เลขที่สัญญารับทุน 89/2558

การพัฒนาเครื่องมือผนึกถุงพลาสติกบรรจุข้าวสารแบบสุญญากาศขนาด 12 นิ้ว ต้นทุนต่ำ

The developing plan of low cost vacuum paddy plastic bag sealing tool for small farm producer

สุริยา รักการศิลป์

โครงการนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

พ.ศ. 2558

(ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้เกิดขึ้นเนื่องจากผู้วิจัยมีพื้นที่ทำนาอยู่จำนวนหนึ่ง ซึ่งมอบให้แรงงานทำงานในครัวเรือนคนหนึ่งเป็นผู้รับผิดชอบทำนาอยู่หลายปีบางปีไม่ได้ผลผลิตเลย จึงได้ตัดสินใจเริ่มทำนาเองแบบลองผิดลองถูกและพบเห็นปัญหามากมายของการประกอบอาชีพการเกษตร ปัญหาประการหนึ่งของการเป็นชาวนาคือ ผลผลิตข้าวที่ผ่านการสีเป็นข้าวสารเพื่อใช้บริโภคในครัวเรือนนั้น มีอายุการเก็บรักษาที่สั้นมาก เนื่องจากปัญหามอดและแมลง โดยเฉพาะข้าวที่ไม่ได้ผ่านโรงสีขนาดใหญ่ซึ่งอาจจะใช้เทคนิคบางประการที่ป้องกันมอดและแมลงได้เป็นอย่างดี ตลอดจนสามารถจัดการแยกเมล็ดวัชพืชและเมล็ดกรวดทรายออกจากข้าวสารได้อย่างดีเยี่ยม ส่วนข้าวที่ชาวนาผลิตทั่วไปโดยเฉพาะข้าวที่ไม่มีการใช้สารเคมียิ่งเป็นที่โปรดปรานของแมลงรบกวนต่างๆ มาก ผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะทำบรรจุภัณฑ์ที่ทำให้เก็บรักษาข้าวได้อายุนานขึ้น

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์สายใจ ทันการ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ทศพร แก้วขวัญไกร รองศาสตราจารย์ ดร.จุรีพร จันทร์พาณิชย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นลินทิพย์ พิมพ์กลัด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอมอร แสวงวโรฒ คณบดีคณะวิทยาการจัดการ ที่สนับสนุนให้งานนี้สำเร็จไปด้วยดี

สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบคุณ เกษตรกรบ้านร่องหินหมากน้อย และผู้ใหญ่บ้านชุมชนสายยาว บ้านเสม็ดหมู่ 8 ตำบลถลุงเหล็ก ที่ได้กรุณาดูการทดลองทำงานของเครื่องมือผนึกถุงข้าวที่ทำขึ้นด้วยความสนใจ

ประโยชน์ใดๆ ถ้าจะมีจากผลการวิจัยครั้งนี้ ขออุทิศให้เกษตรกรไทย ที่ทำงานอาชีพการเกษตรด้วยความยากลำบากตลอดระยะเวลายาวนาน

สุริยา รักการศิลป์

กรกฎาคม 2559

หัวข้อวิจัย การพัฒนาเครื่องมือผนึกถุงพลาสติกบรรจุข้าวสาร แบบสุญญากาศขนาด 12 นิ้ว ต้นทุนต่ำ

ผู้ดำเนินการวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุริยา รักการศิลป์

หน่วยงาน สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ปีวิจัยสมบูรณ์ 2559

เลขที่สัญญารับทุน 89/2558

บทคัดย่อ

ข้าวจึงเป็นผลผลิตที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจไทยและมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของคนไทยอย่างยิ่ง ในปี 2551 ปริมาณการค้าข้าวของโลกทั้งสิ้น 29.60 ล้านตันข้าวสาร ประเทศไทยมีส่วนแบ่งการตลาดส่งออกข้าวสารถึงร้อยละ 34.53 ไทยส่งออกข้าวเป็นอันดับ 1 ของโลก ตั้งแต่ปี 2524 ตั้งแต่ทศวรรษที่ 40 ชาวนาไทยนิยมผลิตข้าวอินทรีย์และข้าวเพื่อสุขภาพเพื่อตอบสนองความต้องการบริโภคของประชาชนที่เพิ่มสูงขึ้น แต่ปัญหาสำคัญประการหนึ่งคือ บรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุข้าวไม่มีคุณภาพทำให้เกิดผลเสียทางการตลาด แม้ว่าปัจจุบันเครื่องผนึกถุงข้าวสุญญากาศได้เริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด แต่เครื่องมือขนาดเล็กที่ไม่แพงยังประสิทธิภาพไม่สูง และราคาบรรจุภัณฑ์ยังสูงมากเป็นปัญหาต้นทุนของผู้ประกอบการรายย่อย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาเครื่องมือผนึกถุงพลาสติกบรรจุข้าวสาร หรือสินค้าการเกษตรอื่นๆ ขนาดความกว้างถุง 12 นิ้ว ในราคาต้นทุนต่ำกว่าสินค้าที่วางขายตามท้องตลาด ใช้วัตถุดิบที่เกษตรกรจัดหามาผลิตได้เอง หรือหาซื้อได้ง่าย 2) เพื่อนำแบบแปลนที่สร้างขึ้นไปจดทะเบียนสิทธิบัตร และสามารถใช้เป็นสิทธิสาธารณะได้ ผลการวิจัยประกอบด้วยต้นทุนวัตถุดิบประมาณ 3,000 บาท ใช้เวลาในการประกอบขึ้นเป็นเครื่องให้ใช้งานได้ประมาณ 2 วัน เครื่องใช้เวลาในการทำงานดูดอากาศออกและผนึกถุงข้าวสุญญากาศประมาณถุงละ 2 นาที ไม่นับรวมเวลาในการจัดเตรียมข้าวใส่ถุง มีผลผลิตที่เสียบ้างถ้าขาดความระมัดระวังใน

การทำงาน มีเกษตรกรที่ให้ความสนใจอย่างน้อย 3 คนจาก 6 คนที่ทำให้ดู การนำแบบแปลนของเครื่องไปจดทะเบียนสิทธิบัตรจะทำหลังจากหาผู้เขียนแบบที่เป็นมาตรฐานได้ คาดว่าจะใช้เวลาอีก 2-3 เดือนหลังส่งรายงานฉบับสมบูรณ์

คำสำคัญ : ข้าวอินทรีย์ เครื่องผนึกถุงข้าวสุญญากาศ

Research Title : The developing plan of low cost vacuum paddy plastic bag sealing tool for small farm producer

Reseacher : Suriya Rukkarnsil

Organization : Faculty of Management Science, Buriram Rajabhat University

Academic Year : 2015

No : 89/2558

ABSTRACT

Rice production in Thailand represents a significant portion of the Thai economy and Thai way of life. In the year 2008, the world rice demand is around 29.60 million tons and Thailand market share is 34.53%. Thailand is the largest rice Exporter since 1981. Thai farmer has converted to produce organic rice or healthy rice since the 1st decade of the twenty one century. The indicated problem of this work is poor packaging which affecting the sale amount. Although the small vacuum sealer has played the important role of fixing this

problem for some years, but the low efficiency and high price of plastic packaging is not solved. The aims of this project are:- 1) To develop the prototype low price vacuum plastic bag sealer machine for small farm producer. 2) To making the blue print of vacuum sealer machine for publicity. The result of developing this machine consist of :- 1) the cost of importance parts is about 3,000 baht. The machine making time is about 2 working days. The vacuum and sealing machine time per one bag is 2 minutes. The carless working might be releases the imperfect output. There are 3 farmers interesting in this machine. The blue print of this machine will be done after making this report.

Key words : Organic rice, Vacuum plastic bag sealer

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ **หน้า**

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 30

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 หลักการทำงานของเครื่องผนึกถุงสุญญากาศ 34

3.2 หลักการทำงานขั้นต้น 36

3.3 วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการผลิตเครื่องผนึกถุงสุญญากาศ 37

3.4 โครงสร้างของเครื่องผนึกถุงสุญญากาศ 42

3.5 ขั้นตอนการใช้งานของเครื่องผนึกถุงสุญญากาศ 49

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาเครื่องมือและต้นทุนค่าใช้จ่าย 51

4.2 วิธีการทดสอบเครื่องมือ 52

บทที่ 5 สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป 55

5.2 อภิปรายผล 55

5.2 ข้อเสนอแนะ 56

บรรณานุกรม 58

ประวัตินักวิจัย 60

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 7

ภาพที่ 2.2 8
ภาพที่ 2.3 10
ภาพที่ 2.4 11
ภาพที่ 2.5 20
ภาพที่ 2.6 20
ภาพที่ 2.7 21
ภาพที่ 2.8 22
ภาพที่ 2.9 22
ภาพที่ 2.10 24
ภาพที่ 2.11 28
ภาพที่ 2.12 28
ภาพที่ 2.13 29
ภาพที่ 2.14 29
ภาพที่ 2.15 29
ภาพที่ 3.1 35
ภาพที่ 3.2 35
ภาพที่ 3.3 36
ภาพที่ 3.4 37
ภาพที่ 3.5 38
ภาพที่ 3.6 38
ภาพที่ 3.7 39
ภาพที่ 3.8 40
ภาพที่ 3.9 41
ภาพที่ 3.10 ก.ข. 42
ภาพที่ 3.11 ก. 43
ภาพที่ 3.11 ข.ค. 44
ภาพที่ 3.12 45

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 3.13	46
ภาพที่ 3.14	46
ภาพที่ 3.15	47
ภาพที่ 3.16	49
ภาพที่ 3.17	50
ภาพที่ 4.1	54
ภาพที่ 4.2	54

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 25
ตารางที่ 2.1 (ต่อ) 26
ตารางที่ 2.1 (ต่อ) 27
ตารางที่ 4.1 52

