทำงานของเครื่องมือแปรรูปอาหารที่มีใช้งานทั่วไป มาเป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงและสร้างเครื่องต้นแบบขึ้น เครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบเป็นเครื่องคั้นแบบลูกกลิ้งหนามขูด มีระบบย่อยขนาดเนื้อฝรั่งประกอบด้วยห้องย่อยพร้อมลูกกลิ้งหนามขูด และระบบกั้นน้ำแยกกากประกอบด้วยห้องตะแกรงคั้นน้ำ ห้องแยกกาก เกลียวลำเลียงและชุดใบกวาด ชิ้นส่วนต่างๆ ที่สัมผัสกับน้ำฝรั่งทำจากโลหะสแตนเลส ต้นกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 1 เฟส แรงดันไฟฟ้า 220 โวลท์ เครื่องมีความสามารถกั้นน้ำได้ในอัตราการคัน 250 กิโลกรัม/ชั่วโมง น้ำคั้นที่ได้ต้องนำไปกรองเนื้อละเอียดของฝรั่งออกอีกครั้งด้วยเครื่องถุงกรองแรงเหวี่ยงที่มีความสามารถกรองน้ำได้ที่อัตรา 50 ลิตร/ชั่วโมง เครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบมีต้นทุนราคาเครื่อง 40,000 บาท และเครื่องถุงกรองแรงเหวี่ยงมีต้นทุนราคาเครื่อง 5,000 บาท การผลิตน้ำฝรั่งแบบมีเงินลงทุนต่ำ เพียงมีเครื่องดังกล่าวอย่างละ 1 เครื่อง จะสามารถผลิตน้ำฝรั่งได้ 28,000 ลิตร/ปี (112,000 ขวดปี) สามารถได้ทุนคืนในระยะเวลา 0.08 ปี มีต้นทุนการแปรรูปเฉลี่ย 4.48 บาท/ขวด มีความเหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ในการลงทุนใช้เครื่องทำน้ำฝรั่งพร้อมดื่มได้ โดยวัตถุดิบฝรั่งสดมีตลอดปีและมีวันทำการที่ 200 วัน/ปี

คำสำคัญ : ฝรั่งสด ,น้ำฝรั่ง ,ลูกกลิ้งหนามขูด

Title : Solving the problems of machinery in the fruit juice processing industry of community-based beverage beverage processing community groups, Khlong Chinda Sub-district, Sam Phran District, Nakhon Pathom Province

Researcher : Associate Professor Dr.Supawud Nedphokaew
Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, RMUTP

Year : 2021

Abstract

This research presents the processing of fresh guava into guava juice product. to be kept for consumption and distribution in the local area It is an alternative career path that helps rural farmers earn more. and create additional careers for the family But farmers still lack the correct technology, tools and processing methods in each production process. Therefore, there was a problem of insufficient cleanliness, taking a lot of time, resulting in unacceptable quality and the production is low, the postharvest engineering research group has conducted research to find suitable guava juicer. This study is based on working principles of food processing equipment in general use. Come as a guideline to develop, improve and create prototypes. The original guava juicer was a grater roller squeezer. There is a guava-sized subsystem consisting of a sub-chamber with grated rollers and the waste water barrier system consists of a juice sieve chamber, a waste separation room, a spiral conveyer and a sweeper set. various parts that come in contact with the guava juice is made of stainless steel The power source uses a 1-horsepower electric motor, a single-phase electrical system, a voltage of 220 volts. The machine has the ability to block water at a rate of 250 kg / hour. The juice obtained must be filtered out again with a centrifugal bag filter capable of filtering water at a rate of 50 liters/hour. The prototype guava juice machine costs 40,000 baht, and the centrifugal filter bag costs 5,000 baht. With just one such machine, each of these machines can produce 28,000 liters of guava juice/year (112,000 bottles a year), able to get a return in 0.08 years, with an average processing cost of 4.48 baht/bottle, which is appropriate in engineering economics. In investment, use a ready-to-drink guava juice machine. Fresh guava ingredients are available throughout the year and have 200 business days/year.

Keyword : guava, guava juice, grater roller squeeze

กิตติกรรมประกาศ

โครงการงานวิจัยเรื่องการแก้ไขปัญหาอุปสรรคของเครื่องจักรในอุตสาหกรรมแปรรูปน้ำผลไม้ของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปผลิตเครื่องดื่มน้ำผลไม้ ต.คลองจินดา อ.สามพราน จ.นครปฐม ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปผลิตเครื่องดื่มน้ำผลไม้ ต.คลองจินดา อ.สามพราน จ.นครปฐม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้เกี่ยวข้องที่ไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดมา ประโยชน์อันใดที่เกิดจากงานวิจัยในครั้งนี้ ล้วนเป็นผลมาจากความกรุณาทุกท่าน ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาแด่ครูอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัย

ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว
ผู้วิจัย

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		2
Abstract		3
กิตติกรรมประกาศ		4
สารบัญ		5
สารบัญตาราง		7
สารบัญรูป		8
1.	**บทนำ**	9
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	9
	1.2 วัตถุประสงค์	9
	1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	10
	1.4 สมมติฐานของงานวิจัย	10
	1.5 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง	12
	1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน	12
	1.7 ระยะเวลาดำเนินงาน	13
	1.8 สถานที่ดำเนินงาน	13
2.	**ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง**	14
	2.1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญ	14
	2.2 ผลการศึกษาจำแนกวิธีการปฏิบัติในการทำน้ำฝรั่ง	15
	2.3 ผลการศึกษาทดลองปฏิบัติการทำน้ำฝรั่งแบบคั้นสด	15
3.	**วิธีดำเนินการ**	18
	3.1 การศึกษาข้อมูลและข้อพิจารณาในการใช้งานเครื่องมือแปรรูปที่ใช้งานกันทั่วไป	19
	3.2 ข้อพิจารณาจากการทดสอบเบื้องต้นของเครื่องย่อยขนาดทั้ง 3 แบบ	21
	3.3 ข้อพิจารณาจากการทดสอบเบื้องต้นของเครื่องคั้นแยกกาก 1 แบบ	21
	3.4 ข้อพิจารณาจากการทดสอบเบื้องต้นของเครื่องกรองทั้ง 2 แบบ	22
	3.5 ข้อพิจารณาในการออกแบบเครื่องคั้นน้ำฝรั่งระดับครัวเรือน เพื่อการทำน้ำฝรั่งคั้นสดแบบอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือน	22
4.	**การพัฒนาปรับปรุงและสร้างเครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบ**	23
	4.1 ข้อพิจารณาในการคัดเลือกรูปแบบและลักษณะข้อดีของเครื่องมือแปรรูปที่ศึกษา	23

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	4.2 ส่วนประกอบหลักของเครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบ ที่สร้างตามรูปแบบและลักษณะข้อดีของเครื่องมือแปรรูปที่ได้เลือกมาปรับปรุง	24
	4.3 หลักการทำงานของเครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบ	24
	4.4 ขั้นตอนการทำน้ำฝรั่งที่พัฒนาเป็นแบบอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือน	25
5.	**การทดสอบและประเมินผลหลังการปรับปรุง**	26
	5.1 ผลทดสอบเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบที่พัฒนากับเครื่องคั้นแบบเดิม	26
	5.2 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องถุงกรองแรงเหวี่ยง	26
	5.3 ผลการทดสอบขั้นตอนการทำน้ำฝรั่งที่พัฒนาแบบอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือน	27
6.	**การทดสอบและวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม**	
	6.1 ข้อมูลการลงทุนในการใช้เครื่องจักร	29
	6.2 การประเมินค่าใช้จ่ายรวมและค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อหน่วยผลผลิตเป็นรายปีจากการใช้เครื่องจักรเมื่อมีวันทำการ 200 วัน/ปี	31
	6.3 การวิเคราะห์ผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุน จากเงินลงทุนในเครื่องจักรเมื่อมีวันทำการ 200 วัน/ปี	33
	6.4 การวิเคราะห์ผลตอบแทนจากเงินลงทุนการแปรรูปทั้งหมด เมื่อเงินต้นทุนรวมในการแปรรูปต่อวัน	35
7.	**สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง**	39
8.	**เอกสารอ้างอิง**	40
9.	**ภาคผนวก**	41
10.	**ประวัติผู้วิจัย**	46

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของน้ำฝรั่ง 26
ตารางที่ 2 แสดงผลทดสอบเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องคั้นน้ำฝรั่งที่พัฒนากับเครื่องคั้นแบบเดิม 27
ตารางที่ 3 แสดงผลทดสอบการทำงานของเครื่องถุงกรองแรงเหวี่ยง 27
ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลการลงทุนในปัจจัยคงที่ 29
ตารางที่ 5 แสดงข้อมูลการลงทุนในปัจจัยแปรผัน 30
ตารางที่ 6 แสดงข้อกำหนดปัจจัยต่างๆ 30
ตารางที่ 7 แสดงเงื่อนไขการจัดการกำลังการผลิต 31
ตารางที่ 8 แสดงค่าใช้จ่ายจากการใช้เครื่องจักร (ต้นทุนการใช้เครื่องจักร) เมื่อวันทำการ 32
ตารางที่ 9 แสดงค่าใช้จ่ายการใช้ปัจจัยวัตถุดิบต่างๆ ในการแปรรูป (ต้นทุนการใช้ปัจจัยวัตถุดิบ)200 วัน/ปี 34
ตารางที่ 10 แสดงผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุนจากเงินลงทุนในเครื่องจักร เมื่อวันทำการ 200 วัน/ปี 35
ตารางที่ 11 แสดงผลตอบแทนจากเงินลงทุนการแปรรูปทั้งหมด คิดจากราคาซื้อฝรั่งสดที่ระดับต่างๆ 37

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำน้ำฝรั่งคั้นสดแบบเกษตรกร 16
รูปที่ 2 แผนภาพแสดงขบวนการทำน้ำฝรั่งแบบโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป 18
รูปที่ 3. แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำน้ำฝรั่งแบบอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือน 19
รูปที่ 4 เครื่องย่อยขนาดแบบลูกกลิ้งหนามขูด 41
รูปที่ 5 เครื่องย่อยขนาดแบบตีปั่นในถังปิด 41
รูปที่ 6 เครื่องย่อยขนาดแบบชุดใบตีหมุน 41
รูปที่ 7 เครื่องคั้นแยกกากแบบใบกวาดเหวี่ยง 41
รูปที่ 8. เครื่องกรองแบบถุงกรองแรงเหวี่ยง 41
รูปที่ 9. เครื่องกรองแบบเกลียวอัดรีดกาก 41
รูปที่ 10 ภาพแสดงชุดย่อยขนาดเนื้อผลฝรั่ง 42
รูปที่ 11 ภาพแสดงตัวเกลียวลำเลียง 42
รูปที่ 12 ภาพแสดงเสื้อตะแกรงกรองของชุดคั้นน้ำแยกกาก 43
รูปที่ 13 ภาพแสดงส่วนประกอบของเครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบ 44
รูปที่ 14 เครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบ 45
รูปที่ 15 ศึกษาเครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบ 45

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันรัฐบาลมีการสนับสนุนให้บริโภคน้ำผลไม้มากขึ้น และประชาชนโดยทั่วไปก็หันมานิยม บริโภคน้ำผลไม้กันอย่างแพร่หลาย ฝรั่งเป็นผลไม้ที่คนไทยรู้จักดีนิยมรับประทานผลสด มีประโยชน์ให้คุณค่าทางโภชนาการสูง สามารถนำมาแปรรูปเป็นน้ำฝรั่งได้ มีปริมาณไวตามินซีสูงมากกว่าน้ำส้ม และน้ำมะเขือเทศ ฝรั่งเป็นพืชที่ปลูกได้ง่ายทุกแห่งในประเทศและให้ผลผลิตตลอดปี การจำหน่ายฝรั่งสดในท้องตลาดมักประสบปัญหาคุณภาพของฝรั่งตกเกรด ยิ่งในช่วงฤดูกาลที่ผลผลิตออกสู่ตลาดมากเกินความต้องการของผู้บริโภคหรือจำหน่ายไม่หมด ก็จะเกิดความเสียหายต้องทิ้งไปทำให้ขาดรายได้และขายได้ ราคาต่ำไม่คุ้มต่อการลงทุน ฝรั่งสดหลังเก็บเกี่ยวมักเสื่อมสภาพและเน่าเสียง่ายอย่างรวดเร็ว ทำให้ระยะเวลาวางขายสั้นหรือเก็บรักษาไว้ไม่ได้นานในสภาพปรกติ ดังนั้นการแปรรูปฝรั่งสดให้เป็นผลิตภัณฑ์น้ำฝรั่งเพื่อการบริโภคและจำหน่ายในท้องถิ่นจะทำให้มีมูลค่าที่สูงขึ้น เป็นแนวทางเลือกอาชีพหนึ่งที่ช่วยให้เกษตรกรในชนบทมีรายได้เพิ่มมากขึ้นและสร้างอาชีพเสริมแก่ครอบครัว แต่การแปรรูปฝรั่งสดเป็นน้ำฝรั่งในระดับเกษตรกร มีการตีในเนื้อฝรั่งด้วยอุปกรณ์ถ้วยที่ปั่นก่อนแล้วบีบคั้นน้ำด้วยมือ โดยใช้ผ้าขาวบางห่อไว้ ซึ่งเป็นเครื่องมืออุปกรณ์และวิธีการที่ยังไม่เหมาะสมไม่ถูกสุขอนามัย ทำให้น้ำฝรั่งมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ได้ง่ายและเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว ตลอดจนมีปริมาณการผลิตต่ำไม่สามารถผลิตเป็นอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือนได้ ดังนั้นกลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตร วิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร จึงได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือคั้นน้ำฝรั่งระดับครัวเรือน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากรรมวิธีและเครื่องมือคั้นน้ำฝรั่งที่มีประสิทธิภาพถูกสุขอนามัยเหมาะสมในการผลิตน้ำฝรั่งแบบอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือนเพื่อแก้ไขปัญหาความเสียหายของการจำหน่ายรูปผลสด ที่ทำให้เกษตรกรขาดรายได้และขายได้ราคาต่ำช่วยเพิ่มมูลค่าของฝรั่งให้มากขึ้นและเป็นการรองรับ ปริมาณของฝรั่งที่มากขึ้นเกินความต้องการของตลาด มีเป้าหมายเพื่อให้ได้เครื่องมือคั้นน้ำฝรั่งที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมที่จะใช้ปฏิบัติการ ให้แก่กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรหรือกลุ่มสหกรณ์การเกษตร ฯลฯ นำไปใช้ในแหล่งปลูกฝรั่ง เป็นประโยชน์ช่วยสร้างงานในชนบทให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นสามารถพยุงเศรษฐกิจของครอบครัวในสภาวะปัจจุบัน

1.2 วัตถุประสงค์

1.พัฒนาศักยภาพเครื่องจักรในอุตสาหกรรมผลิตน้ำผลไม้พร้อมดื่ม

2.พัฒนาการทำการตลาดในการจำหน่ายเครื่องดื่มน้ำผลไม้ในผลผลิตของเกษตรกร

3.พัฒนาศักยภาพด้านการแข่งขันภาคการเพิ่มขีดความสามารถให้กับเกษตรกรในกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

4.ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำฝรั่งเข้มข้นจากผลฝรั่งโดยวิธีการต้มระเหย

5.พัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำฝรั่งเข้มข้นที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ

6.ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำฝรั่งเข้มข้น

7.ศึกษาอายุการเก็บและเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำฝรั่งเข้มข้นในระหว่างการเก็บรักษา

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษา วิเคราะห์ปัญหาเครื่องจักรผลิตและแปรรูปน้ำผลไม้ในอุตสากรรมในพื้นที่ต้นแบบ ต.คลองจินดา อ.สามพราน จังหวัดนครปฐม
2. ออกแบบและแก้ไขปัญหาของเครื่องจักรผลิตและแปรรูปน้ำผลไม้ในอุตสากรรมใหม่ ให้สามารถผลิตได้ทันต่อความต้องการของตลาดค้าเครื่องดื่มน้ำผลไม้ และช่วยเหลือเกษตรกรในวิสาหกิจชุมชน ต.คลองจินดา อ.สามพราน จ.นครปฐม ในอุตสาหกรรมการแปรรูปน้ำผลไม้แยกกาก

1.4 สมมติฐานของงานวิจัย

จากการศึกษาวิเคราะหและประเมินปจจัยแวดลอมทางธุรกิจ โดยใชหลักทฤษฎี Diamond Model ตามกรอบแนวความคิดของ Professor Michael E. Porter พบจุดแข็งและจุดออน ของอุตสาหกรรมผลไมสดและผลไมแปรรูป ในภาคตะวันออก ซึ่งเปนประเด็นสำคัญที่จะตอง สงเสริม หรือ ปรับปรุงเพื่อยกระดับความสามารถในการแขงขันของอุตสาหกรรมผลไมสดและ ผลไมแปรรูป ของภูมิภาคตะวันออกอยางตอเนื่องโดยคำนึงถึงความเชื่อมโยงกันระหวางปจจัยหลัก ทุกมิติที่เกี่ยวของ ซึ่งกลาวโดยสรุปตามหลักทฤษฎีในแตละปจจัยไดดังนี้ เงื่อนไขและปจจัยการผลิต (Factor Conditions) ภาคตะวันออกมีสภาพพื้นที่ เหมาะแกการปลูกผลไมเศรษฐกิจหลายชนิด เชน ทุเรียน มังคุด สับปะรด เงาะ เปนตน ผูประกอบการและเกษตรกรมีประสบการณแตยังขาดการจัดการอยางเปนระบบและครบวงจรใน การสงเสริมการผลิตไดแกดิน น้ำ ปุย และการกำจัดศัตรูพืช ขาดการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมที่ สนับสนุนอุตสาหกรรมปลายน้ำ ทางดานการแปรรูปผลไมและ เทคโนโลยีการเก็บเกี่ยว (Postharvest technology) ที่เพียงพอ อุตสาหกรรมที่เกี่ยวโยงและสนับสนุน (Related and Supporting Industries) มีสินคาและบริการอื่นที่ ชวยจูงใจลูกคาเขาสูพื้นที่มีกลุม หรือ ชมรมในพื้นที่เชื่อมโยงชวยเหลือแต ยังขาดหนวยงานระดับชาติที่รับผิดชอบพัฒนาเฉพาะกลุมผลไมสดและผลไมแปรรูปอยางครบวงจร และเชื่อมโยงกับภาคเอกชนอยางจริงจัง เงื่อนไขทางดานอุปสงค (Demand Conditions)ผูบริโภคสวนใหญพิถีพิถันใน การเลือกผลไมชนิดที่ “คุณภาพถูกปากรสชาติถูกใจ” และตองการผลิตภัณฑผลไมแปรรูปในหลาย รูปแบบ ผูบริโภคเริ่มหันมานิยมผักผลไมปลอดสารพิษมากขึ้น ขณะที่การใชปุยเกษตรอินทรียหรือ ปุยชีวภาพทำใหตนทุนการผลิตเพิ่มขึ้นมาก บริบทของการแขงขันและกลยุทธทางธุรกิจ (Context for Firm Strategy and Rivalry)ผูประกอบการยังขาดการสงเสริมการตลาดเชิงรุก และการเผยแพรผลไมสดและผลไม แปรรูปในตางประเทศและยังขาดการสนับสนุนการพัฒนากระบวนการผลิต และตรวจสอบผลไม อยางมีระบบ ระบบการขนสงตองใชตนทุนสูง เมื่อเกิดความลาชาทำใหผลไมเสียหาย และ มีขอจำกัดในการขนสงสำหรับผลไมบางชนิด บทบาทรัฐบาล (Government Role) รัฐบาลไดบรรจุอุตสาหกรรมผลไมสดและ ผลไมแปรรูปเปนหนึ่งในประเด็นยุทธศาสตรหลักของประเทศ

ขณะเดียวกันนโยบายเขตการค้าเสรี มีผลลบต่อตลาดผลไม้ เนื่องจากรัฐบาลยังขาดมาตรการคุ้มครองผู้ประกอบการไทยอย่างชัดเจน เครือข่ายวิสาหกิจอุตสาหกรรมผลไม้สดและผลไม้แปรรูป กลุ่มพื้นที่ภาคกลาง ในขณะที่ผู้ประกอบการไทยประสบปัญหาความยุ่งยากกับมาตรการหลายขั้นตอนที่เข้มงวดของ ประเทศคู่ค้าต่าง ๆ และยังขาดการปฏิบัติอย่างเข้มงวดในการกำหนดเขต (zoning) ของพื้นที่ภาค การเกษตรและอุตสาหกรรมให้แยกจากกัน จึงส่งผลให้พื้นที่เกษตรกรรมบางแห่งได้รับผลกระทบ ของมลภาวะจากโรงงานอุตสาหกรรมข้างเคียง กล่าวโดยสรุป ภาคตะวันออกมีผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมผลไม้สดและผลไม้แปร รูปอยู่ เป็นจำนวนมากและเป็นที่ต้องการของตลาดแต่อุตสาหกรรมกลุ่มนี้ยังต้องการการสนับสนุน ในด้านเทคโนโลยีให้ การผลิตและการแปรรูปให้มีความหลากหลายและได้มาตรฐาน การพัฒนา ผู้ประกอบการในภาคการเกษตรและการ แปรรูป สู่การจัดการยุคใหม่และการให้บริการจากรัฐที่ รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ การจัดการระบบสาธารณูปโภคเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรการจัดการด้าน การตลาดการพัฒนาการรวมกลุ่มให้เข้มแข็ง

ปัจจัยแห่งความสำเร็จของการยกระดับศักยภาพของเครือข่ายวิสาหกิจผลไม้สดและ ผลไม้แปรรูป สรุปได้ดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาเครือข่ายวิสาหกิจผลไม้สดและผลไม้แปรรูปให้มีความเข้มแข็ง ปัจจุบันนี้มีการรวมกลุ่มกันของเกษตรกรและผู้ค้าผลไม้สดอยู่กระจัดกระจายในรูปแบบของชมรม และสมาคม เนื่องจากความหลายหลายของผลผลิต กล่าวคือ มีการเพาะปลูกผลไม้หลายชนิดใน ภาคกลาง จ.นครปฐม เช่น ฝรั่ง ส้ม มัลเบอรี่ ฯลฯ จึงควรมีการศึกษารูปแบบและวิธีการที่ เหมาะสมในการพัฒนาเครือข่ายวิสาหกิจอุตสาหกรรมผลไม้สดในภาคตะวันออกขึ้น เพื่อให้เกิด การรวมกลุ่มที่มีศักยภาพที่สุด สวนอุตสาหกรรมผลไม้แปรรูปนั้น ก็ยังไม่มีการรวมกลุ่มกันอย่าง เข้มแข็ง ทั้ง ๆ ที่มีผู้ประกอบการจำนวนมากในพื้นที่และมีผู้ประกอบการที่มีศักยภาพสูง การ สนับสนุนของสำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม นับว่าเป็นสิ่งที่ดี ที่ทำให้ ผู้ประกอบการเกษตรกรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมาพบกันและรวมกันวางแผนยุทธศาสตร์ฯ เกิด บรรยากาศที่ดี และกระตุ้นให้เกิดการรวมกลุ่มกันในเชิงสร้างสรรค์ ดังนั้น สถาบันการศึกษา หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง เกษตรกร และผู้ประกอบการ จึงควรร่วมกันแสวงหารูปแบบการ พัฒนา เครือข่ายวิสาหกิจนี้ให้เข้มแข็งต่อไป

2. การพัฒนาเกษตรกรในภาคการผลิตผลไม้สดให้ได้มาตรฐาน เกษตรกรมี ปัญหามากในเรื่องของโครงสร้างพื้นฐานการเกษตร ได้แก่ ดิน น้ำ ปุ๋ย แรงงาน ตลอดจนความ ช่วยเหลือด้านเทคโนโลยี ความรู้ และทักษะในการพัฒนาผลผลิตให้มีคุณภาพตามความต้องการ ของตลาด ซึ่งเป็นปัญหาเรื้อรังที่รัฐบาลควรให้ความสนใจและแก้ไขอย่างเป็นระบบ

3. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปผลไม้ นับเป็นปัจจัยสำคัญในยุคของ การแข่งขัน ผลไม้สามารถนำมาแปรรูปได้หลากหลาย หากได้รับการวิเคราะห์คุณค่าอย่างละเอียด ดังนั้น สถาบันการศึกษา ควรร่วมกับผู้ประกอบการในการวิจัยและพัฒนาการแปรรูปอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน

4. การจัดการด้านการตลาดโดยเฉพาะการตลาดของผลไม้สด ซึ่งล้นตลาดทุกป อันเป็นผลจากการจัดการด้านอุปสงค์– อุปทาน อย่างไม่เป็นระบบและการขาดข้อมูลที่เพียงพอใน การตัดสินใจรัฐบาลจึงควรเร่งพัฒนาระบบฐานข้อมูล

1.5 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากสภาพปัญหาในปัจจุบันเทคโนโลยีของเครื่องสกัดหรือเครื่องคั้นน้ำผลไม้ เพื่อแปรรูปน้ำผลไม้ยังไม่สามารถผลิตและกดอัดการคั้นน้ำจากผลไม้ได้ทุกประเภท ซึ่งบางประเภทยังถือได้ว่าเป็นอุปสรรคต่อการแปรรูปอย่างมาก เช่น เครื่องคั้นน้ำผลไม้ทั่วไปที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด จะยังไม่สามารถนำมาแปรรูปน้ำผลไม้ ที่เป็นผลไม้ประเภทที่มีความแข็งและต้องใช้แรงเครื่องกด บด อัด ที่ต้องการทอร์กของเครื่องจักรอย่างมาก ในการคั้นน้ำผลไม้ และปัญหาจากเศษ และกากผลไม้ที่มีความแข็งมากๆ เวลาใช้งานของเครื่องทั่วไปจะเข้าไปติดตามตะแกรงกรอง ทำให้การผลิตแปรรูปทำได้อย่างล่าช้าและยากลำบาก ซึ่งจะไม่ทันต่อการออกจำหน่ายในท้องตลาดแก่ผู้บริโภค ผู้วิจัยจึงได้นำปัญหาเกี่ยวข้องกับเครื่องจักรในเชิงอุตสาหกรรมเหล่านี้ มาวิเคราะห์ปัญหาและศึกษาวิธีการออกแบบเครื่องให้มีประสิทธิภาพสูง และสามารถนำไปสู่การแก้ไขปัญหาในเชิงพาณิชย์ ให้กับเกษตรกรที่ปลูกพืชผลไม้ ที่ต้องการแปรรูปเป็นน้ำผลไม้สำเร็จรูปพร้อมดื่มเพื่อเพิ่มผลผลิตให้แก่เกษตรกร สร้างอาชีพ และสร้างรายได้ สร้างความเข้มแข็งให้แก่ชุมชน และเกษตรกร

1.6 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและกรรมวิธีในการทำน้ำฝรั่ง โดยทำการตรวจเอกสาร การดูงาน และการทดลองปฏิบัติ รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลรายละเอียดของผลฝรั่งที่เหมาะสมในการนำมาแปรรูป และจำแนกวิธีการปฏิบัติของการทำน้ำฝรั่ง

2. ศึกษาข้อมูลและข้อพิจารณาในการใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรแปรรูปที่ใช้งานกันทั่วไป เพื่อพิจารณาคัดเลือกเครื่องที่เหมาะสมใช้กับฝรั่งมาพัฒนาปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพ โดยทำการทดสอบเบื้องต้น รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลรายละเอียดของเครื่องมือเครื่องจักรแปรรูปแต่ละชนิดและแบบ

3. พัฒนาปรับปรุงและสร้างเครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบ ตามรูปแบบและลักษณะข้อดีต่างๆของเครื่องมือแปรรูปที่ได้เลือกว่าเหมาะสมใช้กับฝรั่ง โดยทำการปรับปรุงแก้ไขส่วนบกพร่องของเครื่องให้สามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ

4. ทดสอบและประเมินผลหลังการปรับปรุง โดยทำการทดสอบการทำงานของกลไกต่างๆ ของเครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบ และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมใช้กับฝรั่ง รวบรวมข้อมูลและบันทึกรายละเอียด วิเคราะห์ผลการทำน้ำฝรั่ง

5. ทดสอบและวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยทำการศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์ วิเคราะห์การลงทุน ประเมินค่าใช้จ่ายรวมและค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อหน่วยผลผลิต ของการลงทุนในการใช้ปัจจัยต่าง ๆ รวบรวมข้อมูลและบันทึกรายละเอียด วิเคราะห์หาผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุน จากเงินลงทุนในเครื่องจักร

6. สรุปผลของการวิจัยและจัดทำรายงานผลวิจัย โดยรวบรวมข้อมูลทั้งหมด นำไปวิเคราะห์ผล หาแนวทางการใช้ประโยชน์สำหรับการเผยแพร่งานวิจัยและการสาธิตเครื่องคั้นน้ำฝรั่ง

1.7 ระยะเวลาดำเนินงาน 1 ปี เริ่มต้น ตุลาคม 2563 - สิ้นสุด กันยายน 2564

แผนการดำเนินงานวิจัย (ปีที่เริ่มต้น – สิ้นสุด)

ปี (งบประมาณ)	กิจกรรม	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ร้อยละของกิจกรรมในปีงบประมาณ
2564	ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทบทวนวรรณกรรม	x	x											5
2564	ศึกษาคุณสมบัติของแผงโซล่าเซลล์ ปั๊มน้ำและพลังงานผสม		x	x	x									5
2564	กำหนดรูปแบบปัญหาเพื่อทดสอบ				x	x	x							25
2564	ออกแบบสร้างตามรูปแบบสภาพปัญหา						x	x						20
2564	ประมวลผลทดสอบ และวิเคราะห์ผล							x	x	x				20
2564	สรุปผลการทดสอบ									x	x			10
2564	จัดพิมพ์รูปเล่มงานวิจัย										x	x		5
2564	ถ่ายทอดและเผยแพร่ผลงานวิจัย											x	x	10
2564	**รวม**													100