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าว เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย เชื่อมโยงกับชีวิตความเป็นอยู่ของคนไทย เป็นทั้งอาหารหลักและแหล่งที่มาของเงินตราต่างประเทศ ซึ่งปริมาณการส่งออกข้าวที่ผ่านมามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยตลอด ในปี 2551 ปริมาณการค้าข้าวของโลกทั้งสิ้น 29.60 ล้านตันข้าวสาร ประเทศไทยมีส่วนแบ่งการตลาดส่งออกข้าวสารถึงร้อยละ 34.53 ประเทศไทยมีคู่ค้าที่สำคัญ ได้แก่ ฮ่องกง จีน มาเลเซีย แคนาดา โกตดิวัวร์ อิรัก อิหร่าน เป็นต้น นอกจากนี้ประเทศไทยยังส่งออกข้าวเป็นอันดับ 1 ของโลก ตั้งแต่ปี 2524 โดยในปี พ.ศ. 2551 ปริมาณการส่งออกข้าวของไทยทำสถิติสูงถึง 10.216 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 203,219 ล้านบาท มีข้าวเปลือกหลากหลายชนิดพันธุ์ โดยมีข้าวหอมมะลิดีที่สุดในโลก ผลผลิต 28% เป็นข้าวหอมมะลิ 45% เป็นข้าวเจ้าอื่นๆ และ 27% เป็นข้าวเหนียว (ภูมิปัญญาข้าวไทย 2558.) สืบค้นเมื่อ 6 กุมภาพันธ์ 2558) ประชากรของไทยเองส่วนใหญ่ก็นิยมบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก พื้นที่ถือครองที่ใช้ทำการเกษตรกว่าร้อยละ 50 ใช้ไปในการผลิตข้าว อย่างไรก็ตามข้าวที่ผลิตส่วนใหญ่จะเน้นการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยในการผลิตที่สำคัญ

ในช่วงเวลาประมาณ 1 ทศวรรษที่ผ่านมา แนวโน้มของการคิดถึงสุขภาพมวลชนเริ่มมีความสำคัญมากขึ้นเรื่อยๆ เริ่มมีประชาสัมพันธ์เรื่องการผลิตข้าวโดยลดการใช้สารเคมีเป็นปัจจัยหลักกว้างขวางมากขึ้นเรื่อยๆ นอกเหนือไปจากเรื่องของสุขภาพพลานามัยของประชากรแล้ว ยังมีการกล่าวอ้างถึงเรื่องปัญหาสภาพแวดล้อมที่เกิดจากการใช้สารเคมีอีกด้วย

ข้าวที่ผลิตโดยไม่ใช้สารเคมีนิยมเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าข้าวอินทรีย์ และข้าวอินทรีย์ในท้องตลาดนั้นมีการวางขายและขายกันทางสื่อคอมพิวเตอร์ในราคาที่แตกต่างกัน กล่าวคือในปี 2558 ข้าวสารหอมมะลิทั่วไปมีการวางขายกันราคาประมาณกิโลกรัมละ 31-35 บาท แต่ข้าวหอมมะลิอินทรีย์นั้นตั้งราคาขายประมาณกิโลกรัมละ 40-55 บาท ในขณะที่ข้าวหอมมะลิอินทรีย์ที่เรียกว่าข้าวไรซ์เบอรี่มีการตั้งราคาขายไว้สูงถึงกิโลกรัมละ 70-80 บาท ทำให้ตลาดข้าวอินทรีย์ได้รับความสนใจจากเกษตรกรรายย่อยเป็นจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ

การบรรจุข้าวอินทรีย์ใส่ถุงขายปัจจุบันจะมี 2 ลักษณะคือ การบรรจุใส่ถุงที่มีลวดลายสวยๆ ซึ่งเป็นถุงที่นิยมใส่ขนมทั่วๆ ไป กับการบรรจุถึงสุญญากาศ การบรรจุใส่ถุงขนมมีข้อจำกัดเรื่องการเก็บรักษาข้าวไว้ไม่ได้นาน ในขณะที่การบรรจุข้าวใส่ถุงสุญญากาศจะมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าประมาณ 3-5 เท่า

(บริษัทสมูธแพ็ค 2558) สืบค้น วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2558) นอกจากนี้การบรรจุข้าวในถุงสุญญากาศทำให้ข้าวดูเป็นสินค้าที่มีมาตรฐานสูงขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามเครื่องทำข้าวสารบรรจุถุงสุญญากาศในปัจจุบันแม้ว่าจะมีราคาถูกลงมาจากในอดีตมาก แต่ก็ยังนับว่าเป็นสินค้าที่มีราคาแพงสำหรับเกษตรกร โดยเฉพาะเครื่องที่สามารถผนึกถุงข้าวสารที่มีขนาด 12 นิ้ว ส่วนเครื่องผนึกถุงเครื่องสุญญากาศขนาดเล็กๆ สำหรับผนึกถุงข้าวขนาด 1 กิโลกรัม นั้นกำหนดให้ใช้ถุงซึ่งต้องซื้อจากผู้ผลิตเครื่องในราคาที่สูงมากอีกด้วย โดยเฉลี่ยถุง 1 ถุง สำหรับบรรจุข้าวสารขนาด 1 กิโลกรัม จะมีราคาเฉลี่ยอยู่ที่ถุงละ 4-5 บาท ในขณะที่ถุงบรรจุข้าวสารอย่างหนาซึ่งสามารถนำมาทำเป็นถุงบรรจุข้าวสารสุญญากาศได้ มีราคาอยู่ที่ประมาณถุงละ 1 บาท ทำให้ต้นทุนการผลิตข้าวบรรจุถุงของเกษตรกรสูงขึ้นมาก

ประเทศไทยไม่ได้ผลิตเพียงข้าวเป็นอาหารหลักเท่านั้น แต่ยังเป็นประเทศผู้ผลิตผลผลิตการเกษตรอีกเป็นจำนวนมาก และผลผลิตการเกษตรเกือบทุกชนิดในท้องตลาด ยังสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้เป็นเวลายาวนานมากขึ้น โดยการบรรจุในหีบห่อที่ปราศจากอากาศด้วยเช่นกัน ปัจจุบันอาหารที่มีการเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นของครัวเรือน สามารถเก็บรักษาให้มีอายุยืนนานและมีสภาพที่สะอาดมากขึ้นได้ด้วยการผนึกในถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ กรอบกับเรื่องของการที่ประชาชนได้หันมาให้ความสำคัญกับการดูแลเรื่องสุขภาพมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้ครัวเรือนจำนวนมากได้นำเครื่องผนึกถุงอาหารสุญญากาศไปใช้ในครัวเรือนเพิ่มขึ้นตลอดเวลา ทั้งนี้ยังไม่มีสถิติตัวเลขการนำเข้ากับการผลิตอุปกรณ์ชนิดนี้ แต่ดูจากจำนวนผู้ขายที่เพิ่มขึ้นหลายบริษัทในช่วงเวลา 5-10 ปีมานี้ และจำนวนผู้เข้าอ่านข้อมูลในเว็บไซต์แต่ละแห่งมีจำนวนมากกว่า 1 แสนคน ถือเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่แสดงว่ามีผู้สนใจที่จะนำอุปกรณ์ชนิดนี้มาใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น

อุปกรณ์ชนิดนี้ส่วนใหญ่มีการนำเข้ามาจากต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศจีนที่มีการพัฒนาอุตสาหกรรมต่างๆ ไปอย่างรวดเร็วมากในรอบ 20 ปีที่ผ่านมา อุปกรณ์ชนิดนี้มีตั้งแต่เครื่องขนาดใหญ่สำหรับโรงงานที่มีราคาหลักแสนถึงหลักล้านบาท และมีขนาดลดหลั่นกันลงมาจนถึงเครื่องมือขนาดจิ๋วที่มีราคาอยู่ที่ประมาณ 2,000-4,500 บาท ที่เกษตรกรหลายรายซื้อไปใช้สำหรับผนึกสินค้าขายภายในครัวเรือน แต่ตามที่ได้เกริ่นนำมาแล้วคือ เครื่องที่มีขายในท้องตลาดขนาดเล็ก ส่วนใหญ่มีข้อจำกัดในเรื่องประเภทของถุงพลาสติกที่นำมาใช้ทั้งในด้านราคาและขนาดของถุง

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาเครื่องผลึกถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ ที่สามารถใช้ถุงพลาสติกทั่วไปในท้องตลาด ที่มีปากถุงระหว่าง 4-12 นิ้ว ซึ่งในท้องตลาดนิยมใช้บรรจุข้าวสารขายอยู่แล้ว โดยถุงขนาดปากถุง 11.5 นิ้ว สามารถบรรจุข้าวได้ครั้งละ 5 กิโลกรัม และเป็นการพัฒนาเครื่องต้นแบบให้เกษตรสามารถนำไปผลิตเครื่องได้เองในราคาต้นทุนต่ำ นอกจากเครื่องจะมีต้นทุนต่ำแล้ว เกษตรกรจะสามารถบำรุงรักษาเครื่องมือนี้ ให้สามารถใช้งานได้ในเวลายาวนานโดยไม่ต้องพึ่งพาการซ่อมบำรุงจากองค์กรธุรกิจภายนอก ทำ

ให้ต้นทุนในการผลิตของเกษตรกรต่ำลง นอกจากนี้ประชาชนทั่วไปที่สนใจก็สามารถนำไปผลิตใช้ได้เอง เช่นเดียวกัน เพื่อเกิดประโยชน์ทางสาธารณะของประเทศได้ด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องมือผนึกถุงพลาสติกบรรจุข้าวสาร หรือสินค้าการเกษตรอื่นๆ ขนาดความกว้างถุง 12 นิ้ว ซึ่งเป็นถุงที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป โดยใช้วัตถุดิบที่เกษตรกรจัดหามาผลิตได้เองหรือหาซื้อได้ง่าย และเกษตรกรสามารถดูแลรักษาอุปกรณ์ชนิดนี้ได้ด้วยตนเอง

1.2.2 เพื่อนำแบบแปลนที่สร้างขึ้นไปจดทะเบียนสิทธิบัตร และสามารถใช้เป็นสิทธิสาธารณะได้

1.3 ขอบเขตในการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตด้านทฤษฎี ใช้แนวคิดและหลักการผสมผสานทางด้านความรู้ ประกอบด้วย

1) ความรู้ด้านต้นทุนและผลตอบแทนในการผลิต (Cost Benefit analysis) หรือแนวคิดในเรื่องการบริหารจัดการให้เกิดต้นทุนต่ำในการผลิต

2) แนวคิดเรื่องประสิทธิภาพการผลิตและการผลิตให้เสียต้นทุนการผลิตต่ำ ปัจจุบันอุปสรรคปัญหาต่อการดำเนินธุรกิจ และเป็นเหตุให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นจากปัจจัยตางๆ ได้แก่

ก. ต้นทุนค่าแรงงานมีแนวโน้มสูงขึ้น

ข. ต้นทุนค่าวัตถุดิบแพงขึ้นจากการลดค่าเงินบาทกรณีที่ต้องนำวัตถุดิบจากต่างประเทศ

ค. ต้นทุนค่าใช้จ่ายในโรงงานขนาดเล็กสูงขึ้น เช่น ค่าน้ำมัน ค่าน้ำ ค่าไฟที่จะปรับตัวขึ้นตลอดเวลา

ง. คู่แข่งขันมีมากขึ้นและทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้น

ดังนั้น ผู้ประกอบการขนาดเล็ก จำเป็นต้องปรับตัว ปรับวิธีการทำธุรกิจ เพื่อลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง โดยมีเป้าหมายในการเพิ่มผลผลิตเพื่อความอยู่รอด ทั้งนี้ในการลดต้นทุนการผลิต ผู้ประกอบการมีความจำเป็นต้องปรับปรุงโครงสร้างในการประกอบธุรกิจต่างๆ ทุกโรงงานต้องการลดต้นทุน ต้องการผลิตแล้วขายได้ดี แต่ในระบบการค้าเสรีไม่ผูกขาด ผู้ลงทุนอาจจะมีมากขึ้น คู่แข่งเพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถสร้างความแตกต่างในการผลิตสินค้า สินค้าขายดี มีผลกำไรมากขึ้น ลดต้นทุนให้ต่ำลง แต่คุณภาพเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นกุญแจสู่ความสำเร็จ

ปัจจัยในการลดและควบคุมต้นทุนการผลิต ในการผลิตสินค้า ต้นทุนการผลิตจะสูงหรือต่ำนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ หลายประการด้วยกัน เช่น

ก. มีมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพของการบริหารจัดการ เนื่องจากหลายโรงงานที่ประสบปัญหาเพราะ โรงงานขาดประสิทธิภาพในการบริหารจัดการอย่างจริงจัง

ข. ความรู้ด้านเทคโนโลยี โครงสร้างของเครื่องจักร และความรู้ด้านไฟฟ้าอีเล็กทรอนิกส์ ความรู้ในส่วนที่ต้องใช้ที่จำเป็นมีอยู่ 3 หัวข้อคือ

- เครื่องควบคุมกำลังไฟฟ้าด้วยอุปกรณ์อีเล็กทรอนิกส์
- เครื่องควบคุมการทำงานด้วยการตั้งเวลาทำงานของเครื่องอีเล็กทรอนิกส์
- กระแสไฟฟ้าที่เหมาะสมกับการสร้างความร้อนในเส้นลวดขนาดต่างๆ กัน เพื่อการผนึกถุงพลาสติก

1.3.2 ขอบเขตด้านพื้นที่ ทดลองพัฒนาเครื่องมือในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

1.3.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา ใช้เวลาในการผลิตและทดลองใช้งานทั้งสิ้น 6 เดือน ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-กรกฎาคม 2558 และสามารถเขียนรายงานการวิจัยครบถ้วน ภายในระยะ 12 เดือนนับแต่วันทำสัญญาขอรับทุน

1.3.4 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างเป็นเกษตรกรผู้ทดสอบการใช้งานเครื่องเมื่อประกอบเสร็จแล้ว เป็นเกษตรกรที่ตำบลกลันทา และเกษตรกรที่ตำบลสวายจีก ซึ่งเป็นตำบลที่มีชุมชนและโรงสีของเกษตรกรขนาดเล็กตั้งอยู่

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับประสิทธิภาพด้านเทคนิค ทฤษฎีต้นทุนและผลตอบแทน (Cost-Benefit Analysis) ความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้า ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า ระบบการทำงานของเครื่องผนึกบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศ

1.4.2 เขียนแบบฉบับร่าง สำหรับทดสอบชิ้นส่วนอุปกรณ์ในการทำงาน โดยใช้วัสดุที่หาซื้อได้จากท้องตลาดทั่วไป

1.4.3 ประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ให้สามารถทำงานได้ในระดับขั้นต้นเพื่อการทดสอบ

1.4.4 สร้างเครื่องมือต้นแบบ (Prototype) ด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ที่จัดหามาได้

1.4.5 ทำการทดสอบทดลองการทำงานขั้นต้น

1.4.6 นำต้นแบบที่ได้ไปให้เกษตรกรใช้ทดสอบความพอใจในการทำงาน ที่โรงสีชุมชนบ้านร่องหิน

หมากน้อย ตำบลกลันทา และโรงสีของเอกชนตำบลสวายจีก

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทำให้ได้ความรู้ในการพัฒนาเครื่องมือผนึกถุงข้าวสารระบบสุญญากาศ เพิ่มอายุข้าวสารและสินค้าเกษตรอีกหลากหลายชนิด เพื่อเก็บรักษาผลผลิตหรือสินค้านั้นในการบริโภคยาวนานขึ้น จากการเก็บไว้ในสภาพปกติ 1.5-5 เท่า

1.5.2 สามารถนำแบบแปลนที่สร้างขึ้นไปเผยแพร่ให้เกษตรกร เปิดโอกาสให้เกษตรกรรายย่อยนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ

1.5.3 เกษตรกรอาจมีโอกาสได้เรียนรู้วิธีการผลิตอุปกรณ์ที่มีความซับซ้อน โดยทั่วไปเกษตรกรไทยนั้นไม่ได้ประกอบอาชีพด้านเดียว เกษตรกรจำนวนมากประกอบอาชีพรับจ้างและการก่อสร้างด้วย ดังนั้นประเทศไทยจึงมีเกษตรกรที่เป็นช่างฝีมือแรงงานเป็นจำนวนมาก เกษตรกรไทยสามารถเรียนรู้งานช่างต่างๆ ได้ไม่ยากถ้ามีหน่วยงานหรือองค์ที่ให้การสนับสนุนด้านนี้ มหาวิทยาลัยเป็นแหล่งการให้ความรู้ที่สำคัญของประเทศ จึงเป็นหน่วยงานที่มีความเหมาะสมที่จะช่วยสนับสนุนการเผยแพร่ความรู้ต่างๆ ไปสู่ประชาชน

1.5.4 ถ้ามีการขยายความรู้ในการผลิตสิ่งต่างๆ แพร่หลายไปสู่ประชาชนมากขึ้น จะช่วยสนับสนุนให้การนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศลดลง ประชาชนหันมาพึ่งพาตนเองมากขึ้น

1.5.6 นำต้นแบบมาให้ผู้ชำนาญในการเขียนแบบสร้างแบบแปลนขึ้น นำแบบแปลนที่ได้มาใช้ประกอบการเขียนรายงานการวิจัย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับ ประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทฤษฎีการผลิตในทางเศรษฐศาสตร์ ทฤษฎีต้นทุนและผลตอบแทน (Cost-Benefit Analysis) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ประเมินมูลค่าของสิ่งต่างๆ ให้เป็นราคาปัจจุบัน โดยนำเอามูลค่าที่จะได้รับในอนาคตมาเป็นค่าฐานในการคำนวณ

และนำค่าปัจจุบันกับมูลค่าการลงทุนไปเปรียบเทียบกัน แนวความคิดในเรื่องนี้ส่วนใหญ่อยู่ในหัวข้อของเรื่องการคำนวณมูลค่าปัจจุบัน (Present Value Concept) ในสองส่วนนี้ มีรายละเอียดที่จะขยายความดังต่อไปนี้

2.1.1 ฟังก์ชันการผลิต (Production Function) ฟังก์ชันการผลิต (Production Function) หมายถึงความสัมพันธ์เชิงเทคนิค (Technical Relationship) ระหว่างปัจจัยการผลิต (Inputs) และ ปริมาณผลผลิต (Outputs) ของกระบวนการผลิต ฟังก์ชันการผลิตของผู้ผลิต ใช้เป็นตัวแทนแสดงถึงความสัมพันธ์ของปริมาณผลผลิตที่มากที่สุดของผู้ผลิตที่ผลิตได้จากการใช้ปริมาณของปัจจัยการผลิตที่กำหนด ซึ่งสามารถแสดงในเชิงคณิตศาสตร์ได้คือ

$$y = f(x_1, x_2, ..., x_n)$$

โดย y คือ ปริมาณผลผลิต

$x_1, x_2, ..., x_n$ คือ ปริมาณปัจจัยการผลิต

ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์การผลิตได้แบ่งปัจจัยการผลิตออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) ปัจจัยการผลิตแปรผัน (Variable Inputs) หมายถึง ปัจจัยการผลิตใดๆ ที่สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต ตัวอย่างของปัจจัยการผลิตแปรผันได้แก่ แรงงาน วัตถุดิบ น้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น