1.8 สถานที่ดำเนินงาน กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปผลิตเครื่องดื่มน้ำผลไม้ ต.คลองจินดา อ.สามพราน จ.นครปฐม

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและกรรมวิธีการทำน้ำฝรั่ง

2.1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญ ทำให้ทราบว่า

1.1.1) ประเทศไทยมีการผลิตฝรั่งในรูปผล ไม้บริโภคสดใช้ภายในประเทศเป็นส่วนใหญ่ การส่งออกยังมีน้อย ฝรั่งที่ปลูกในประเทศไทยมีหลายชนิด แต่ที่ได้รับความนิยมมากเป็นฝรั่งพันธุ์ผลใหญ่ ผลดก รสอร่อย ได้แก่ พันธุ์เวียดนาม พันธุ์กลมสาลี่ และพันธุ์ทูล เกล้า นอกจากจะใช้รับประทานผลสดแล้ว ยังสามารถนำมาแปรรูปทำน้ำฝรั่งได้ ยกเว้น พันธุ์ทูลเกล้าที่มีกลิ่นเฉพาะ (กลิ่นขี้ใต้) ติดมาทำให้คุณภาพน้ำคั้นไม่เป็นที่ยอมรับ ฝรั่งเป็นผลไม้ที่พบว่ามีไวตามินซีสูง มีคุณค่าทางโภชนาการ ได้แสดงดังตารางที่ 1 น้ำฝรั่งจากพันธุ์รับประทานสดจะมีสีเขียวเข้มหรือเขียวอ่อนขึ้นอยู่กับระยะการแก่ของผล ผลฝรั่งที่เหมาะสมนำมาแปรรูป ควรเป็นระยะแก่เต็มที่และผิวเปลือกมีสีเขียวออกขาวนวลจนถึงระยะผลสุก 25% จะได้น้ำคั้นสีสวย รสชาติดี สำหรับพันธุ์เวียดนามโอกาสที่จะมีผิวเปลือกสีเขียวออกขาวนวลเป็นไปได้ยาก ดังนั้นน้ำฝรั่งที่แปรรูปจากฝรั่งพันธุ์นี้จะมีรสฝาดเล็กน้อย (เนื่องจากผิวเปลือกที่ยังเขียว)

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของน้ำฝรั่ง

เนื้อฝรั่ง 100 กรัม มีส่วนประกอบ ดังนี้		
ความชื้น	80.70	กรัม
โปรตีน	0.90	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	11.60	กรัม
ไขมัน	0.10	กรัม
เส้นใย	6.00	กรัม
พลังงาน	51.00	แคลอรี่
แคลเซี่ยม	13.00	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.50	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	25.00	มิลลิกรัม
ไวตามิน เอ	89.00	หน่วยสากล
ไวตามิน ซี	160.00	มิลลิกรัม
ไวตามิน บี-1	0.06	มิลลิกรัม
ไวตามิน บี-2	0.13	มิลลิกรัม
ไนอะซิน	1.10	มิลลิกรัม

2.1.1) วิธีการทำน้ำฝรั่งคั้นสดอย่างถูกต้องในแต่ละขั้นตอนการผลิต จะช่วยรักษาคุณค่าทางอาหารและคุณภาพด้านรสชาค กลิ่น สี ของฝรั่งสุดได้อย่างดี น้ำฝรั่งคั้นสดไม่จำเป็นต้องปรับปรุงลักษณะความอุ่นใส โดยการกรองใสหรือการทำให้ใสโดยวิธีอื่นๆ น้ำฝรั่งคั้นสดมักนิยมบริโภคกันในสภาพที่มีเนื้อผลไม้ปนอยู่บ้าง

2.1.2) ฝรั่งเป็นผลไม้ประเภทที่มีทั้งน้ำและเนื้อผลมาก โดยลักษณะโครงสร้างเนื้อเยื่อของผลฝรั่งประกอบด้วยเนื้อผลที่แน่นกรอบมีน้ำมาก มีเปลือกผลที่บางอ่อน ไส้ผลตรงกลาง เป็นเนื้อฟูนิ่มมีเมล็ดฝังอยู่จำนวนมาก ดังนั้นการทำน้ำฝรั่งแบบคั้นสด มักจะมีขั้นตอนการทำ 2 ขั้นตอน คือ การที่ย่อยขนาด และการบีบคั้นน้ำพร้อมกรองแยกกากส่วนเนื้อละเอียดออก จะได้น้ำฝรั่งคั้นสดแท้ 100%

2.2 ผลการศึกษาจำแนกวิธีการปฏิบัติในการทำน้ำฝรั่ง พบว่า

2.2.1) กรรมวิธีวิธีการทำน้ำฝรั่งแบบต้นสอ สามารถจำแนกตามวิธีการปฏิบัติได้ 3 แบบคือ

ก) การตีป่นด้วยเครื่องตีปั่นในถ้วยแล้วบีบคั้นน้ำด้วยแรงคน (แบบเกษตรกร)

ข) การตีป่นด้วยเครื่องแล้วบีบคั้นน้ำด้วยเครื่อง (แบบกึ่งพัฒนา)

ค) การตีป่นและมีบคั้นน้ำด้วยเครื่องเดียวกันอย่างต่อเนื่อง (แบบพัฒนา)

2.2.2) วิธีแบบเกษตรกร มีการใช้เครื่องย่อยขนาดแบบตีป่นอาหารในครัว คือ เครื่องตีป่นในถ้วย (Blender) และใช้ผ้าขาวบางหอพร้อมใช้ไม้แบบกดทับหรือบีบคั้นน้ำด้วยมือ

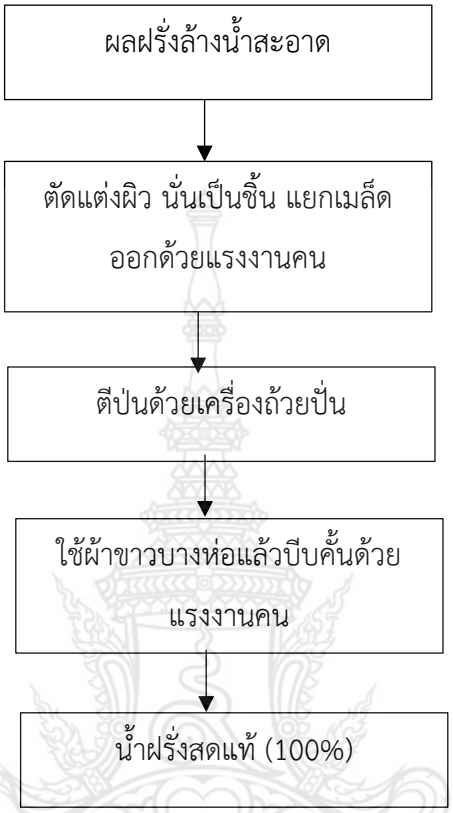
2.2.3) วิธีแบบกึ่งพัฒนา มีการใช้เครื่องย่อยขนาดแบบพิเศษต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องตีปั่นในถังปิดเครื่องลูกกลิ้งหนามขูด เป็นต้น และมีการใช้เครื่องบีบคั้นน้ำแบบต่างๆ ได้แก่ เครื่องแท่นกดอัดในเสื้อตะแกรง (Basket press) เครื่องไฮดรอลิคอัดในถุงผ้าหนา (Hydraulic press) เครื่องเกลียวอัดรีดกาก(Screw press) เครื่องถุงกรองแรงเหวี่ยง(Centrifugal Filter) เป็นต้น

2.2.4) วิธีแบบพัฒนา มีการใช้เครื่องจักรกลแบบประดิษฐ์ขึ้นเอง ซึ่งสามารถทำงานตีป่นและบีบคั้นน้ำได้อย่างต่อเนื่องกัน ได้แก่ เครื่องคั้นน้ำผลไม้ที่ประดิษฐ์ขึ้นโดยมีระบบต่างๆ ได้แก่ ระบบชุดย่อยขนาด ระบบชุดคั้นน้ำแยกกาก และระบบชุดกรองเนื้อละเอียด เป็นต้น

2.3 ผลการศึกษาทดลองปฏิบัติการทำน้ำฝรั่งแบบคั้นสด พบว่า

2.3.1) กรรมวิธีการทำน้ำฝรั่งแบบเกษตรกรที่นิยมปฏิบัติกัน เป็นวิธีการแบบง่ายใช้แรงงานคนปฏิบัติเป็นส่วนใหญ่ ทำให้น้ำฝรั่งมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ได้ง่าย มีเครื่องมืออุปกรณ์ที่เล็กจำนวนไม่มาก ไม่สามารถ

พัฒนาหรือขยายกำลังการผลิตให้มีปริมาณมาก เพียงพอสำหรับเป็นธุระกิจได้ เหมาะสมสำหรับใช้เพื่อการบริโภคในครัวเรือนเท่านั้น แสดงเป็นแผนภาพดังรูปที่ 1 มีขั้นตอนรายละเอียดดังนี้ คือ



รูปที่ 1. แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำน้ำฝรั่งคั้นสดแบบเกษตรกร

ก) นำผลฝรั่งระยะแก่จัด (ใกล้สุก) ซึ่งล้างน้ำสะอาดแล้วมาตัดแต่งผิว นั่นเป็นชิ้นและแยกเมล็ดออกด้วยแรงงานคน

ข) ใช้เครื่องตีป่นอาหาร แบบถ้วยที่ปั่น (Blender) ทำการตีย่อยเนื้อฝรั่งให้มีขนาดเล็กลง ง่ายต่อการคั้นเอาน้ำออกในปริมาณมากโดยไม่ต้องใช้แรงบีบอัดที่สูงๆ

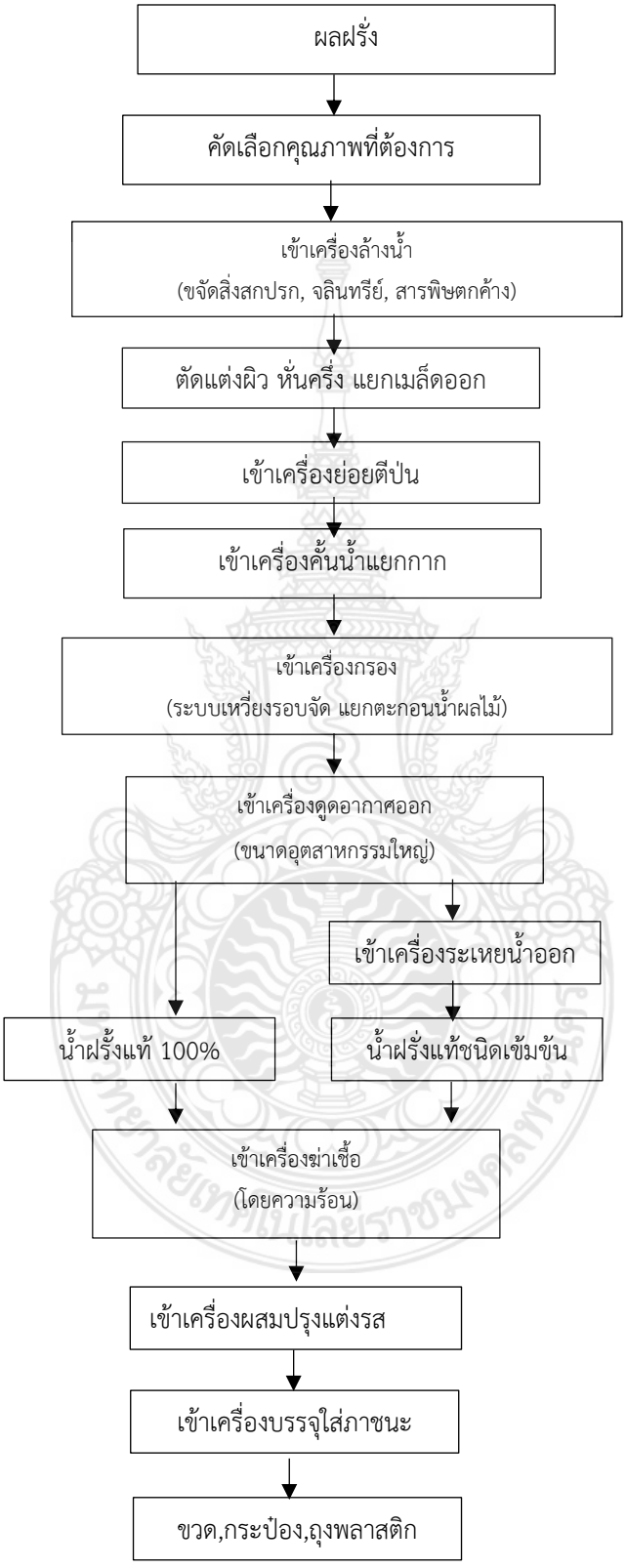
ค) จากนั้นใช้ผ้าขาวบางสำหรับกรองแยกกากห่อไว้ และทำการบีบคั้นเนื้อผสมนั้นให้ได้น้ำคั้นออกมาด้วยแรงงานคน

2.3.2 ผลการศึกษาขบวนการทำน้ำผลไม้แบบอุตสาหกรรมและหลักการทำน้ำผลไม้แท้ ทำให้ทราบว่าขบวนการทำน้ำฝรั่งแท้ 100% แบบโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไปจะต้องประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ แสดงเป็น

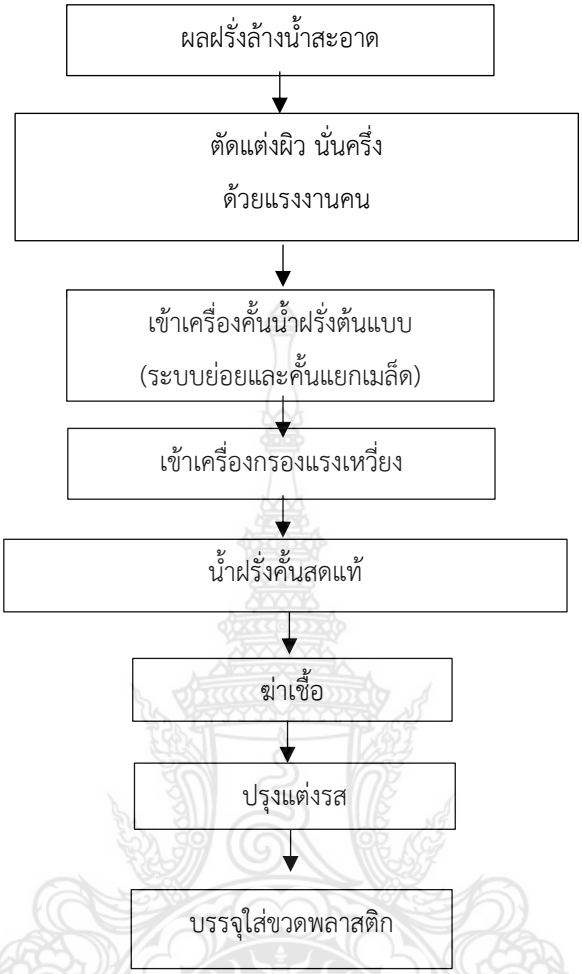
แผนภาพดังรูปที่ 2 ซึ่งเป็นขบวนการผลิตแบบใช้เครื่องจักรกลอัตโนมัติต่างๆ มีหลายขั้นตอน น้ำฝรั่งที่ได้มีคุณภาพและสะอาดเป็นที่ยอมรับของตลาด แต่ไม่เหมาะสมใช้เป็นอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือน เพราะต้องลงทุนสูงมาก