1) ปัจจัยการผลิตคงที่ (Fixed Inputs) หมายถึง ปัจจัยการผลิตใดๆที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงตามปริมาณการผลิต ตัวอย่างของปัจจัยการผลิตคงที่ได้แก่ ที่ดิน ทุน ซึ่งได้แก่ เครื่องจักร หรือโรงงาน เป็นต้น

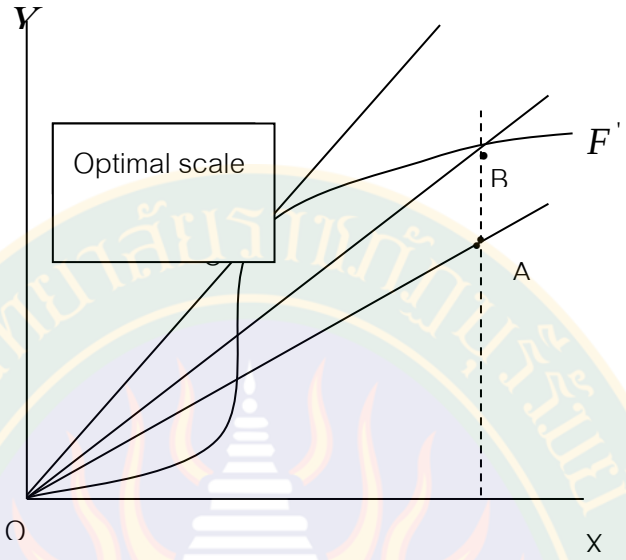
ในการศึกษาฟังก์ชั่นการผลิต นักเศรษฐศาสตร์จะให้ความสนใจความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับปัจจัยผันแปร โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ ฟังก์ชั่นการผลิตได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตที่ได้รับในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่กำหนดให้ ฟังก์ชั่นการผลิตนี้มีทั้งระยะสั้นและระยะยาว การผลิตในระยะสั้นจะมีทั้งปัจจัยผันแปรและปัจจัยคงที่ ส่วนการผลิตในระยะยาวนั้นจะมีเฉพาะปัจจัยผันแปรเท่านั้น ถ้าหากปัจจัยผันแปรนั้นมีอยู่อย่างไม่จำกัดแล้ว ความสัมพันธ์จะเป็นไปภายใต้กฎการลดน้อยถอยลง (Law of Diminishing Return) คือ การเพิ่มปัจจัยผันแปรจำนวนหนึ่งในขณะที่ปัจจัยอื่นๆ คงที่ ในช่วงแรกผลผลิตทั้งหมดจะเพิ่มขึ้น และเมื่อถึงจุดหนึ่งผลผลิตจะลดลง ซึ่งจากกฎแห่งการลดน้อยถอยลงนี้ทำให้สามารถแบ่งขั้นหรือขนาดของการผลิต (Stages of Production) ซึ่งจุดประสงค์ในการแบ่งขั้นของการผลิตเพื่อให้ทราบถึงระดับของการใช้ปัจจัยว่าอยู่ในขั้นของการผลิตใด และมีการใช้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ เพื่อใช้เป็นแนวทางการตัดสินใจในการผลิตเพื่อที่จะได้รับผลตอบแทนหรือกำไรสูงสุด โดยมีวิธีวัดประสิทธิภาพของการใช้

ปัจจัยการผลิต 2 ด้าน คือประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical Efficiency) และประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ (Economic Efficiency)

2.1.2 การวัดประสิทธิภาพ (Efficiency) การวัดประสิทธิภาพของหน่วยผลิต หมายถึง กระบวนการผลิตที่ประกอบด้วยผลผลิตจำนวนหนึ่ง ชนิด นั่นคือ y ซึ่งแสดงไว้ในแกนตั้ง และปัจจัยการผลิตจำนวนหนึ่ง ชนิด นั่นคือ x ซึ่งแสดงไว้ในแกนนอน เส้น OF' ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของผลผลิตที่ได้จากปริมาณของปัจจัยการผลิตที่ใช้ โดยที่เส้น OF' แสดงถึงปริมาณของผลผลิตมากที่สุดที่สามารถผลิตได้จากการใช้ปัจจัยการผลิตที่ระดับต่างๆ ภายใต้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในขณะนั้น เส้น OF’ ถูกนิยามไว้คือ ฟังก์ชันการผลิต หรือเส้นพรมแดนการผลิต (Production Frontier) (ภาพที่ 1)

หน่วยผลิตใดๆ ในอุตสาหกรรมที่กำลังพิจารณาที่มีกำลังการผลิตอยู่บนเส้น OF' แสดงให้เห็นว่าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค นั่นคือ หน่วยผลิตสามารถใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในขณะนั้นในการแปรรูปปัจจัยการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับผลิตสินค้า ถ้าหน่วยผลิตมีกำลังการผลิตอยู่ต่ำกว่าเส้น OF' แสดงให้เห็นว่าหน่วยผลิตนั้นใช้เทคโนโลยีอย่างไม่มีประสิทธิภาพในการผลิตสินค้าหรือไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (Technical Inefficiency) จุด A แสดงให้เห็นถึงความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของผู้ผลิต ในขณะที่จุด B และ C ซึ่งอยู่บนเส้น OF' แสดงให้เห็นว่าหน่วยผลิตมีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในการผลิต หน่วยผลิตที่มีกำลังการผลิต ณ จุด A สามารถเพิ่มประสิทธิภาพเชิงเทคนิคผ่านการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ ได้สองแนวทาง นั่นคือ หน่วยผลิตพยายามเพิ่มปริมาณผลผลิตให้ได้มากขึ้น โดยที่หน่วยผลิตใช้ปริมาณของปัจจัยการผลิตที่ระดับคงเดิม ในที่นี้ หน่วยผลิตปรับการผลิตจากจุด A ไปยังจุด B หรือหน่วยผลิตพยายามลดปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตลงโดยที่หน่วยผลิตยังคงสามารถผลิตสินค้าให้ได้จำนวนเท่าเดิม โดยปรับการผลิตจากจุด A ไปยังจุด C

การเพิ่มประสิทธิภาพของหน่วยผลิตที่กล่าวไว้ข้างต้น เป็นการวิเคราะห์โดยไม่มีตัวแปรเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการเพิ่มผลผลิตประกอบไปด้วย ความสามารถในการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของผู้ผลิตและความสามารถในการผลิตสินค้าเพื่อให้เกิดการประหยัด อันเนื่องมาจากการขยายขนาดการผลิต (Scale Economies)



ภาพที่ 2.1 เส้นประสิทธิภาพการผลิต

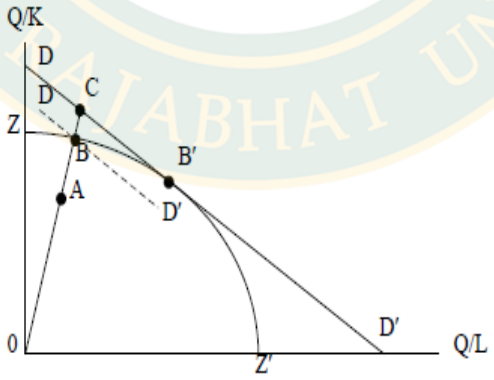
ที่มา : สมชาย หาญหิรัญ, 2550

ประสิทธิภาพของหน่วยผลิตทางเศรษฐศาสตร์ คือ ความสามารถที่หน่วยผลิตจะเพิ่มผลผลิตภายใต้ทรัพยากรเท่าเดิม หรือความสามารถที่ประหยัดทรัพยากรลง โดยไม่เปลี่ยนแปลงผลผลิต ซึ่งการวัดประสิทธิภาพการผลิตของหน่วยผลิตในยุคปัจจุบันเริ่มต้นจากงานของ Farrell (1957) โดยมองว่าประสิทธิภาพของหน่วยผลิตจะประกอบด้วยสองประสิทธิภาพ คือประสิทธิภาพด้านเทคนิค (Technical Efficiency :TE) และประสิทธิภาพด้านการจัดสรร (Allocative Efficiency : AE) ซึ่งประสิทธิภาพด้านเทคนิค หมายถึงความสามารถของหน่วยผลิตที่จะสามารถผลิตผลผลิตให้ได้มากที่สุดภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ ในขณะที่ประสิทธิภาพด้านการจัดสรรจะแสดงถึงความสามารถของหน่วยผลิตที่จะสามารถใช้ปัจจัยการผลิตในสัดส่วนที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขของระดับราคาปัจจัยการผลิตที่เป็นอยู่ และการวัดประสิทธิภาพในการผลิตของหน่วยผลิตใดๆ ได้มีการวัดผ่านการกำหนดฟังก์ชั่นของขอบเขตประสิทธิภาพของหน่วยผลิตทั้งทางด้านปัจจัยการผลิตและด้านผลผลิต (อ้างอิงจาก สมชาย หาญหิรัญ. (2550) : 1– 6)

โดยแนวทางการวัดที่ผ่านมา กว่า 40 ปี มีการนำเสนอการวัดในวิธีที่ต่างกันออกไป แต่โดยมากจะเป็นการกำหนดขอบเขตประสิทธิภาพของหน่วยผลิตโดยวิธีการ Data Envelopment Analysis (DEA) และ Stochastic

Frontiers ซึ่งทั้งสองวิธีจะนำเอาความรู้ด้านสมการเส้นตรง (Linear Programming) เข้ามาประยุกต์ใช้ ซึ่งการวัดประสิทธิภาพโดยทั่วไปในปัจจุบันจะกำหนดให้มีการผลิตสินค้าหนึ่งชนิด (Q) ที่ใช้ปัจจัยการผลิตสองชนิด คือ แรงงาน (Labor; L) และสินค้าทุน (Capital; K) ภายใต้ตลาดสินค้าและปัจจัยการผลิตที่เป็นตลาดแข่งขันสมบูรณ์และการผลิตแบบ Constant returns to scale และเพื่อให้สอดคล้องกับความหมายของคำว่าประสิทธิภาพการผลิต การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคสามารถทำได้ 2 แนวทางคือ ด้านผลผลิต (Output-Oriented Measure) และด้านปัจจัยการผลิต (Input-Oriented Measure)

1) การวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านผลผลิต (Output-Oriented Measure) ตอบคำถามที่ว่า “หน่วยผลิตสามารถเพิ่มผลผลิตมากเท่าใด โดยไม่เพิ่มจำนวนปัจจัยการผลิต” ดังนั้น การวัดประสิทธิภาพการผลิตในด้านผลผลิต จะพิจารณาจากเส้นความเป็นไปได้ในการผลิต (Production Possibility Frontier: PPF) ซึ่งจะสมมติให้มีผลผลิตหนึ่งชนิดและปัจจัยการผลิตสองประเภท และลักษณะของเส้น PPF จะเป็นเส้นโค้งเข้าหรือโค้งออก (Convex and Concave) หรือเป็นเส้นตรงขึ้นอยู่กับข้อสมมติของความสามารถในการทดแทนของการใช้ปัจจัยการผลิตในผลผลิตแต่ละประเภทหากความสามารถในการทดแทนลดลง เส้น PPF ก็จะมีลักษณะเป็นเส้นเว้าออกจากจุดเริ่มต้น อาทิเส้น ZZ’ ในภาพที่ 2.1 ข้างล่าง และหากการทดแทนของปัจจัยการผลิตในการผลิตผลผลิตทั้งสองประเภทเป็นแบบคงที่แล้ว เส้น PPF ก็จะเป็นเส้นตรง และเส้น PPF จะเป็นเส้นเว้า เข้าหาจุดเริ่มต้น ก็แสดงความสามารถในการทดแทนของปัจจัยการผลิตในการผลิตเพิ่มขึ้น ดังนั้น หน่วยผลิตใดๆ ที่ทำการผลิตบนเส้น PPF ก็แสดงว่ามีประสิทธิภาพการผลิต กล่าวคือ ในขณะที่ หน่วยผลิตใดที่ผลิตอยู่ภายในพื้นที่ใต้เส้น PPF ก็แสดงว่าหน่วยผลิตนั้นไม่มีประสิทธิภาพในการผลิต จากภาพที่ 2.1 แสดงให้เห็นว่าหน่วยผลิต A เป็นหน่วยผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ เพราะผลิตอยู่ใต้เส้น PPF และหากจะให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดควรจะผลิตที่จุด B ดังนั้น ระยะห่างจากจุด A ไปจุด B คือจำนวนของผลผลิตที่จะสามารถเพิ่มขึ้นได้ โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงจำนวนปริมาณปัจจัยการผลิต ซึ่งก็คือ ความไม่มีประสิทธิภาพของหน่วยผลิต A



ภาพที่ 2.2 ประสิทธิภาพด้านเทคนิคและการจัดสรรทรัพยากร

ที่มา : สมชาย หาญหิรัญ, 2550 .

จากแนวคิดข้างต้น ประสิทธิภาพทางด้านเทคนิค (Technical Efficiency :TE) สามารถวัดได้จากสัดส่วนของปริมาณที่หน่วยผลิตผลิตได้เทียบกับที่ควรจะได้ซึ่งก็คือ OA/OB ซึ่งหากสามารถหาค่าของผลผลิตทั้งสองประเภทได้ ก็จะสามารถสร้างเส้นราคาผลผลิตออกมาเป็นเส้น Iso-revenue (เส้นDD') ในภาพประกอบ 2.1 เพื่อใช้วัดประสิทธิภาพในการจัดสรรทรัพยากร (Allocative Efficiency : AE) ซึ่งก็คือ รายได้ที่ควรจะเพิ่มขึ้นหากหน่วยผลิตเลือกสัดส่วนของผลผลิตที่ทำการผลิตได้อย่างถูกต้องภายใต้เงื่อนไขของราคาผลผลิตทั้งสองที่กำหนดโดยตลาดแข่งขันสมบูรณ์ โดยสามารถวัดได้จากระยะห่างของ OB ต่อ OC หรือ OB/OC และสำหรับประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์โดยรวม (Total Economic Efficiency :EE) ซึ่งก็คือ TE x AE

$$EE = (TE)x(AE) = (OA/OB)x(OB/OC) = (OA/OC)$$

ซึ่งก็คือ ระดับรายได้ทั้งที่สูญเสียไป เมื่อเทียบกับรายได้สูงสุดที่ควรได้โดย OA คือเป็นผลมาจากการไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค และระยะจาก OA ไปถึง OC ก็คือรายได้ที่ควรจะได้แต่เสียเพราะเลือกสัดส่วนการผลิตของผลผลิตไม่สอดคล้องกับระดับราคาของผลผลิต ทั้งนี้ตัววัดประสิทธิภาพของทุกตัวนี้จะมีค่าระหว่าง 1 กับ 0

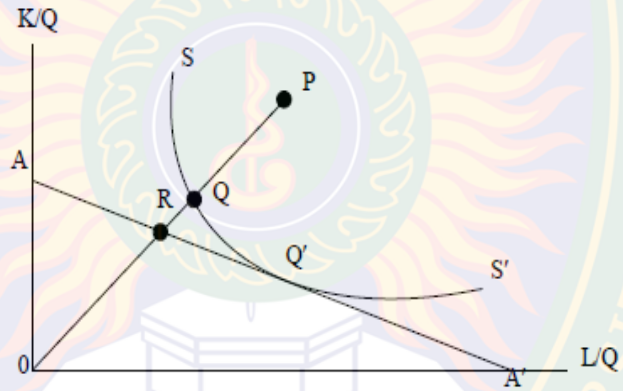
2) การวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านปัจจัยการผลิต (Input-Oriented Measure) เพื่อวัดประสิทธิภาพของการใช้สัดส่วนของปัจจัยการผลิตที่ต้นทุนต่ำที่สุด ณ ปริมาณการผลิตหนึ่งๆ ซึ่งภายใต้ข้อสมมติของการผลิตสินค้าที่มีการเทคโนโลยีการผลิตแบบ Constant Returns to Scale และปัจจัยการผลิตสองชนิดนั้น เส้นผลผลิตเท่ากัน (Isoquant) ของหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพสามารถกำหนดขึ้นมาได้โดยหน่วยผลิตที่มีการใช้สัดส่วนปัจจัยการผลิตบนเส้นนี้แสดงถึงการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุดของในการผลิตสินค้า ณ ปริมาณที่กำหนด ซึ่งแสดงโดยเส้น SS' ในภาพที่ 2.3 ดังนั้นหน่วยผลิตต่างๆ ที่ใช้สัดส่วนปัจจัยการผลิตที่อยู่เหนือเส้น SS' ขึ้นไปจะเป็นหน่วยผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพในการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม อาทิเช่น หน่วยผลิต P

ในภาพที่ 2.3 ที่ใช้ปัจจัยการผลิตมากกว่าที่หน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพที่อยู่บนเส้น SS' ดังนั้นความไม่มีประสิทธิภาพ (Technical Inefficiency :TE) ของหน่วยผลิต P คือ ระยะ QP ซึ่งแสดงถึงจำนวนของปัจจัยการผลิตที่สามารถลดลงหรือประหยัดได้โดยไม่ลดจำนวนปริมาณผลผลิต หรือหากคิดเป็นร้อยละของปัจจัยการ

ผลิตที่สามารถลดลงได้ก็คือ สัดส่วนของระยะ QP/OP เพราะฉะนั้นประสิทธิภาพ (Technical Efficiency: TE) ของหน่วยผลิต P ก็คือ

Technical Efficiency = [1-(QP/OP)] = OQ/OP

ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าของประสิทธิภาพทางด้านเทคนิคของหน่วยจะอยู่ระหว่าง 1 และ 0 โดยหน่วยผลิต P จะมีค่าประสิทธิภาพด้านเทคนิคต่ำกว่า 1 ในขณะที่หน่วยผลิตที่อยู่ที่จุด Q จะมีประสิทธิภาพด้านเทคนิคเท่ากับ 1 เนื่องจากมีการใช้ปัจจัยการผลิตบนเส้น SS'



ภาพที่ 2.3 ประสิทธิภาพด้านเทคนิคและการจัดสรรทรัพยากร

ที่มา : สมชาย หาญหิรัญ, 2550

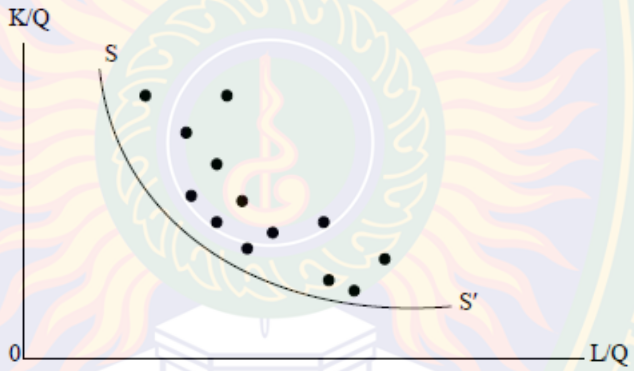
3) การวัดประสิทธิภาพด้านการจัดสรรทรัพยากร (Allocative Efficiency: AE) ของหน่วยผลิต P ต้องการข้อมูลราคาของปัจจัยการผลิต เพื่อพิจารณาว่าภายใต้ระดับราคาของปัจจัยการผลิตที่หน่วยผลิตทั้งหมดเผชิญอยู่ ซึ่งแสดงในรูปสัดส่วนและแสดงโดยเส้นต้นทุนที่เท่ากัน (Iso-cost)ดังนั้น หน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพด้านการใช้ทรัพยากรสูงสุดก็คือ หน่วยผลิตที่จุด Q' ซึ่งเป็นจุดที่เส้นราคาปัจจัยการผลิตสัมผัสกับเส้น Isoquant และสำหรับประสิทธิภาพการจัดสรรทรัพยากรของหน่วยผลิต P แสดงได้จากสัดส่วนของระยะ