2.3.3 แนวคิดการวิจัยเพื่อพัฒนาการแปรรูปทำน้ำฝรั่งเพื่อการจำหน่าย โดยกำหนดแนวทางการทำน้ำฝรั่งแบบอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือน มีขั้นตอนการทำน้ำฝรั่งแสดงในแผนภาพดังรูปที่ 3 ซึ่งเป็นวิธีการแบบพัฒนามีการใช้เครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบที่พัฒนาขึ้น ลดขั้นตอนและแรงงานในการผลิต เช่น ไม่ต้องใช้แรงงานคนแยกเมล็ดออก โดยเครื่องต้นแบบทำงานอย่างต่อเนื่องรวมเป็นขั้นตอนเดียว แทนการแยกขั้นตอนการย่อยในและขั้นตอนการคั้นแยกเมล็ด มีการใช้เครื่องกรองแรงเหวี่ยงแทนการกรองแยกน้ำฝรั่งด้วยแรงงานคน ช่วยลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์และลดความเหนื่อยล้าคน จากนั้นจึงผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อและปรุงแต่งรสแล้วบรรจุใส่ขวดพลาสติก ได้น้ำฝรั่งพร้อมดื่มที่มีคุณภาพถูกสุขอนามัยและมีปริมาณการผลิตมากพอสำหรับเป็นธุรกิจขนาดเล็กแก่กลุ่มเกษตรกร

3. วิธีดำเนินการ



รูปที่ 2. แผนภาพแสดงขบวนการทำน้ำฝรั่งแบบโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป



รูปที่ 3. แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำน้ำฝรั่งแบบอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือน

3.1. การศึกษาข้อมูลและข้อพิจารณาในการใช้งานเครื่องมือแปรรูปที่ใช้งานกันทั่วไป

เครื่องมือแปรรูป 3 ชนิด ที่นำมาศึกษาและทดสอบเบื้องต้น เพื่อพิจารณาข้อเหมาะสมกับฝรั่งได้แก่

3.1.1 <u>เครื่องย่อยขนาด</u> จำนวน 3 แบบ แต่ละแบบใช้วัสดุสแตนเลสในการสร้าง มีส่วนประกอบที่สำคัญและหลักการทำงาน ดังนี้

1) <u>เครื่องย่อยขนาด แบบลูกกลิ้งหนามขุด</u>

ประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ ห้องย่อยขนาด 17x24x 20 เซนติเมตร ลูกกลิ้งหนาม พูดทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ยาว 16.5 เซนติเมตร ใช้ หมุนขุดย่อยขนาดของเนื้อผลไม้ ที่

ความเร็วรอบ 1100 รอบ/นาที ต้นกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1.5 แรงม้า แรงดันไฟฟ้า 220 โวลท์ ส่งกำลังขับผ่านสายพานวี (ดังรูปที่ 4 ภาคผนวก)

2) <u>เครื่องย่อยขนาด แบบตีปั่นในถังปิด</u>

ประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ ถังทรงกระบอกฝาปิด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร สูง 40.5 เซนติเมตร ใบมีดตีปั่นแบบ 4 แฉก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ใช้หมุนตีป่นย่อยขนาดของเนื้อผลไม้ ที่ความเร็วรอบ 1450 รอบ/นาที ต้นกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1.5 แรงม้า แรงดันไฟฟ้า 220 โวลท์ ส่งกำลังขับโดยตรง (ดังรูปที่ 5 ภาคผนวก)

3) <u>เครื่องย่อยขนาด แบบชุดใบตีหมุน</u>

ประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ ห้องสับย่อยขนาด 16.5x17x19 เซนติเมตร ชุดใบตีหมุนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร จำนวน 6 ใบ เรียงยึดติดกับเพลาขนาด 19.1 มิลลิเมตร(3/4 นิ้ว) ใช้หมุนตีย่อยขนาดของเนื้อผลไม้ที่ความเร็วรอบ 1750 รอบ/นาที ต้นกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้า แรงดันไฟฟ้า 220 โวลท์ ส่งกำลังขับผ่านสายพานวี (ดังรูปที่ 6 ภาคผนวก)

3.1.2) <u>เครื่องคั้นแยกกาก</u> จำนวน 1 แบบ ใช้วัสดุสแตนเลสในการสร้าง มีส่วนประกอบที่สำคัญและหลักการทำงาน ดังนี้

<u>1) เครื่องคั้นแยกกากแบบใบกวาดเหวี่ยง</u>

ประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ เสื้อตะแกรงกรองขนาดรู 0.5 มิลลิเมตร ทรงกระบอกกรวย ยาว 40 เซนติเมตร ทางเข้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15.5 เซนติเมตร และทางออกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 17.5 เซนติเมตร ใช้กรองน้ำคั้น และชุดใบกวาดทรงกรวยยาว 47.5 เซนติเมตร ทางเข้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14.3 เซนติเมตร และทางออกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16.3 เซนติเมตร ใบกวาดยึดติดด้วยแผ่นยางเทปล่อน ขนาด 4.5x 50 เซนติเมตร มีจำนวน 3 ใบ ใช้หมุนกวาดเหวี่ยงสลัดให้น้ำคั้นผ่านรูเสื้อตะแกรงและพากากแยกออกทางปลายกระบอกเสื้อตะแกรงที่ความเร็วรอบ 750 รอบ/นาที ต้นกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า แรงดันไฟฟ้า 220 โวลท์ ส่งกำลังขับผ่านสายพานวี (ดังรูปที่ 7 ภาคผนวก)

3.1.3 <u>เครื่องกรอง</u> จำนวน 2 แบบ แต่ละแบบใช้วัสดุสแตนเลสในการสร้าง มีส่วนประกอบที่สำคัญและหลักการทำงาน ดังนี้

1) เครื่องกรอง แบบถุงกรองแรงเหวี่ยง

ประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ ถังทรงกระบอก 2 ชั้น ชั้นในเป็นถังตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร หมุนที่ความเร็วรอบ 1450 รอบ/นาที ส่วนถังชั้นนอกเป็นภาชนะเก็บน้ำคั้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38 เซนติเมตร สูง 42 เซนติเมตร และถุงกรองผ้าไนล่อน ทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร สูง 25 เซนติเมตร ต้นกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด ¼ แรงม้า แรงดันไฟฟ้า 220 โวลท์ ส่งกำลังขับโดยตรง (ดังรูปที่ 8 ภาคผนวก)

2) เครื่องกรอง แบบเกลียวอัดรีดกาก

ประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ เสื้อตะแกรงกรองขนาด 200 เมช (รู 0.08 มิลลิเมตร) ทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร ใช้กรองน้ำคั้น เกลียวอัดทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร หมุนที่ความเร็วรอบ 730 รอบ/ นาที ใช้อัดรีดกากให้น้ำคั้นผ่านรูเสื้อตะแกรง และจานแผ่นกดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 เซนติเมตร ใช้ควบคุมแรงอัดในการปล่อยกากออก ต้นกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด ½ แรงม้า แรงดันไฟฟ้า 220 โวลท์ ส่งกำลังขับผ่านสายพานวี (ดังรูปที่ 9 ภาคผนวก)

3.2 ข้อพิจารณาจากการทดสอบเบื้องต้นของเครื่องย่อยขนาดทั้ง 3 แบบ มีดังนี้ คือ

3.2.1) การใช้เครื่องย่อยขนาดแบบลูกกลิ้งหนามขูด มีข้อดีเหมาะสำหรับการย่อยเนื้อผลของ ฝรั่ง ซึ่งเป็นผลไม้ประเภทเนื้อผลแข็ง มีน้ำและเนื้อมาก และสามารถย่อยได้อย่างต่อเนื่อง จะได้เศษชิ้นเนื้อผลของฝรั่งที่ป่นพอเหมาะขนาดสม่ำเสมอดีไม่ละเอียดเกินไป ช่วยให้ง่ายในการกรองน้ำฝรั่งออก และไม่มีฟองอากาศผสม

3.2.2) ส่วนการใช้เครื่องย่อยขนาดแบบตีปั่นในถังปิด ไม่เหมาะสำหรับการย่อยเนื้อผลของฝรั่ง จะตีย่อยเนื้อฝรั่งได้ป่นละเอียดมาก ทำให้ยากต่อการกรองน้ำฝรั่งออก และมีฟองอากาศผสมมาก ทั้งปริมาณการป้อนชิ้นฝรั่งทำได้อย่างจำกัดต่อครั้งตามปริมาณความจุของถัง

3.2.3) และการใช้เครื่องย่อยขนาดแบบชุดใบตีหมุน ยิ่งไม่เหมาะสำหรับการย่อยเนื้อผลของ ฝรั่ง เพราะตีย่อยเนื้อฝรั่งได้ไม่หมดได้เศษชิ้นเนื้อผลของฝรั่งขนาดเล็กและใหญ่กระจายอยู่ขนาดไม่สม่ำเสมอ

3.3 ข้อพิจารณาจากการทดสอบเบื้องต้นของเครื่องคั้นแยกกาก 1 แบบ มีดังนี้ คือ

3.3.1) การใช้เครื่องคั้นแยกกากแบบใบกวาดเหวี่ยง มีข้อดีเหมาะสำหรับการแยกเมล็ดและกากหยาบออกจากเนื้อผสมของฝรั่ง ทำให้สามารถนำไส้กลางผลฝรั่งมาใช้ประโยชน์ได้แทนการควักไส้กลางทิ้ง และ

ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง แต่ยังมีข้อเสียคือไม่มีระบบย่อยขนาด ชิ้นฝรั่งต้องผ่านการย่อยป่นให้เป็นเนื้อผสมก่อนการป้อนเข้าเครื่อง และน้ำฝรั่งคั้นที่ได้ยังมีเนื้อป่นละเอียดผสมอยู่มาก ทำให้ต้องมีการกรองน้ำฝรั่งออกอีกครั้ง

3.4 ข้อพิจารณาจากการทดสอบเบื้องต้นของเครื่องกรองทั้ง 2 แบบ มีดังนี้ คือ

3.4.1) การใช้เครื่องกรองแบบถุงกรองแรงเหวี่ยง มีข้อดีเหมาะสำหรับการกรองเนื้อฝรั่ง จะได้น้ำฝรั่งกรองลักษณะเหมาะสมในการดื่ม ซึ่งมีปริมาณตะกอนของฝรั่งปะปนอยู่เล็กน้อยพอเหมาะ มีฟองอากาศน้อยมาก และได้กากที่เหลือค้างในถุงกรองเป็นลักษณะแผ่นบางอัดตัวไม่แน่น มีความชื้น

3.4.2) ส่วนการใช้เครื่องกรองแบบเกลียวอัดรีดกากไม่เหมาะสำหรับการกรองเนื้อฝรั่งเพราะ น้ำฝรั่งกรองมีเนื้อป่นละเอียดปะปนอยู่ยังไม่เหมาะสมในการดื่ม มีฟองอากาศน้อยมาก และได้กากที่ปล่อยออกมาเป็นลักษณะแผ่นหนารีดแน่น มีความชื้น

3.5 ข้อพิจารณาในการออกแบบเครื่องคั้นน้ำฝรั่งระดับครัวเรือน เพื่อการทำน้ำฝรั่งคั้นสดแบบอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือน ตามแผนภาพในรูปที่ 3 นั้น มีดังนี้

3.5.1) สามารถทำการย่อยชิ้นฝรั่งได้อย่างต่อเนื่อง

3.5.2) สามารถทำการคั้นน้ำและแยกเมล็ดฝรั่งได้อย่างต่อเนื่อง

3.5.3) ชิ้นส่วนต่างๆ สามารถถอดออกมาล้างทำความสะอาดได้ง่าย

3.5.4) ชิ้นส่วนต่างๆที่สัมผัสกับน้ำฝรั่งต้องใช้วัสดุสแตนเลสทนการกัดกร่อนได้ดีและถูกสุขอนามัย

4. การพัฒนาปรับปรุงและสร้างเครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบ

4.1 ข้อพิจารณาในการคัดเลือกรูปแบบและลักษณะข้อดีของเครื่องมือแปรรูปที่ศึกษา ขั้นตอนเติมที่ปฏิบัติในการทำน้ำฝรั่งต้องแยกถึง 3 ขั้นตอน ตามลำดับคือ พูดย่อยเนื้อฝรั่งด้วยเครื่องย่อยขนาดแบบลูกกลิ้งหนามขูด แยกเมล็ดฝรั่งและกากหยาบออกจากเนื้อผสมฝรั่งด้วยเครื่องคั้นแยกกากแบบใบกวาดเหวี่ยง และสุดท้ายกรองแยกน้ำฝรั่งด้วยเครื่องกรองแบบถุงกรองแรงเหวี่ยง แต่จากการศึกษาต้องการพัฒนาปรับปรุงรวมเครื่องย่อยขนาดและเครื่องคั้นแยกกากเป็นเครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบทำงานอย่างต่อเนื่องรวมเป็นขั้นตอนเดียว และขั้นตอนสุดท้ายยังคงแยกปฏิบัติอยู่

4.1.1) ได้เลือกปรับปรุงคัดแปลงเครื่องคั้นแยกกากแบบใบกวาดเหวี่ยง ซึ่งมีข้อดีเหมาะสำหรับการคั้นแยกเมล็ดฝรั่ง ทำให้ไส้กลางผลฝรั่งที่มีเมล็ดติดอยู่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ได้แทนการควักทิ้ง อีกทั้งชิ้นส่วนกลไกไม่ซับซ้อน สร้างได้ง่ายและราคาถูก โดยทำการปรับปรุงแก้ไขส่วนบกพร่องต่างๆ ได้แก่

ก.) เพิ่มเติมชุดย่อยขนาดเนื้อผลฝรั่ง ที่ทางเข้าของเครื่องคั้นแยกกากแบบใบกวาดเหวี่ยงโดยนำส่วนห้องย่อยขนาดพร้อมลูกกลิ้งหนามขูดของเครื่องย่อยขนาดแบบลูกกลิ้งหนามขูดมาใช้ ซึ่งมีข้อดีเหมาะกับการย่อยขนาดเนื้อผลแข็งของฝรั่งได้อย่างต่อเนื่อง ไม่มีฟองอากาศผสม (ดังรูปที่ 10 ภาคผนวก)

ข.) เพิ่มเติมตัวเกลียวลำเลียงแบบสองปากเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 81.4 มิลลิเมตรระยะพิช 140 มิลลิเมตร เพื่อกวาดส่งเนื้อผสมของฝรั่งให้ไหลเข้าสู่ห้องคั้นน้ำ ช่วยลดการกระจุกตัวที่ทางเข้าได้ (ดังรูปที่ 11 ภาคผนวก)