OR/OQ โดย RQ แสดงถึงความสามารถในการลดต้นทุนการผลิตรวมลงได้หากหน่วยผลิตสามารถเลือกใช้สัดส่วนปัจจัยการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพภายใต้ระดับราคาที่กำหนด คือ ที่จุด Q’ แทนที่จะผลิตที่จุด Q สำหรับประสิทธิภาพการผลิตรวม (Total Economic Efficiency: EE) ของหน่วยผลิต P คือผลรวมของประสิทธิภาพด้านเทคนิคและการจัดสรรทรัพยากร ซึ่งหาได้โดย

$$EE = (TE)x(AE) = (OQ/OP)x(OR/OQ) = (OR/OP)$$

ประสิทธิภาพของทั้งสามชนิดนี้ จะอยู่ระหว่าง 1 และ 0 โดยหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุดจะมีประสิทธิภาพในการผลิตเท่ากับ 1

อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติการวัดประสิทธิภาพดังกล่าวในแนวทางนี้ไม่สามารถที่จะหารูปแบบการผลิตของหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุดที่ควรจะเป็นได้ดังนั้น การวัดในทางปฏิบัติโดยทั่วไปจะทำการคำนวณเส้น Iso-quant ที่มีประสิทธิภาพจากข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่มีอยู่และสมมติให้ว่าจะไม่มีหน่วยผลิตใดๆ มีการผลิตอยู่ต่ำกว่าเส้น Efficient Iso-quant (ภาพที่ 2.4)



ภาพที่ 2.4 เส้นประสิทธิภาพต้นทุนเท่ากัน

ที่มา : สมชาย หาญหิรัญ, 2550

4) การวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิค สำหรับการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิค สามารถทำได้โดยวิธีการประมาณค่าเส้นพรมแดน (Frontier) ซึ่งวิธีการประมาณค่าเส้นพรมแดนที่นิยมมีอยู่ 2 วิธี ได้แก่ วิธีการวิเคราะห์เส้นพรมแดนเชิงเฟ้นสุ่ม (Stochastic Production Frontier) และ วิธีการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (Data Envelopment Analysis)

ก. วิธีการวิเคราะห์เส้นพรมแดนเชิงเฟ้นสุ่ม (Stochastic Frontier Analysis หรือ SFA) เส้นพรมแดนสร้างขึ้นจากฐานของข้อมูลทั้งหมด (observed data) ภายใต้รูปแบบของฟังก์ชันที่ได้

กำหนดไว้ เส้นพรมแดนที่ได้สร้างขึ้นนี้จะถูกกำหนดให้อยู่ระหว่างข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ประสิทธิภาพที่วัดได้จากเส้นพรมแดนที่กำหนดโดยวิธีนี้อาศัยการประเมินค่าตัวแปรทางสถิติ หรือ การสร้างเครื่องมือสถิติประเภทจำกัดแบบกระจาย (Parametric) ซึ่งเป็นสถิติที่ใช้กับข้อมูลที่สามารถวัดได้ทางปริมาณ เช่น การหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในเชิงถดถอย ซึ่งการวิเคราะห์ดังกล่าวต้องการทราบรูปแบบการกระจายของประชากร เพื่อนำมาสู่การใช้เครื่องมือทางเศรษฐมิติเพื่อคำนวณค่าพารามิเตอร์

การวัดประสิทธิภาพการผลิตในรูปแบบ SFA เช่น Maximum Likelihood Estimator (MLE) และ Ordinary Least Square (OLS) เป็นต้น ซึ่งสามารถแยกความคาดเคลื่อนจากตัวรบกวนอื่นๆ ที่ไม่สามารถควบคุมได้แต่มีผลต่อการผลิตออกจากผลกระทบของความไม่มีประสิทธิภาพได้ ทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพที่คำนวณได้มีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริง แต่การคำนวณดังกล่าวต้องสามารถที่จะระบุรูปแบบฟังก์ชั่นการผลิตให้ชัดเจน เช่น Cobb-Douglas Function หรือ Translog Function ฯลฯ

ข. วิธีการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (Data Envelopment Analysis หรือ DEA) เส้นพรมแดนสร้างขึ้นจากฐานของข้อมูลทั้งหมด โดยการล้อมกรอบข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด โดยไม่มีข้อมูลใดๆ ถูกวางอยู่ภายนอกเขตแดนของเส้นพรมแดนที่ได้สร้างขึ้น ประสิทธิภาพที่วัดได้จากเส้นพรมแดนที่กำหนดโดยวิธีนี้อาศัยหลักการคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้สถิติแบบ ไม่จำเป็นต้องทราบรูปแบบการกระจายของประชากร (non-parametric) และไม่จำเป็นต้องทราบถึงรูปแบบฟังก์ชั่นการผลิต ซึ่งเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่มีประโยชน์และเหมาะสมสำหรับการคำนวณพารามิเตอร์เพื่อวัดประสิทธิภาพการผลิต คือ โปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) ใช้เพื่อคำนวณเส้นพรมแดน (Frontier) ของหน่วยผลิตเพื่อหาสัดส่วนการใช้ทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพสูงสุดหรือสัดส่วนการผลิตสินค้าเพื่อให้ได้ปริมาณการผลิตสูงสุดภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่จำกัด

แบบจำลอง Stochastic Frontier กำหนดให้ความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (Technical Inefficiency) เป็นส่วนประกอบหนึ่งของค่าความคลาดเคลื่อน(Error Term) กล่าวคือค่าค่าความคลาดเคลื่อน(Error Term) แบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกคือRandom Error ซึ่งแสดงถึงความผิดพลาดในการวัด (Measurement Error) ความผิดพลาดทางสถิติ (Statistical Noise) และRandom Shock ที่อยู่นอกการควบคุมของหน่วยธุรกิจ เช่น คุณภาพ การเข้าถึงวัตถุดิบ การประท้วงของแรงงานด้วยการหยุดงาน ความผิดพลาดในการวัดตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ เป็นต้น ส่วนที่สองคือ ความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (Technical Inefficiency) ซึ่งแสดงถึงความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของหน่วยผลิตอันมาจากปัจจัยภายในของหน่วยผลิตนั้น (สมชาย หาญหิรัญ, 2550 แนวคิดการวัดประสิทธิภาพการผลิตทางเศรษฐศาสตร์)

2.1.3 แนวคิดด้านต้นทุนการผลิต แนวคิดด้านต้นทุนการผลิต มีรายละเอียดสรุปได้ ดังนี้ การแข่งขันที่สูงและรุนแรงในสภาพการตลาดในปัจจุบัน ส่งผลให้ทุกองค์กรมีการดำเนินกิจกรรมต่าง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแข่งขัน ในอุตสาหกรรมการผลิตก็เช่นเดียวกัน ที่เห็นได้ชัดเจนที่สุดก็คงจะเป็นเรื่องของราคาขายที่ถูกกว่า ซึ่งเป็นการตอบสนองที่ตรงกับความต้องการของลูกค้าที่ต้องการสินค้าที่มีราคาถูก

แต่การที่จะมามาซึ่งสินค้าที่มีราคาถูกนั้น องค์ประกอบหลักของทางผู้ผลิต คือ ต้นทุนการผลิต ที่ต้องทำให้ต่ำที่สุดโดยที่คุณภาพและคุณค่าในการใช้งานยังคงอยู่ภายใต้การยอมรับของลูกค้า ดังนั้น จึงควรทำความรู้จักกับเรื่องของต้นทุนการผลิตให้ดี

1) ความหมายของต้นทุนการผลิต ต้นทุน (cost) หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ต้นทุนการผลิต (production cost) หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจกรรมทางการผลิตเพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ดี มีคุณภาพ ตามความต้องการของลูกค้า

2) องค์ประกอบของต้นทุนการผลิต ต้นทุนการผลิต ประกอบด้วย

ก. ต้นทุนด้านวัสดุ (material cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ที่ใช้ในการผลิตทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนี้

- วัสดุทางตรง (direct material cost) คือ วัสดุหรือวัตถุดิบที่ใช้เพื่อการผลิตโดยตรง โดยส่วนมากมักจะเป็นส่วนประกอบหนึ่งของผลิตภัณฑ์ เช่น ยางรถยนต์มียางเป็นวัตถุดิบทางตรง ปากกา มีพลาสติกและหมึกเป็นวัตถุดิบทางตรง เป็นต้น จำนวนในการใช้งานวัสดุ/วัตถุดิบทางตรงนี้จะแปรผันกับหน่วยในการผลิตโดยตรง

- วัสดุทางอ้อม (indirect material cost) เช่น วัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์ ที่ใช้สนับสนุนในการผลิตโดยส่วนมากจะไม่แปรผันกับปริมาณการผลิตโดยตรง เช่น กระดาษทราย ผ้าเช็ดมือ กาว ตะปู เป็นต้น ในบางครั้งวัสดุทางอ้อมก็อาจถูกจัดให้อยู่ในหมวดหมู่ของวัสดุทางตรงก็เป็นได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับนโยบายทางการบัญชีของแต่ละองค์กร เช่น มีดกลึงสำหรับเครื่องจักรซีเอ็นซี ซึ่งเป็นวัตถุดิบทางอ้อม สามารถถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มของวัตถุดิบทางตรงก็ได้ อาจเนื่องจากเหตุผลด้านราคาที่สูงและสามารถคำนวณอายุการใช้งานต่อจำนวนชิ้นงานที่ทำการผลิตได้ ถึงแม้ว่ามีดกลึงจะไม่ได้ถูกประกอบไปกับชิ้นงานก็ตาม

ข. ต้นทุนด้านแรงงาน (labor cost) เป็นค่าใช้จ่ายด้านแรงงานในการทำงานและผลิตสินค้าเพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป สามารถแบ่งออกได้คล้ายๆ กับต้นทุนวัตถุ คือค่าใช้จ่ายด้านแรงงานทางตรง และค่าจ่ายด้านแรงงานทางอ้อม ดังนี้

- ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานทางตรง (direct labor cost) เช่น ค่าจ้ารายวัน/เงินเดือนของพนักงานฝ่ายผลิต ซึ่งจะแปรผันกับปริมาณการผลิตโดยตรง

- ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานทางอ้อม (indirect labor cost) เช่น เงินเดือนของพนักงานขาย, เงินเดือนของผู้จัดการ, เงินดือนของวิศวกร ค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะไม่แปรผันกับปริมาณในการผลิตโดยตรง

3) ค่าใช้จ่ายโรงงานหรือค่าโสหุ้ยในการผลิต (overhead cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่นอกเหนือจากจากค่าใช้จ่ายของวัสดุและค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน เช่น ค่าสาธารณูปโภค ค่าเช่าโรงงาน ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร สวัสดิการต่างๆ เป็นต้น

4) การคำนวณต้นทุนการผลิต ต้นทุนการผลิต สามารถคำนวณได้ดังนี้

ต้นทุนการผลิต = ต้นทุนวัสดุ + ต้นทุนแรงงาน + ค่าโสหุ้ย

5) การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต เป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก เป็นการรวบรวม แจกแจง วิเคราะห์และรายงานค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในส่วนของต้นทุนต่างๆ ของการผลิตเพื่อประโยชน์ต่อการบริหารงานและการดำเนินนโยบายของฝ่ายบริหาร

7) วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตมีดังนี้

เพื่อกำหนดหาต้นทุนการผลิตที่ใกล้เคียงที่สุด โดยปกติแล้วต้นทุนการผลิตที่ได้จากการคำนวณจะมีการคลาดเคลื่อนเนื่องจากหลายๆ ปัจจัยในการผลิต เช่น งานเสียต้องผลิตซ้ำทำให้ต้นทุนต่อหน่วยเพิ่มเป็นสองเท่า กระบวนการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพให้กระบวนการผลิตล่าช้า ส่งผลให้สิ้นเปลืองทรัพยากร ต้นทุนแรงงานเพิ่มขึ้น การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตจะทำให้ทราบถึงจุดที่มีต้นทุนการผลิตที่สูงต่ำ รวมถึงสาเหตุและที่มาที่ทำให้ต้นทุนการผลิตที่สูงได้

8) การควบคุมและลดต้นทุนการผลิต เมื่อทราบสาเหตุที่ทำให้เกิดต้นทุนการผลิตที่สูงทำให้เราสามารถหามาตรฐานแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้ต้นทุนการผลิตลดลงได้

- เพื่อตัดสินใจและวางแผนงานต่างๆ เช่น เมื่อทราบปัญหาที่ทำให้เกิดต้นทุนการผลิตที่สูงและหลังจากที่ได้มีการกำหนดมาตรฐานในการลดต้นทุนการผลิต ทำให้สามารถประมาณการต้นทุนการผลิตและราคาขายที่ต่ำลงมาได้ ทำให้สามารถเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในด้านราคาได้

- เพื่อกำหนดกำไรและฐานะทางการเงินของกิจการ การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตจะทำให้สามารถประมาณการต้นทุนการผลิตที่แม่นยำ ซึ่งจะทำให้ผู้บริหารสามารถประมาณการผลประกอบการและกำไรของกิจการได้

- เพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินผลและควบคุมการบริหารงาน : สามารถนำผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต มาประเมินผลงานทั้งประสิทธิภาพส่วนของบุคลากรที่ดำเนินงานและผังการบริหารองค์ เพื่อการปรับปรุงและปรับเปลี่ยนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (ต้นทุนการผลิต 2559)

2.1.4 วิธีการลดต้นทุนการผลิต วิธีการและแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตที่นิยมใช้กันมากและแพร่หลาย คือ การลดความสูญเสีย 7 ประการ คือ

1) ความสูญเสียจากการผลิตมากเกินความจำเป็น (over production) การผลิตที่มากเกินความจำเป็นหรือความต้องการของกค้า ส่วนที่ผลิตเกินจากความต้องการ ส่งผลให้เกิดความสูญเสียทั้งด้านค่าจ่ายในการจัดเก็บและควบคุมวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการ ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ต้นทุนแรงงาน

สาเหตุที่ทำให้มีการผลิตมากเกินความจำเป็น ประมาณการความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค่า คลาดเคลื่อนของฝ่ายขาย การวางแผนการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพ มีปัจจัยใหม่ที่ไม่คาดคิดมาส่งผลกระทบต่อปริมาณความต้องการของลูกค้า

แนวทางในการลดต้นทุนที่เกิดจากการผลิตมากเกินความจำเป็น ฝ่ายขายต้องคอยปรับปรุงข้อมูลและวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้าอยู่เสมอเพื่อเพิ่มความแม่นยำของประมาณการขาย

ฝ่ายวางแผนการผลิตต้องมีการประสานงานอย่างใกล้ชิดกับฝ่ายขาย เพื่อนำข้อมูลที่มีการปรับปรุงความต้องการของลูกค้ามาใช้ในการวางแผนการผลิต

2) ความสูญเสียจาการรอคอย (Waiting) การรอคอยเป็นกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์และมูลค่า เช่น วัตถุดิบคงเหลือขาด ทำให้กระบวนการผลิตเกิดการรอคอย เสียโอกาส เสียทั้งค่าแรงของพนักงาน กระบวนการผลิตที่ไม่ต่อเนื่อง ทำให้เกิดการรอคอยในการผลิต เช่นเดียวกัน

สาเหตุที่ทำให้เกิดการรอคอย วัตถุดิบไม่เพียงพอให้ให้รอการผลิต เครื่องจักรเสียให้ต้องหยุดการผลิต กระบวนการผลิตไม่สมดุล เกิดอุบัติเหตุในการผลิต

แนวทางในการลดต้นทุนที่เกิดจากการรอคอย มีการทบทวน safety stock MOQ (minimum order quantity) และปรับปรุงให้เหมาะสม ช่วยลดการขาดวัตถุดิบคงเหลือ จัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร (preventive maintenance) เพื่อลดการหยุดการผลิตที่เกิดจากเครื่องจักรเสีย(machine break down) มีการวิเคราะห์กระบวนการ จัดทำเวลามาตรฐาน (standard time) ให้ทันสมัยอยู่เสมอ เพื่อช่วยในการวางแผนการผลิตให้เกิดความสมดุลในแต่ละกระบวนการมากที่สุด จัดหาอุปกรณ์ป้องกันภัยทั้งในเครื่องจักรและอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล มีแผนและดำเนินการอบรมด้านความปลอดภัยให้กับพนักงาน, มีป้ายเตือนต่างๆ เพื่อลดอุบัติเหตุที่เกิดจากการทำงาน

3) ความสูญเสียจากการขนส่ง (Transportation) การวางผังโรงงาน (plant layout) และลำดับของกระบวนการ (process priority) มีผลโดยตรงต่อการขนส่งระหว่างกระบวนการเป็นการอย่างมาก การขนส่งที่มีระยะทางมากและซ้ำซ้อน ส่งผลให้เกิดต้นทุนเพิ่มขึ้นเช่น ค่าแรงของพนักงานขับรถโฟลค์ลิฟท์ ค่านำมัน ค่าเสียโอกาส เป็นต้น

สาเหตุของความสูญเสียจากการขนส่ง วางผังโรงงานที่ขาดประสิทธิภาพ วางแผนกระบวนการที่ขาดประสิทธิภาพ

การลดต้นทุนการผลิตที่เกิดจากการขนส่ง ทำการปรับผังกระบวนการผลิตและผังโรงงานโดยคำนึงถึงความต่อเนื่อง ความสมดุลของกระบวนการการเคลื่อนไหว เป็นหลัก ซึ่งโดยส่วนมากจะมีข้อจำกัดค่อนข้างมากโดยเฉพาะโรงงานที่มีเครื่องจักรขนาดใหญ่ ซึ่งการเคลื่อน้ายทำได้ยากและเกิดต้นทุนสูง การปรับปรุงผังกระบวนการและผังโรงงาน ควรมีการประชุมทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องและพิจารณาอย่างรอบคอบ เนื่องจากต้นทุนในการปรับเปลี่ยนอาจสูงกว่าต้นทุนการผลิตที่ลดลง

4) ความสูญเสียจากการเก็บวัสดุคงคลังมากเกินไป (Excess Inventory) การเก็บวัสดุคงคลังมากเกินไป ทำให้เกิดค่าเสียโอกาสในการขาย, ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บละควบคุมวัสดุคงคลังทั้งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

สาเหตุของของสูญเสียจากการเก็บวัสดุคงคลังมากเกิน เป็นผลมากจากการผลิตที่มากเกินจำนวนจัดเก็บเพื่อความปลอดภัย (minimum stock/safety stock) และปริมาณการสั่งซื้อขั้นต่ำ (minimum order quantity:MOQ) ไม่เหมาะสม

การวางแผนการผลิตที่คลาดเคลื่อน การลดต้นทุนที่เกิดจากการจัดเก็บวัสดุคงคลังมากเกินไป ทบทวน Minimum Stock และ Safety Stock ทบทวนแผนการผลิต