ค.) เปลี่ยนเสื้อตะแกรงกรองของชุดคั้นน้ำในเครื่องคั้นแยกกากแบบใบกวาดเหวี่ยง ซึ่งเดิมใช้ขนาดรู 0.5 มิลลิเมตร เมื่อมาใช้กับฝรั่งพบเสียที่ได้เนื้อป่นละเอียดมากและมีฟองอากาศผสมอยู่ในน้ำฝรั่งคั้น ทำให้ยากต่อการกรองเอาน้ำฝรั่งออกด้วยเครื่องกรองแบบถุงกรองแรงเหวี่ยง จึงได้เปลี่ยนขนาดรูใหญ่ขึ้นเป็น 1 มิลลิเมตร เพื่อให้ขนาดเนื้อป่นหยาบขึ้นและลดการเกิดฟองได้ ทำให้สามารถกรองเอาน้ำฝรั่งออกได้ด้วยเครื่องกรองแบบถุงกรองแรงเหวี่ยง (ดังรูปที่ 12 ภาคผนวก)

4.1.2) ได้เลือกเครื่องกรองแบบถุงกรองแรงเหวี่ยงซึ่งมีข้อดีเหมาะสำหรับการกรองน้ำฝรั่งที่ได้ลักษณะเหมาะสมในการดื่ม ชิ้นส่วนประกอบมีน้อย ล้างทำความสะอาดง่าย กลไกไม่ซับซ้อนสร้างได้ง่ายและราคาถูก โดยนำมาใช้ร่วมกับเครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบ

4.2 ส่วนประกอบหลักของเครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบ ที่สร้างตามรูปแบบและลักษณะข้อดีของเครื่องมือแปรรูปที่ได้เลือกมาปรับปรุง (ดังรูปที่ 13 ภาคผนวก) มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1) ขนาดสัดส่วนของเครื่อง กว้างxยาวxสูง = 0.70x1.00x1.10 เมตร

4.2.2) ชุดย่อยขนาดเนื้อฝรั่งแบบลูกกลิ้งหนามพูดวัสดุเป็นสแตนเลส ประกอบด้วยห้องบดย่อยขนาด 17x24x20 เซนติเมตร ลูกกลิ้งหนามขูดทรงกระบอกขนาด 10 เซนติเมตร ยาว 16.5 เซนติเมตร ใช้หมุนขูดย่อยเนื้อฝรั่ง ส่งกำลังขับผ่านสายพานวี

4.2.3) ชุดคั้นน้ำแยกกากวัสดุเป็นสแตนเลส ประกอบด้วย ตัวเกลียวลำเลียงแบบสองปาก เกลียว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 81.4 มิลลิเมตร ระยะพิช 140 มิลลิเมตร เสื้อตะแกรงกรองขนาดรู 1 มิลลิเมตร เป็นทรงกระบอกกรวยยาว 40 เซนติเมตร ทางเข้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15.5 เซนติเมตร ส่วนทางออกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 17.5 เซนติเมตร ภายในเสื้อตะแกรงกรองมีชุดใบกวาดทรงกรวยยาว 47.5 เซนติเมตร ทางเข้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14.3 เซนติเมตร และทางออกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16.3 เซนติเมตร ใบกวาดติดแผ่นยางเทปล่อนขนาด 4.5x50 เซนติเมตร มีจำนวน 3 ใบ ตัวใบกวาดยึดติดกับดุม มีรูเพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) และห้องแยกกากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 17.5 เซนติเมตร ยาว 11.5 เซนติเมตร

4.2.4) ต้นกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า แรงดันไฟฟ้า 220 โวลท์ ส่งกำลังขับผ่านสายพานวี

4.3 หลักการทำงานของเครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบ

4.3.1) เตรียมผลฝรั่งสดแก่จัดที่ล้างสะอาดแล้ว ตัดแต่งผิวแล้วแบ่งครึ่งผลป้อนเข้าสู่ห้องย่อยขนาด และลูกกลิ้งหนามขูดจะทำหน้าที่หมุนขูดย่อยเนื้อผลฝรั่ง

4.3.2) เนื้อผลฝรั่งที่ถูกย่อยขนาดแล้ว จะไหลลงสู่ชุดคั้นน้ำแยกกาก ซึ่งมีเกลียวลำเลียงส่งผ่านสู่ชุดใบกวาดหมุน ซึ่งทำหน้าที่กวาดเหวี่ยงสลัดเนื้อผสมของฝรั่งได้น้ำคั้นแยกผ่านรูเสื้อตะแกรงกรองไหลออกที่ห้องพักน้ำคั้นและลงสู่ภาชนะที่รองรับ พร้อมกวาดเมล็ดและกากหยาบแยกออกที่ห้องแยกกาก

4.3.3) น้ำคั้นฝรั่งที่ได้มีเนื้อป่นละเอียดผสมอยู่ จึงต้องนำไปกรองแยกน้ำฝรั่งออกอีกครั้งด้วยเครื่องถุงกรองแรงเหวี่ยง

4.4 ขั้นตอนการทำน้ำฝรั่งที่พัฒนาเป็นแบบอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือน

4.4.1) เตรียมผลฝรั่งที่สุดแก่จัดที่ล้างสะอาดแล้ว ตัดแต่งผิวและแบ่งครึ่งผล

4.4.2) ป้อนเข้าเครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบ (ดังรูปที่ 14 ภาคผนวก) ได้น้ำคั้นฝรั่ง (มีเนื้อป่นละเอียด

ผสมอยู่)

4.4.3) ป้อนน้ำคั้นฝรั่งเข้าเครื่องถุงกรองแรงเหวี่ยง (ดังรูปที่ 15 ภาคผนวก) ได้น้ำฝรั่งสด (เหมาะสมในการดื่ม)

4.4.4) ฆ่าเชื้อน้ำฝรั่งสดด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 70-35 องศาเซลเซียส ประมาณ 3-5 นาที

4.4.5) ปรุงแต่งรสของน้ำฝรั่ง ได้น้ำฝรั่งสดพร้อมดื่ม(รสหวานพอเหมาะ)

4.4.6) บรรจุน้ำฝรั่งใส่ขวดพลาสติคที่ฆ่าเชื้อและปิดฝา เก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

5. การทดสอบและประเมินผลหลังการปรับปรุง

5.1 ผลทดสอบเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบที่พัฒนากับเครื่องคั้นแบบเดิม ดัง แสดงตามตารางที่ 2 คือ

5.1.1) ระบบการทำงานของเครื่องคั้นน้ำแยกกากแบบเดิม ไม่มีชุดย่อยขนาด มีเพียงชุดคั้นน้ำแยกกาก คือ ใช้ชุดใบกวาดหมุนเหวี่ยงรีดเนื้อผสมฝรั่งได้น้ำคั้นฝรั่งแยกผ่านรูเสื้อตะแกรงกรองไหลออกที่ห้องพักน้ำคั้น พร้อมแยกกวาดเมล็ดและกากหยาบออกที่ห้องแยกกาก โดยใช้ความเร็วรอบ 750 รอบ/นาที ได้น้ำคั้นฝรั่งในอัตราการคั้น 160 กิโลกรัม/ชั่วโมง (ยังมีเนื้อปั่นละเอียดผสมอยู่)

5.1.2) ระบบการทำงานของเครื่องคั้นน้ำฝรั่งแบบพัฒนา สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องกันใน 2 ขั้นตอนและมีความสามารถเพิ่มขึ้น คือมีทั้งชุดย่อยขนาดแบบลูกกลิ้งหนามขูด ใช้ลูกกลิ้งหนามทำการหมุนขุดย่อยเนื้อฝรั่งด้วยความเร็วรอบ 1100 รอบ/นาที และมีชุดคั้นน้ำแยกกาก โดยมีตัวเกลียวลำเลียงทำการลำเลียงเนื้อผสมของผลฝรั่งที่ถูกย่อยแล้ว ผ่านเข้าเสื้อตะแกรงกรอง และใช้ชุดใบกวาดทำการหมุนเหวี่ยงรีดเนื้อผสมได้น้ำคั้นแยกผ่านรูเสื้อตะแกรงกรองไหลออกที่ห้องพักน้ำคั้น พร้อมแยกกวาดเมล็ดและกากหยาบออกที่ห้องแยกกาก โดยใช้ความเร็วรอบ 1100 รอบ/นาที ได้น้ำคั้นฝรั่งในอัตราการคั้น 250 กิโลกรัม/ชั่วโมง (มีเนื้อปั่นละเอียดผสมอยู่ยังดื่มไม่ได้)

ตารางที่ 2 แสดงผลทดสอบเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องคั้นน้ำฝรั่งที่พัฒนากับเครื่องคั้นแบบเดิม

ข้อมูลทั่วไป	เครื่องคั้นน้ำฝรั่ง (แบบพัฒนา)	เครื่องคั้นน้ำเยกกาก (แบบดิน)
1. ต้นกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้าแบบแรงดันไฟฟ้า 220 โวลท์ ขนาด	1 แรงม้า	3 แรงม้า
2. ใช้กระแสไฟฟ้า	3.6 แอมป์	12 แอมป์
3. ความเร็วรอบของชุดคั้นน้ำแยกกาก	1100 รอบ/นาที	750 รอบ/นาที
4. ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งหนามขูด	1100 รอบ/นาที	ไม่มีชุดย่อยขนาด
5. อัตราการคั้น	250 กก./ชม.	160 กก./ชม.

5.2 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องถุงกรองแรงเหวี่ยง_ดังแสดงตามตารางที่ 3 พบว่า

5.2.1) ระบบการทำงานของชุดกรองแรงเหวี่ยง มีถุงกรองผ้าไนล่อนวางแนบอยู่ในถังตะแกรง โดยใช้ถังตะแกรงทำการหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 1450 รอบ/นาที กรองเนื้อปั่นละเอียดของฝรั่งเก็บไว้ในถุงกรอง ได้น้ำฝรั่งผ่านถุงกรองในอัตราการกรอง 50 ลิตร/ชั่วโมง (น้ำฝรั่งสดที่ดื่มได้)

5.2.2) ความสามารถของเครื่องถุงกรองแรงเหวี่ยงที่ 50 ลิตร/ ชั่วโมง ช้ากว่าเครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบถึง 3 เท่า (น้ำคั้นฝรั่ง 250 กิโลกรัม กรองได้น้ำฝรั่งสด 150 ลิตร) ฉะนั้นหากมีเงินลงทุนสูงพอในเครื่องจักร ควรใช้เครื่องถุงกรองแรงเหวี่ยง 3 เครื่อง เพื่อให้ความสามารถทันเวลากัน

ตารางที่ 3 แสดงผลทดสอบการทำงานของเครื่องถุงกรองแรงเหวี่ยง

ข้อมูลทั่วไป	หน่วย	
1. ต้นกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้าแบบแรงดันไฟฟ้า 220 โวลท์ ขนาด	1/4	แรงม้า
2. ใช้กระแสไฟฟ้า	0.8	แอมป์
3. ความเร็วรอบชุดถังเหวี่ยง	1450	รอบ/นาที
4. อัตราการกรอง	50	ลิตร/ชม.

5.3 ผลการทดสอบขั้นตอนการทำน้ำฝรั่งที่พัฒนาแบบอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือน พบว่า

5.3.1) ปริมาณน้ำฝรั่งสดที่ได้เป็นลิตร คิดเป็น 60 ลิตรต่อน้ำหนักผลสด 100 กิโลกรัม

5.3.2) เนื่องจากการปรุงแต่งรสมีการเติมปริมาณน้ำเชื่อมเป็นลิตร คิดเป็น 10 ลิตรน้ำหนักผลสด 100 กิโลกรัม ดังนั้นปริมาณการผลิตน้ำฝรั่งพร้อมดื่มเพื่อจำหน่ายเป็นลิตร จะคิดเป็น 70 ลิตรต่อน้ำหนักผลสด 100 กิโลกรัม

5.3.3) เกษตรกรที่มีเงินลงทุนต่ำ เพียงมีเครื่องคั้นน้ำฝรั่ง 1 เครื่อง และเครื่องกรองแรงเหวี่ยง 1 เครื่อง ใช้แรงงานในครัวเรือน 2 คน ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง จะมีความสามารถจัดการรายวันในการเตรียมวัตถุดิบฝรั่งสดได้ 200 กิโลกรัม การเตรียมน้ำเชื่อม 20 ลิตร การผลิตน้ำฝรั่งพร้อมดื่มได้ 140 ลิตร และทำการบรรจุขวดขนาด 250 ซี.ซี. ได้ 560 ขวด

5.3.4) ถ้าใช้เครื่องเต็มความสามารถและเกษตรกรมีเงินลงทุนสูงพอในเครื่องจักร ควรมีเครื่องคั้นน้ำฝรั่ง 1 เครื่อง และเครื่องกรองแรงเหวี่ยง 3 เครื่องใช้แรงงาน 8 คนทำงานวันละ 8 ชั่วโมง จะสามารถจัดการรายวันในการเตรียมวัตถุดิบฝรั่งสดได้ 2000 กิโลกรัม การเตรียมน้ำเชื่อม 200 ลิตร การผลิตน้ำฝรั่งพร้อมดื่มได้ 1400 ลิตร และทำการบรรจุขวดขนาด 250 ซี.ซี. ได้ 5600 ขวด

5.3.5) กระบวนการฆ่าเชื้อน้ำฝรั่งด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 70-85 องศาเซลเซียส ประมาณ 3-5 นาที โดยใส่ภาชนะสรตักและกวนช้าๆ พบว่าสีเขียวของน้ำฝรั่งหายไปปรากฏเป็นสีครีมของเนื้อฝรั่งแทน ให้ทำการปรับสีด้วยการหยอดสีผสมอาหารสีเขียวลงในน้ำฝรั่งเพียงเล็กน้อย

5.3.6) การปรุงแต่งรสของน้ำฝรั่งให้ได้อ่าความหวานที่ความเข้มข้นประมาณ 13 % บริกซ์ โดยใช้น้ำเชื่อมที่ความเข้มข้น 50 % บริกซ์ ผสมกับน้ำฝรั่งในสัดส่วน 1:6 โดยปริมาตร

6. การทดสอบและวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การทดสอบและวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม เป็นแนวคิดการประเมินหาค่าเงินลงทุน และหาค่าผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุนในกิจการแปรรูปทำน้ำฝรั่งพร้อมดื่ม เพื่อประกอบการตัดสินใจลงทุนทำกิจการ มีให้เลือก 2 แบบ คือ ก) แบบมีเงินลงทุนต่ำและ ข) แบบใช้เครื่องเต็มความสามารถได้ดำเนินการทดสอบและวิเคราะห์ไว้ ณ เดือนกันยายน พ.ศ. 2542 มีรายละเอียดดังนี้

6.1 ข้อมูลการลงทุนในการใช้เครื่องจักร จะประกอบด้วย ต้นทุนคงที่ ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ลงทุนในปัจจัยคงที่ขั้นต่ำ คือต้นทุนในเครื่องจักร ได้แก่ ค่าเครื่องคั้นน้ำฝรั่ง และค่าเครื่องกรองแรงเหวี่ยง เป็นต้น (ตามตารางที่ 4) และต้นทุนผันแปร ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายลงทุนใช้ปัจจัยผันแปรที่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต ได้แก่ ค่าจ้างแรงงาน, ค่าพลังงานไฟฟ้า, ค่าบำรุงรักษา, ค่าแก๊สหุงต้ม เป็นต้น (ตามตารางที่ 5) รวมทั้งข้อกำหนดเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ อัตราดอกเบี้ย, อายุการใช้เครื่อง, จำนวนเวลาและวันทำการ (ตามตารางที่ 6) และเงื่อนไขการจัดการเกี่ยวกับกำลังการผลิต ได้แก่ ปริมาณวัตถุดิบฝรั่งสด, ปริมาณการผลิตน้ำฝรั่ง, และจำนวนขวดบรรจุ (ตามตารางที่ 7)

ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลการลงทุนในปัจจัยคงที่

ก. แบบมีเงินลงทุนต่ำ	**มูลค่า(บาท)**
ค่าเครื่องคั้นน้ำฝรั่ง 1 เครื่อง	40,000
ค่าเครื่องกรองแรงเหวี่ยง 1 เครื่อง	5,000
รวมมูลค่าเงินลงทุนในเครื่องจักร =	45,000 บาท
ข. แบบใช้เครื่องเต็มความสามารถ	**มูลค่า(บาท)**
ค่าเครื่องคั้นน้ำฝรั่ง 1 เครื่อง	40,000
ค่าเครื่องกรองแรงเหวี่ยง 3 เครื่อง	15,000
รวมมูลค่าเงินลงทุนในเครื่องจักร =	55,000 บาท

ตารางที่ 5 แสดงข้อมูลการลงทุนในปัจจัยแปรผัน

ก. แบบมีเงินลงทุนต่ำ	**จำนวนหน่วย ต่อวัน**	**มูลค่า ต่อหน่วย**	**มูลค่ารวม (บาท/วัน)**
ค่าจ้างแรงงาน	2 คน	100 บาท/คน	200
ค่า พลังงานไฟฟ้า	1.492 ยูนิต	5 บาท/ยูนิต	7.46
ค่าบำรุงรักษา (เฉลี่ย)	1 วัน	3 บาท/วัน	3
ค่าแก๊สหุงต้ม	2 ก.ก.	15 บาท/ก.ก.	30
ข. แบบใช้เครื่องเต็ม ความสามารถ	**จำนวนหน่วย ต่อวัน**	**มูลค่า ต่อหน่วย**	**มูลค่ารวม (บาท/วัน)**
ค่าจ้างแรงงาน	8 คน	100 บาท/คน	800
ค่าพลังงานไฟฟ้า	10.56 ยูนิต	5 บาท/ยูนิต	52.80
ค่าบำรุงรักษา (เฉลี่ย)	1 วัน	4.50 บาท/วัน	4.50
ค่าแก๊สหุงต้ม	20 ก.ก.	15 บาท/ก.ก.	300

ตารางที่ 6 แสดงข้อกำหนดปัจจัยต่างๆ

ข้อกำหนดปัจจัย	**จำนวนหน่วย**
1) อัตราดอกเบี้ยเงินฝากต่อปี	12%
2) อายุใช้งานเครื่อง	5 ปี
3) จำนวนวันทำการต่อปี	200 วัน
4) จำนวนชั่วโมงทำการต่อวัน	8 ชั่วโมง

ตารางที่ 7 แสดงเงื่อนไขการจัดการกำลังการผลิต

ก. แบบมีเงินลงทุนต่ำ	**จำนวนหน่วย**
1) ปริมาณวัตถุดินฝรั่งสดที่ใช้	200 ก.ก./วัน
2) ปริมาณการผลิตน้ำฝรั่งที่ได้	140 ลิตร/วัน
3) จำนวนขวดที่บรรจุได้ (ขนาด 250 ซี.ซี.)	560 ขวด/วัน
ข. แบบใช้เครื่องเต็มความสามารถ	**จำนวนหน่วย**
1) ปริมาณวัตถุดิบฝรั่งสดที่ใช้	2000 ก.ก.วัน
2) ปริมาณการผลิตน้ำฝรั่งที่ได้	1400 ลิตร/วัน
3) จำนวนขวดที่รรจุได้ (ขนาด 250 ซี.ซี.)	5600 ขวด/วัน

6.2 การประเมินค่าใช้จ่ายรวมและค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อหน่วยผลผลิตเป็นรายปี จากการใช้เครื่องจักรเมื่อมีวันทำการ 200 วัน/ปี (ดังตารางที่ 8) พบว่า

6.2.1) แบบมีเงินลงทุนต่ำ มีค่าใช้จ่ายรวมเป็นรายปี (ในข้อที่ 3) มีค่าสูงสุดในปีแรกคือ 62,492 บาท และมีมูลค่าลดลงทุกปีตามลำดับ

6.2.2) แบบมีเงินลงทุนต่ำ มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อหน่วยเป็นรายปี (ในข้อที่ 5) มีค่าสูงสุดในปีแรกคือ 0.558 บาท/ขวด โดยมีความอ่อนไหวของค่าอยู่ระหว่าง 0.558 - 0.519 บาท/ขวด ซึ่งหากผู้ใช้เพิ่มจำนวนเวลาหรือวันทำการของเครื่องให้มากขึ้นจะทำให้ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยมีค่าต่ำลง ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยนี้ถือเป็นต้นทุนการใช้เครื่องจักรที่ต้องนำไปรวมกับต้นทุนการใช้ปัจจัยวัตถุดิบต่างๆ ในการแปรรูป เพื่อเป็นต้นทุนรวมของการแปรรูป

6.2.3) แบบใช้เครื่องเต็มความสามารถ จะมีค่าใช้จ่ายรวมรายปีที่สูงกว่าแบบมีเงินลงทุนต่ำ (ในข้อที่ 3) มีค่าสูงสุดในปีแรกถึง 254,760 บาท และมีมูลค่าลดลงทุกปีตามลำดับ

6.2.4) แบบใช้เครื่องเต็มความสามารถ จะได้ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยรายปีที่ต่ำกว่าแบบมีเงินลงทุนต่ำ (ในข้อที่ 5) มีค่าสูงสุดในปีแรกคือ 0.227 บาท/ ขวด โดยมีความอ่อนไหวของค่าอยู่ระหว่าง 0.227 - 0.223 บาท/ขวด ซึ่งหากผู้ใช้เพิ่มจำนวนเวลาหรือวันทำการของเครื่องให้มากขึ้นจะทำให้ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยมีค่าต่ำลง ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยนี้ถือเป็นต้นทุนการใช้เครื่องจักรที่ต้องนำไปรวมกับต้นทุนการใช้ปัจจัยวัตถุดิบต่างๆ ในการแปรรูป เพื่อเป็นต้นทุนรวมของการแปรรูป

ตารางที่ 8 แสดงค่าใช้จ่ายจากการใช้เครื่องจักร (ต้นทุนการใช้เครื่องจักร) เมื่อวันทำการ 200 วัน/ปี

ก. แบบมีเงินลงทุนต่ำ	**ค่าใช้จ่ายรายปี จากการใช้เครื่องจักร (บาท)**				
	ปีที่ 1	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**	**ปีที่ 4**	**ปีที่ 5**
1. ต้นทุนคงที่ รวม	14,400	13,320	12,240	11,160	10,080
1.1 ค่าเสื่อมราคา	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000
1.2 ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน	5,400	4,320	3,240	2,160	1,080
2.ต้นทุนผันแปร รวม	48,092	48,092	48,092	48,092	48,092
2.1 ค่าจ้างแรงงาน	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000
2.2 ค่าพลังงานไฟฟ้า	1,492	1,492	1,492	1,492	1,492
2.3 ค่าบำรุงรักษา	600	600	600	600	600
2.4 ค่าแก๊สหุงต้ม	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
3. ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด	62,492	61,412	60,332	59,252	58,172
4. ปริมาณการผลิตต่อปี					
4.1 จำนวน 112,000 ขวด	-	-	-	-	-
4.2 จำนวน 28,000 ลิตร	-	-	-	-	-
5. ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย(ต้นทุนการใช้เครื่อง)					
5.1 ต่อขวด	0.558	0.548	0.539	0.529	0.519
5.2 ต่อลิตร	2.232	2.193	2.155	2.116	2.078
ข. แบบใช้เครื่องเต็มความสามารถ	**ปีที่ 1**	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**	**ปีที่ 4**	**ปีที่ 5**
1. ต้นทุนคงที่ รวม	17,600	16,280	14,960	13,640	12,320
1.1 ค่าเสื่อมราคา	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000
1.2 ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน	6,600	5,280	3,960	2,640	1,320
2. ต้นทุนผันแปร รวม	237,160	237,160	237,160	237,160	237,160
2.1 ค่าจ้างแรงงาน	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000
2.2 ค่าพลังงานไฟฟ้า	10,560	10,560	10,560	10,560	10,560
2.3 ค่าบำรุงรักษา	6,600	6,600	6,600	6,600	6,600
2.4 ค่าแก๊สหุงต้ม	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
3. ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด	254,760	253,440	252,120	250,800	249,480
4. ปริมาณการผลิต					

4.1 จำนวน 1,120,000 ขวด	-	-	-	-	-
4.2 จำนวน 280,000 ลิตร	-	-	-	-	-
5. ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย(ต้นทุนการใช้เครื่อง)					
5.1 ต่อขวด	0.227	0.226	0.225	0.224	0.223
5.2 ต่อลิตร	0.910	0.905	0.900	0.896	0.891

6.3 การวิเคราะห์ผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุน จากเงินลงทุนในเครื่องจักร เมื่อมีวันทำการ 200 วัน/ปี (ดังตารางที่ 9 และตารางที่ 10) พบว่า

6.3.1) แบบมีเงินลงทุนต่ำ ตามตารางที่ 10 มีการคิดอัตรามูลค่าเพิ่มกับน้ำฝรั่ง(ค่าบริการในการแปรรูป) เมื่อกำหนดราคาขายน้ำฝรั่งที่ 10 บาท/ขวด มีจำนวนการผลิตที่จุดคุ้มทุน 6,249 ขวด (ในข้อที่ 2) ได้ผลตอบแทนสุทธิต่อปี (ในข้อที่ 4) มีค่าลดลงตามการเพิ่มของอัตรามูลค่าเพิ่ม ที่อัตรามูลค่าเพิ่มที่ขวดละ 0.50 บาท เจ้าของเครื่องจะได้รับผลตอบแทนสุทธิต่อปีเป็นเงิน 583,216.77 บาท/ปี หรือได้อัตราผลตอบแทนที่ 116.11 %(ในข้อที่ 6) ซึ่งเป็นอัตราร้อยละของผลตอบแทนสุทธิต่อปีต่อเงินต้นทุนรวมของการแปรรูปทั้งหมด ดังนั้นเมื่อได้อัตราผลตอบแทนที่สูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ การลงทุนในเครื่องจักรจะคุ้มค่ากับการลงทุน และหากเพิ่มจำนวนเวลาหรือวันทำการให้มากขึ้นก็จะได้รับอัตราผลตอบแทนที่สูงขึ้นด้วย

6.3.2) แบบมีเงินลงทุนต่ำตามตารางที่ 10 ระยะเวลาคืนทุนใกล้เคียงกันมากตามการเพิ่มของอัตรามูลค่าเพิ่มในการแปรรูป ที่อัตรามูลค่าเพิ่ม 0.60 บาท/ขวด เจ้าของเครื่องจะสามารถได้ทุนคืนมาในระยะเวลา 0.08 ปี(ในข้อที่ 7) ระยะเวลาคืนทุนเป็นค่าสัดส่วนระหว่างเงินลงทุนในเครื่องจักรต่อผลตอบแทนสุทธิต่อปี ระยะเวลาคืนทุนจะสั้นลงอีกหากเพิ่มจำนวนเวลาหรือวันทำการมากขึ้น

6.3.3) แบบใช้เครื่องเต็มความสามารถ ตามตารางที่ 10 มีการคิดอัตรามูลค่าเพิ่มกับน้ำฝรั่ง(ค่าบริการในการแปรรูป) เมื่อกำหนดราคาขายน้ำฝรั่งที่ 10 บาท/ขวด มีจำนวนการผลิตที่จุดคุ้มทุน 25,476 ขวด (ในข้อที่ 2) ได้ผลตอบแทนสุทธิต่อปีในข้อที่ 4) มีค่าลดลงตามการเพิ่มของอัตรามูลค่าเพิ่ม ที่อัตรามูลค่าเพิ่มที่ขวดละ 0.60 บาท เจ้าของเครื่องจะได้รับผลตอบแทนสุทธิต่อปี ที่มีค่าสูงกว่าแบบมีเงินลงทุนต่ำได้เป็นเงิน ถึง 6,398,587.30 บาท/ปี หรือได้อัตราผลตอบแทนที่ 137.52 %(ในข้อที่ 6) ซึ่งเป็นอัตราร้อยละของผลตอบแทนสุทธิต่อปีต่อเงินต้นทุนรวมของการแปรรูปทั้งหมด และได้อัตราผลตอบแทนที่สูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ การลงทุนในเครื่องจักรจะคุ้มค่ากับการลงทุน และหากเพิ่มจำนวนเวลาหรือวันทำการให้มากขึ้นก็จะได้รับอัตราผลตอบแทนที่สูงขึ้น

6.3.4) แบบใช้เครื่องเต็มความสามารถ ตามตารางที่ 10 ระยะเวลาคืนทุนใกล้เคียงกันมากตามการเพิ่มของอัตรามูลค่าเพิ่มในการแปรรูป ที่อัตรามูลค่าเพิ่ม 0.60 บาท/ขวด เจ้าของเครื่องจะสามารถได้ทุนคืนมาในระยะที่สั้นกว่าหรือเร็วกว่าคือ ที่ระยะเวลา 0.01 ปี (ในข้อที่ 7) ระยะเวลาคืนทุน เป็นค่าสัดส่วนระหว่างเงินลงทุนในเครื่องจักรต่อผลตอบแทนสุทธิต่อปี ระยะเวลาคืนทุนจะสั้นลงอีก หากเพิ่มจำนวนเวลาหรือวันทำการให้มากขึ้น

ตารางที่ 9 แสดงค่าใช้จ่ายการใช้ปัจจัยวัตถุดิบต่างๆ ในการแปรรูป (ต้นทุนการใช้ปัจจัยวัตถุดิบ)

ก. แบบมีเงินลงทุนต่ำ	**จำนวนหน่วย**	**มูลค่า/หน่วย**	**ค่าใช้จ่าย (บาท)**
1.ค่าฝรั่งสดต่อวัน	200 ก.ก.	5 บาท	1000
2.ค่าขวดขนาด 250 ซีซี ต่อวัน	560 ขวด	1.30 บาท	728
3.ค่าน้ำเชื่อม ต่อวัน	20 ลิตร	6.75 บาท	135
4.ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดต่อวัน	-	-	1863
5.ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อขวด (ต้นทุนการใช้ปัจจัยวัตถุดิบ)	-	-	3.327
ข. แบบใช้เครื่องเต็มความสามารถ	**จำนวนหน่วย**	**มูลค่า/หน่วย**	**ค่าใช้จ่าย (บาท)**
1.ค่าฝรั่งสดต่อวัน	2,000 ก.ก.	5 บาท	10,000
2.ค่าขวดขนาด 250 ซีซี ต่อวัน	5,600 ขวด	1.30 บาท	7,280
3.ค่าน้ำเชื่อม ต่อวัน	200 ลิตร	6.75 บาท	1,350
4.ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดต่อวัน	-	-	18,630
5.ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อขวด (ต้นทุนการใช้ปัจจัยวัตถุดิบ)	-	-	3.327

ตารางที่ 10 แสดงผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุนจากเงินลงทุนในเครื่องจักร เมื่อวันทำการ 200 วัน/ปี

ก. แบบมีเงินลงทุนต่ำ	**หน่วย**	**ขายขวดละ 10 บาท และมีอัตรามูลค่าเพิ่มในการแปรรูปที่**			
		0.5 บาท/ขวด	0.6 บาท/ขวด	0.7 บาท/ขวด	0.8 บาท/ขวด
1. เมื่อจำนวนการผลิตต่อปี	ขวด/ปี	112,000	112,000	112,000	112,000
2. จำนวนการผลิตที่จุดคุ้มทุน	ขวด	6,249	6,249	6,249	6,249
3. มูลค่าเพิ่มต่อขวด	บาท/ขวด	5.615	5.515	5.415	5.315
4. ผลตอบแทนสุทธิต่อปี	บาท/ปี	593,791.87	583,216.77	572,641.67	562,066.57
5. เมื่อเงินลงทุนในเครื่อง	บาท	45,000	45,000	45,000	45,000
6. อัตราผลตอบแทน	%	120.91	116.11	111.52	107.12
7. ระยะเวลาคืนทุน	ปี	0.08	0.08	0.08	0.08
ข. แบบใช้เครื่องเต็มความสามารถ	หน่วย	**ขายขวดละ 10 บาท และมีอัตรามูลค่าเพิ่มในการแปรรูปที่**			
		0.5 บาท/ขวด	0.6 บาท/ขวด	0.7 บาท/ขวด	0.8 บาท/ขวด
1. เมื่อจำนวนการผลิตต่อปี	ขวด/ปี	1,120,000	1,120,000	1,120,000	1,120,000
2. จำนวนการผลิตที่จุดคุ้มทุน	ขวด	25476	25476	25476	25476
3. มูลค่าเพิ่มต่อขวด	บาท/ขวด	5.946	5.846	5.746	5.646
4. ผลตอบแทนสุทธิต่อปี	บาท/ปี	6,505,039.70	6,398,587.30	6,289,134.90	6,179,682.50
5. เมื่อเงินลงทุนในเครื่อง	บาท	55,000	55,000	55,000	55,000
6. อัตราผลตอบแทน	%	143.32	137.52	131.99	126.72
7. ระยะเวลาคืนทุน	ปี	0.01	0.01	0.01	0.01

6.4 การวิเคราะห์ผลตอบแทนจากเงินลงทุนการแปรรูปทั้งหมด เมื่อเงินต้นทุนรวมในการแปรรูปต่อวันประกอบด้วย ต้นทุนค่าใช้จ่ายรวมในการใช้เครื่องจักร และต้นทุนค่าใช้จ่ายรวมการใช้ปัจจัยวัตถุดิบต่างๆ ในการแปรรูป (ตามตารางที่ 9) ทำการวิเคราะห์ผลตอบแทนจากเงินลงทุนการแปรรูปทั้งหมด คิดเทียบจากราคาซื้อฝรั่งสุดที่ระดับราคาตั้งแต่ 5-15 บาท/ ก.ก. เมื่อมีวันทำการ 200 วัน/ ปี (ตามตารางที่ 11) พบว่า

6.4.1) แบบมีเงินลงทุนต่ำมีต้นทุนการใช้เครื่องจักรที่ 312.48 บาท/วัน (คิดจากค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อขวด 0.558 บาท/ขวด คูณด้วยจำนวนขวด 550 ขวด/วัน) และมีต้นทุนการใช้ปัจจัยวัตถุดิบในการแปรรูปที่ 1863 บาท/วัน

6.4.2) เมื่อคิดมูลค่าเพิ่มที่ 336 บาท/วัน(จากอัตรามูลค่าเพิ่ม 0.60 บาท/ขวด คูณด้วยจำนวนขวด 560 ขวด/วัน) ถ้าราคาซื้อฝรั่งสดอยู่ที่ 5 บาท/ก.ก. ต้นทุนการแปรรูปทั้งหมดที่รวมมูลค่าเพิ่มแล้วเป็นรายวันจะมีค่าต่ำสุดคือ 2,511.48 บาท/วัน(ในข้อที่ 7) หรือพิจารณาเป็นต้นทุนการแปรรูปเฉลี่ยต่อขวดที่ต่ำสุดคือ 4.48 บาท/ขวด ที่การผลิต 560 ขวด/วัน (ในข้อที่ 8) แต่หากระดับราคาซื้อฝรั่งสดสูงขึ้น ต้นทุนการแปรรูปเฉลี่ยต่อขวดก็จะสูงขึ้น มีค่าตั้งแต่ 4.48 - 8.06 บาท/ขวด

6.4.3) เมื่อกำหนดราคาขายน้ำฝรั่งคั้นที่ 10 บาท/ขวด ถ้าราคาซื้อฝังสดอยู่ที่ 5 บาท/ก.ก. จะได้ผลตอบแทนเฉลี่ยต่อขวดสูงสุด ที่ 5.52 บาท/ขวด (ในข้อที่10) หรือพิจารณาเป็นผลตอบแทนสุทธิรายวันเป็นเงิน 3091.20 บาท (ในข้อที่ 11) ถ้าระดับราคาซื้อฝรั่งสดสูงขึ้นผลตอบแทนสุทธิรายวันก็จะมีค่าลดน้อยลงตามลำดับ

6.4.4) แบบใช้เครื่องเต็มความสามารถ มีต้นทุนการใช้เครื่องจักรที่ 1,271.20 บาท/วัน (คิดจากค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อขวด 0.227 บาท/ขวด คูณด้วยจำนวนขวด 5600 ขวด/วัน) และมีต้นทุนการใช้ปัจจัยวัตถุดิบในการแปรรูปที่ 18,630 บาท/วัน

6.4.5) เมื่อคิดมูลค่าเพิ่มที่ 3,360 บาท/ วัน(จากอัตรามูลค่าเพิ่ม 0.60 บาท/ขวด คูณด้วยจำนวนขวด 5600 ขวด/ วัน) ถ้าราคาซื้อฝรั่งสดอยู่ที่ 5 บาท/ก.ก. ต้นทุนการแปรรูปทั้งหมดที่รวมมูลค่าเพิ่มแล้วเป็นรายวันก็มีค่าต่ำสุดคือ 23,261.20 บาท/วัน(ในข้อที่ 7) แต่มีค่าที่สูงมากกว่าแบบมีเงินลงทุนต่ำ และต้นทุนการแปรรูปเฉลี่ยต่อขวดก็ต่ำสุดด้วยคือ 4.15 บาท/ขวด และมีคำลดต่ำกว่าแบบมีเงินลงทุนต่ำอยู่ถึง 0.33 บาท/ขวด ที่การผลิต 5600 ขวด/วัน (ในข้อที่ 8) แต่หากระดับราคาซื้อฝรั่งสดสูงขึ้น ต้นทุนการแปรรูปเฉลี่ยต่อขวดก็จะสูงขึ้น มีค่าตั้งแต่ 4.15 – 7.73 บาท/ขวด

6.4.6) เมื่อกำหนดราคาขายน้ำฝรั่งคั้นที่ 10 บาท/ขวด ถ้าราคาซื้อฝั่งสดอยู่ที่ 5 บาท/ก.ก. จะได้ผลตอบแทนเฉลี่ยต่อขวดสูงสุดที่ 5.85 บาท/ขวด(ในข้อที่10) ซึ่งมีค่าที่สูงกว่าแบบมีเงินลงทุนต่ำ หรือพิจารณาเป็นผลตอบแทนสุทธิรายวันเป็นเงิน 32,760 บาท (ในข้อที่ 11) ที่มีค่าที่สูงกว่าเช่นกัน และถ้าระดับราคาซื้อฝรั่งสดสูงขึ้นผลตอบแทนสุทธิราย วันก็จะมีค่าลดน้อยลงตามลำดับ

ตารางที่ 11 แสดงผลตอบแทนจากเงินลงทุนการแปรรูปทั้งหมด คิดจากราคาซื้อฝรั่งสดที่ระดับต่างๆ

ก. แบบมีเงินลงทุนต่ำ	**ราคาซื้อฝรั่งสดที่ระดับต่างๆ (บาท/ ก.ก.)**				
	5	7.50	10	12.50	15
1.ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อขวด (บาท/ขวด)	0.558	0.558	0.558	0.558	0.558
2.ปริมาณการผลิตต่อวัน (ขวด/วัน)	560	560	560	560	560
3.ต้นทุนการใช้เครื่องจักร (บาท/วัน)	312.48	312.48	312.48	312.48	312.48
4.ต้นทุนการใช้ปัจจัยวัตถุดิบในการแปรรูป (บาท/วัน)	1,863	2,363	2,863	3,363	3,863
5.ต้นทุนการแปรรูปรวม (บาท/วัน)	2,175.48	2,675.48	3,175.48	3,675.48	4,175.48
6.มูลค่าเพิ่มที่ได้ (บาท/วัน)	336	336	336	336	336
7.รวมต้นทุนและมูลค่าเพิ่ม (บาท/วัน)	2,511.48	3,011.48	3,511.48	4,011.48	4,511.48
8.ต้นทุนการแปรรูปเฉลี่ย(บาท/ขวด)	4.48	5.38	6.27	7.16	8.06
9.เมื่อราคาจำหน่าย (บาท/ขวด)	10	10	10	10	10
10. ผลตอบแทนเฉลี่ย (บาท/ขวด)	5.52	4.62	3.73	2.84	1.94
11. ผลตอบแทนสุทธิรายวัน (บาท/วัน)	3,091.20	2,587.20	2,088.80	1,590.40	1,086.40
ข. แบบใช้เครื่องเต็มความสามารถ	**ราคาซื้อฝรั่งสดที่ระดับต่างๆ (บาท ก.ก.)**				
	5	7.50	10	12.50	15
1.ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อขวด (บาท/ขวด)	0.227	0.227	0.227	0.227	0.227
2.ปริมาณการผลิตต่อวัน (ขวด/วัน)	5,600	5,600	5,600	5,600	5,600
3.ต้นทุนการใช้เครื่องจักร (บาท/วัน)	1,271.20	1,271.20	1,271.20	1,271.20	1,271.20
4.ต้นทุนการใช้ปัจจัยวัตถุดิบในการแปรรูป (บาท/วัน)	18,630	23,630	28,630	33,630	38,630
5.ต้นทุนการแปรรูปรวม (บาท/วัน)	19,901.20	24,901.20	29,901.20	34,901.20	39,901.20
6.มูลค่าเพิ่มที่ได้ (บาท/วัน)	3,360	3,360	3,360	3,360	3,360
7.รวมต้นทุนและมูลค่าเพิ่ม (บาท/วัน)	23,261.20	28,261.20	33,261.20	38,261.20	43,261.20

8.ต้นทุนการแปรรูปเฉลี่ย (บาท/ขวด)	4.15	5.05	5.94	6.83	7.73
9.เมื่อราคาจำหน่าย (บาท/ขวด)	10	10	10	10	10
10. ผลตอบแทนเฉลี่ย (บาท/ขวด)	5.85	4.95	4.06	3.17	2.27
11. ผลตอบแทนสุทธิรายวัน (บาท/วัน)	32,760	27,720	22,736	17,752	12,712

7. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

เครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบมีสมรรถนะการทำงานที่เหมาะสมแบบอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือน สามารถเผยแพร่สู่กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรได้ มีความเหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมในการลงทุนใช้เครื่องทำน้ำฝรั่งพร้อมดื่มได้โดยวัตถุดิบฝรั่งสดมีตลอดปีและเพียงพอ มีวันทำการต่อปีที่มากได้ 200วัน/ปี มีการคิดอัตรามูลค่าเพิ่มหรือค่าบริการในการแปรรูป 0.60 บาท/ขวด ถ้าระดับราคาซื้อฝรั่งสดอยู่ที่ 5 บาท/ก.ก. เมื่อผลิตน้ำฝรั่งพร้อมดื่มแบบมีเงินลงทุนต่ำเพียงมีเครื่องคั้นน้ำฝรั่งและเครื่องกรองแรงเหวี่ยงอย่างละ 1 เครื่องจะผลิตน้ำฝรั่งได้ 28,000 ลิตร/ปี(112,000 ขวด/ปี) ขายน้ำฝรั่งที่ขวดละ 10 บาทจะสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 0.08 ปี โดยใช้ต้นทุนการแปรรูปเฉลี่ย 4.48 บาท/ขวด แต่ถ้าทำการผลิตน้ำฝรั่งพร้อมดื่มแบบใช้เครื่องเต็มความสามารถ จะต้องใช้เครื่องกรองแรงเหวี่ยงถึง 3 เครื่อง และใช้เครื่องคั้นน้ำฝรั่งเพียง 1 เครื่อง ก็สามารถผลิตน้ำฝรั่งได้ 280,000 ลิตร/ปี (1,120,000 ขวด/ปี) เมื่อขายน้ำฝรั่งที่ขวดละ 10 บาท จะสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 0.01 ปี โดยมีต้นทุนการแปรรูปเฉลี่ยที่ต่ำลงเป็น 4.15 บาท/ขวด

ข้อดีและข้อเสียของเครื่องคั้นน้ำฝรั่ง สรุปได้ดังนี้ คือ

ข้อดี	ข้อเสีย
1) ทำงานได้ต่อเนื่อง	1) น้ำฝรั่งคั้นมีเนื้อปนละเอียดผสมอยู่มาก ต้องกรองน้ำฝรั่งออกอีกครั้งด้วยเครื่องถุงกรองแรงเหวี่ยง
2) แยกเมล็ดฝรั่งได้ไม่ต้องทิ้งส่วนไส้กลาง	
3) เหมาะสมให้กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรใช้	
4) สร้างได้ในประเทศประหยัดกว่าสั่งซื้อต่างประเทศ	

เอกสารอ้างอิง

1. คณะกรรมการนโยบายและแผนพัฒนาการเกษตรและสหกรณ์, 2535. แนวทางพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

2. ทนง ภัครัชพันธ์, 2524. อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. วิชัย หฤทัยธนาสันต์, 2521. หลักการถนอมและแปรรูปผักผลไม้เบื้องต้น ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. กัลยาณี ตันติธรรม, 2537. หลักเกณฑ์การทำน้ำผลไม้ เอกสารประกอบการฝึกอบรมการพัฒนาการแปรรูปอาหาร ครั้งที่ 1 โรงแรมมารวยการ์เด้น และกองเกษตรเคมี กรุงเทพมหานคร

5. Nelson, P.E. and Tressler, D.K., 1980. Fruit and Vegetable Juice Processing Technology. Third Edition. AVI Pubiishing Company. USA.

6. Farral, A.W., 1979. Food Engineering System Volume 2 – Utilities. AVI Publishing Company. USA.

ภาคผนวก

แสดงรูปภาพเครื่องมือแปรรูปอาหารที่ใช้ศึกษาเบื้องต้น

1. รูปภาพเครื่องย่อยขนาด จำนวน 3 แบบ

รูปที่ 4
เครื่องย่อยขนาดแบบลูกกลิ้งหนามขูด

รูปที่ 5
เครื่องย่อยขนาดแบบตีปั่นในถังปิด

รูปที่ 6
เครื่องย่อยขนาดแบบชุดใบตีหมุน

2. รูปภาพเครื่องคั้นแยกกาก จำนวน 1 แบบ

รูปที่ 7 เครื่องคั้นแยกกากแบบใบกวาดเหวี่ยง

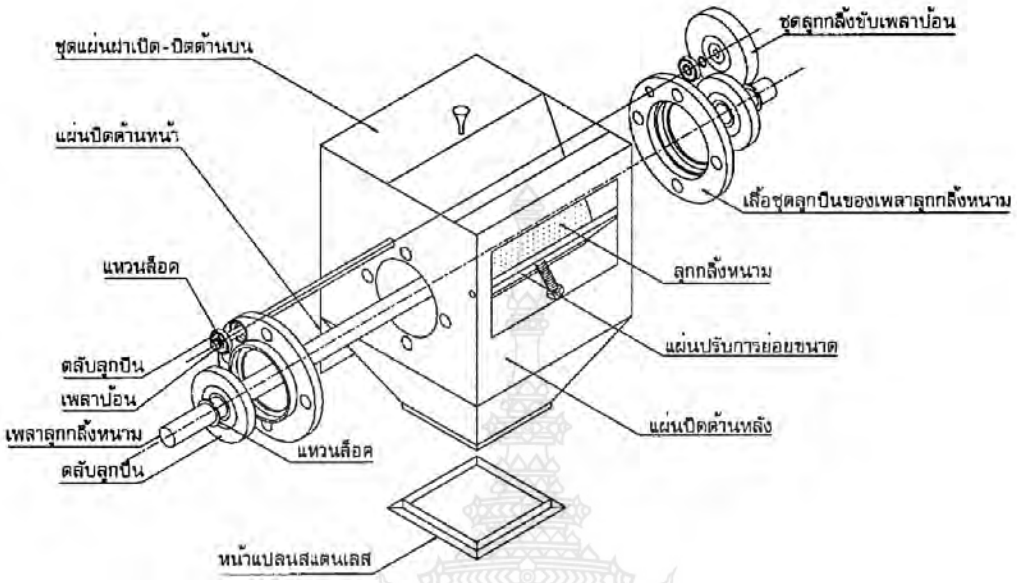
3. รูปภาพเครื่องกรอง จำนวน 2 แบบ

รูปที่ 8. เครื่องกรองแบบถุงกรองแรงเหวี่ยง

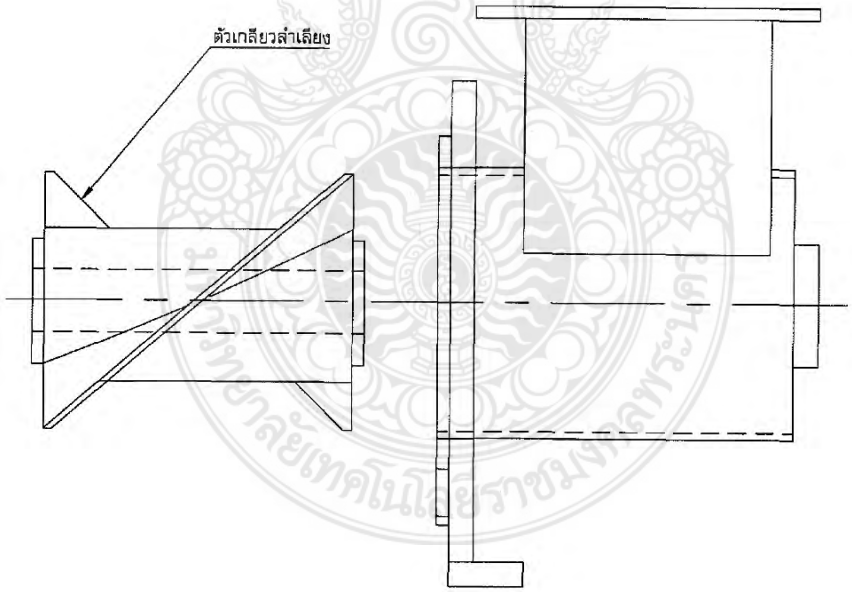
รูปที่ 9. เครื่องกรองแบบเกลียวอัดรีดกาก

ภาคผนวก (ต่อ)

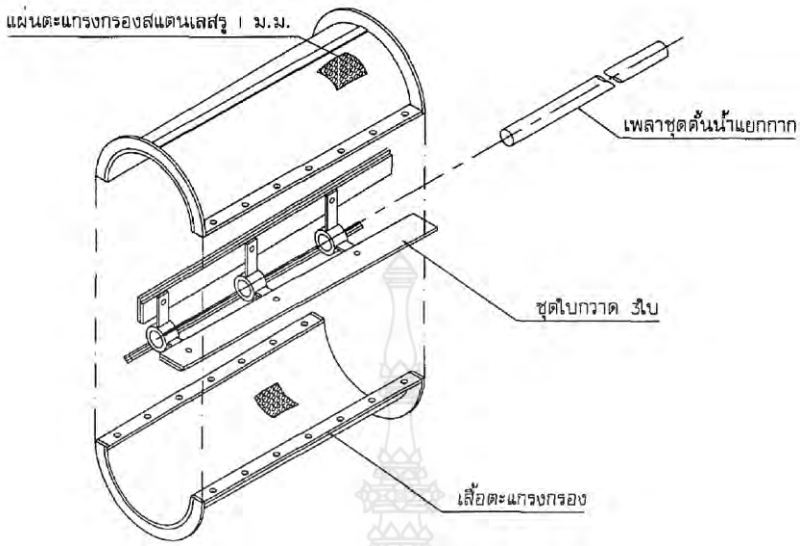
แสดงรูปภาพเครื่องมือที่ปรับปรุงสำหรับเครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบ



รูปที่ 10 ภาพแสดงชุดย่อยขนาดเนื้อผลฝรั่ง



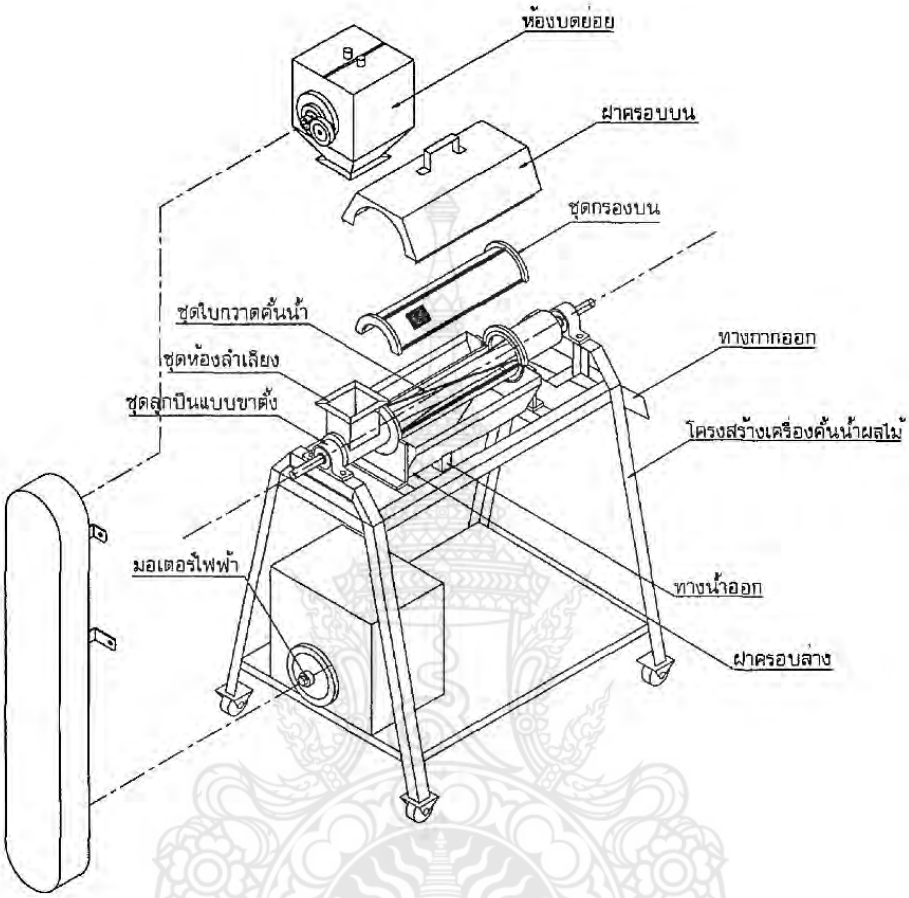
รูปที่ 11 ภาพแสดงตัวเกลียวลำเลียง



รูปที่ 12 ภาพแสดงเสื้อตะแกรงกรองของชุดคั้นน้ำแยกกาก

ภาคผนวก (ต่อ)

แสดงรูปภาพส่วนประกอบของเครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบ



รูปที่ 13 ภาพแสดงส่วนประกอบของเครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบ

ภาคผนวก (ต่อ)

แสดงรูปภาพการทำน้ำฝรั่งด้วยเครื่องต้นแบบ

รูปที่ 14 เครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบ

รูปที่ 15 ศึกษาเครื่องคั้นน้ำฝรั่งต้นแบบ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Associate Professor Dr.Supawud Nedphokaew

ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

หน่วยงาน สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
โทรศัพท์ 02-8363000 ต่อ 4150
โทรสาร 02-8363000 ต่อ 4151

e-mail supawud.n@rmutp.ac.th

โทรศัพท์ 081-620-3266

ประวัติการศึกษา

ปริญญาเอก	Doctor of Education (Educational Administration)	University of Northern Philippines (UNP)
ปริญญาโท	วศ.ม.(วิศวกรรมไฟฟ้า)	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปริญญาตรี	วศ.บ.(วิศวกรรมไฟฟ้า)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การอบรมจากสถาบันวิชาการชั้นสูงระดับชาติ

วุฒิ ประกาศนียบัตรชั้นสูง หลักสูตร การเสริมสร้างสังคมสันติสุข รุ่นที่ 6
สถาบันพระปกเกล้า

ตำแหน่งสำคัญระดับชาติ

ที่ปรึกษาคณะอนุกรรมาธิการศึกษา ติดตาม โรงไฟฟ้าชุมชน
คณะกรรมาธิการการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

- การจัดการด้านอนุรักษ์พลังงาน
- การตรวจสอบความปลอดภัยในอาคารควบคุม

ประสบการณ์งานวิจัย

1. **S. Nedphokaew**, “Design And Installer Solar Energy Systems Sun Tracking For Comparison”,18th International Symposium on High Voltage Engineering (ISH 2013), Seoul, Republic of Korea, August 25-30, 2013.
2. **S. Nedphokaew** V. Phupha and T. Tanmaneeprasert, “Design and Construction of A 1 kV Portable Impulse Voltage Generator,” 18th International Symposium on High Voltage Engineering (ISH 2013), Seoul, Republic of Korea, August 25-30, 2013.
3. **S. Nedphokaew**, “Designed and Construction the Spark Tester by DC High Voltage 15 KV Rated,” The International Conference on Condition Monitoring and Diagnosis (CMD2014), to be held in Ramada Plaza Jeju Hotel, Jeju Island, Republic of Korea during September 21-25, 2014.
4. **S. Nedphokaew**,“The Optimization of Power Consumption by Peak Demand Charged Control”, Electrical Engineering Conference (EECON 37), Pullman Khon Kaen Raja Orchid Hotel, Khon Kaen, Thailand, during November 19-21, 2014.
5. **ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว** และคณะ, “การสร้างชุดอิเล็กโทรดทดสอบค่าความคงทนไดอิเล็กตริกของฉนวนน้ำมันหม้อแปลงอ้างอิงตามมาตรฐาน IEC156”,การประชุมวิชาการระดับชาติ ECTI-CARD ครั้งที่ 13 “นวัตกรรม เพื่อพัฒนาสังคมอย่างยั่งยืน”, ณ โรงแรมฟอร์จูนริเวอร์วิว จ.นครพนม วันที่ 28-30 เมษายน 2564,หน้า 332-335.
6. **Supawud Nedphokaew, “**Analysis of Electric Field Values in 24 kV High Voltage Power Cable with Program for Finding Partial Discharge Values”, **2019** International Conference on Power, Energy and Innovations (ICPEI 2019) October 16-18, 2019, Pattaya, THAILAND, pp 110-113
7. **Supawud Nedphokaew**, “Automatic Watering System model”, 2021 International conference on Power, Energy and Innovations (ICPEI2021) Kantary Hotel & Serviced Apartments, Korat Amphor Muang, Nakhon Ratchasima, Thailand.
8. **ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว** และคณะ, “การวิเคราะห์ค่าสนามไฟฟ้าจากกรณีผลกระทบจากแรงดันเหนี่ยวนำภายใต้สายส่งแรงดันสูงขนาดพิกัด 230 kV” การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 44 (EECON44),ณ โรงแรม ดิ อิมเพรส น่าน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน วันที่ 17-19 พฤศจิกายน 2564, หน้า 181-184.

9. **ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว** และคณะ, “การวิเคราะห์เซอร์กิตเบรกเกอร์ 115 kV สำหรับการวางแผนซ่อมบำรุง 115kV Circuit Breaker Analysis for Maintenance Plan”, การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 44 (EECON44),ณ โรงแรม ดิ อิมเพรส น่าน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน วันที่ 17-19 พฤศจิกายน 2564, หน้า 222-225.
10. **ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว** และคณะ, “การสร้างชุดทดสอบความคงทนไดอิเล็กทริกต่อไฟฟ้าแรงดันสูงของฉนวนไฟฟ้า”, การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 44 (EECON44),ณ โรงแรม ดิ อิมเพรส น่าน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน วันที่ 17-19 พฤศจิกายน 2564,หน้า 185-188.
11. **ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว** และคณะ, “เทคนิคการลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายโดยการเชื่อมต่อกับโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์”, การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 44 (EECON44),ณ โรงแรม ดิ อิมเพรส น่าน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน วันที่ 17-19 พฤศจิกายน 2564,หน้า 137-140.
12 **ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว** และคณะ, “การปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าและศึกษาผลกระทบทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโรงผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์”, การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 44 (EECON44),ณ โรงแรม ดิ อิมเพรส น่าน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน วันที่ 17-19 พฤศจิกายน 2564, หน้า 89-92.