5) ความสูญเสียที่เกิดจากงานเสีย (Defect) การผลิตงานเสียก่อให้เกิดการสูญเสียคือ ค่าใช้จ่ายในการผลิตภัณฑ์ซ้ำหรือแก้ไข ซึ่งรวมถึง วัตถุดิบ ค่าแรง ค่าสาธารณูปโภค และอื่นๆ เพิ่มขึ้นมาโดยที่ได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปเท่าเดิม

สาเหตุของความสูญเสียจากงานเสีย พนักงานขาดทักษะ ประมาท เลินเล่อ วิธีการทำงานไม่เหมาะสม วัตถุดิบไม่มีคุณภาพ เครื่องจักรประสิทธิภาพต่ำ เร่งรีบจนเกินไป

การลดต้นทุนที่เกิดจากงานเสีย โดยปกติแล้วงานเสียที่เกิดในกระบวนการผลิต ทางหน่วยงานด้านคุณภาพจะเข้ามาวิเคราะห์ร่วมกันกับฝ่ายผลิต เพื่อหาสาเหตุของงานเสียหรืองานที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด โดยหามาตรฐานในการแก้ไขและป้องกัน

6) ความสูญเสียที่เกิดจาการเคลื่อนไหวมากเกินไป (Excess Motion) การเคลื่อนไหวที่เกินความจำเป็นส่งผลให้ระยะเวลาในการทำงานนานขึ้น ค่าใช้จ่าย อื่นๆ ก็จะตามมาเช่น ค่าแรงงาน ค่าสาธารณูปโภค เป็นต้น

สาเหตุของการสูญเสียที่เกิดจากการเคลื่อนไหวมากเกินไป วิธีการทำงานที่ขาดประสิทธิภาพ ทักษะของพนักงานไม่เพียงพอ ผังของกระบวนการไม่เหมาะสม

การลดต้นทุนการผลิตที่เกิดจากเคลื่อนไหวมากเกินไป ใช้หลักการของ work study เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ แก้ไข และปรับปรุงฝึกอบรมด้านทักษะให้กับพนักงาน จัดทำวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐาน

7) ความสูญเสียของกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าหรือผลิตภัณฑ์ (Non-Value Added Processing) คือ กระบวนการส่วนเกิน ไม่มีกระบวนการนี้ก็สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้

สาเหตุของความสูญเสียที่เกิดจากกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า ขาดความรู้ความเข้าใจในกระบวนอย่างแท้จริง ยึดติดกับวิธีการเก่าที่ทำต่อเนื่องกันมา ยากที่จะเปลี่ยนแปลง ขาดการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ (สิทธิชัย ฝรั่งทอง 2559.)

การลดต้นทุนการผลิตที่เกิดจากกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า มีการวิเคราะห์และศึกษากระบวนการอย่างเป็นระบบ ใช้หลักการของวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ ยอมรับแนวคิดใหม่ โดยอาจให้เหตุผลกับพนักงานว่า วิธีการเก่าไม่ใช่วิธีการที่ผิด และวิธีการใหม่ๆ เป็นการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ ช่วยให้ทำงานง่ายขึ้น

2.1.5 แนวคิดด้านการเพิ่มผลผลิต นอกเหนือจากแนวคิดด้านต้นทุนการผลิตแล้ว ยังมีแนวคิดด้านการเพิ่มผลผลิต ที่เน้นอธิบายการหาวิธีการดำเนินการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยลดกิจกรรมหรือเงื่อนไขต่างๆ ที่ทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพต่ำ แต่แนวคิดด้านการเพิ่มผลผลิตจะไม่นำมากล่าวถึงในงานวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้เนื้อหามีความกระชับมากขึ้น

2.1.6 แนวความคิดเรื่องต้นทุนและผลตอบแทน แนวความคิดเรื่องต้นทุนและผลตอบแทนนั้น ใช้หลักการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่ผู้ลงทุนต้องจ่ายออกไป เปรียบเทียบกับผลตอบแทนที่จะได้รับเข้ามาในช่วงระยะเวลาหนึ่ง สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ในขั้นต้นมีเจตนาจะใช้ทฤษฎีนี้เพื่อประกอบการวิเคราะห์ แต่เนื่องจากต้นทุนในค่าใช้จ่ายอุปกรณ์ชนิดนี้ ไม่ได้มีราคาสูงมากจนทำให้เกษตรกรผู้ผลิตมีความเสี่ยงที่ต้องตัดสินใจว่าจะลงทุนดีหรือไม่ แนวความคิดนี้จึงนำเพียงหลักทฤษฎีมาใช้ประกอบการอธิบายเท่านั้น ในงานวิจัยนี้ได้นำหลักการวิเคราะห์โครงการของ ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี มาใช้ประกอบ ดังนี้

1) หลักเกณฑ์การวัดผลทางการลงทุน หลักเกณฑ์ในการตัดสินใจลงทุนเพื่อวิเคราะห์หาผลตอบแทนทางด้านการเงินของการลงทุนธุรกิจรถขายกาแฟเคลื่อนที่ เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาตัวชี้วัดที่แสดงผลการดำเนินงานของโครงการ ซึ่งสามารถบอกได้ว่า การลงทุนในธุรกิจรถขายกาแฟเคลื่อนที่นั้นมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่ ซึ่งตัวชี้วัดความคุ้มค่าดังกล่าว คือ

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV)คือจำนวนผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับตลอดระยะเวลาของโครงการที่ได้ปรับค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวม (Present Value of Benefit : PVB) หักออกด้วย มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม (Present Valueof Cost : PVC)ของโครงการนั้น

$$NPV = PVB - PVC$$

$$= \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad \text{หรือ}$$

$$= \sum_{t=0}^{n} \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t} \quad \text{หรือ}$$

$$= \sum_{t=0}^{n} (B_t - C_t)(1+r)^{-t}$$

เกณฑ์การตัดสินใจที่ยอมรับโครงการ คือ NPV มีค่ามากกว่าศูนย์หรือมีค่าเป็นบวก แสดงว่าโครงการนั้นๆมีความเหมาะสมที่จะลงทุนได้

2) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio : BCR)คือมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมหารด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม

$$BCR = PVB / PVC$$

$$= \frac{\sum_{t=0}^{n} B_t(1+r)^{-t}}{\sum_{t=0}^{n} C_t(1+r)^{-t}}$$

เกณฑ์การตัดสินใจที่จะยอมรับโครงการ คือ BCR มีค่ามากกว่าหนึ่ง จึงจะถือว่าโครงการนั้นคุ้มค่า

3) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return : IRR) คือ ผลตอบแทนเป็นร้อยละต่อโครงการ หรือหมายถึงอัตราดอกเบี้ยในกระบวนการคิดลด ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเท่ากับ 0 ณ

$$IRR = \sum_{t=0}^{n} \frac{(B_t - C_t)}{(1 - r)^t} = 0$$

เกณฑ์การตัดสินใจว่าโครงการมีความคุ้มค่าน่าลงทุนทางด้านเศรษฐกิจ ก็ต่อเมื่อ IRR (EIRR : economic internal rate or return) มีค่าสูงและต้องสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเฉพาะ หรือค่าเสียโอกาสของทุน

4) ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)คือ ระยะเวลาที่ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินโครงการมีค่าเท่ากับเงินลงทุนของโครงการพอดี โดยวิธีนี้จะพิจารณาจำนวนปีที่จะได้รับผลตอบแทนคุ้มค่ากับเงินลงทุน โดยการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน สามารถหาได้จากสูตรดังนี้

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \text{จำนวนปีก่อนคืนทุน} + \frac{\text{กระแสเงินสดส่วนที่เหลือ}}{\text{กระแสเงินสดทั้งปี}}$$

เกณฑ์การตัดสินใจว่าโครงการมีความคุ้มค่าน่าลงทุน คือ หากมีโครงการให้เปรียบเทียบ 2 โครงการ จะเลือกโครงการที่มีระยะเวลาคืนทุนที่สั้นกว่า

กำหนดให้ NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ

PVB = มูลค่าปัจจุบันต้นทุนของโครงการ

(ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี. 2544.)

2.1.7 ความรู้พื้นฐานด้านไฟฟ้าอีเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ให้เกษตรกรที่สนใจสามารถนำผลงานวิจัยไปใช้พัฒนาต่อเองได้ จึงมีความจำเป็นที่เกษตรกรควรจะมีความเข้าใจในหลักการพื้นฐานเรื่องไฟฟ้าและอีเล็กทรอนิกส์ เพราะการขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องอาจก่อให้เกิดอันตรายได้แม้เพียงในระดับการใช้งานเครื่องมือเท่านั้น ยิ่งระดับการผลิตจำเป็นต้องมีความเข้าใจมากขึ้น

งานวิจัยครั้งนี้ไม่ใช่งานวิจัยสาขาวิศวกรรม จึงไม่ได้เน้นการนำแนวคิดที่ซับซ้อนและหลักการคำนวณต่างๆ มาเผยแพร่ แต่จะเน้นการเผยแพร่ความรู้ที่ทำให้เกษตรกรหรือผู้สนใจทั่วไปสามารถทำความเข้าใจกับรายงานผลการวิจัย ตัวอุปกรณ์ที่ได้จากการวิจัย ความรู้เบื้องต้นแรกสุดจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้าและความรู้เบื้องต้นที่ช่วยให้การทำงานได้ง่ายขึ้น มีเนื้อหาโดยสรุปดังต่อไปนี้

1) หลักความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้า ปัจจุบันไฟฟ้ามีการจำเป็นต่อชีวิตประจำวันมาก ซึ่งไม่มีใครปฏิเสธถึงความสะดวกสบายที่ได้รับจากการใช้ไฟฟ้ารวมถึงงานอุตสาหกรรมและธุรกิจต้องใช้ไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญ ไฟฟ้ามีประโยชน์มากมายก็จริงแต่ในเวลาเดียวกันก็มีอันตรายอยู่ในตัวของมันเองถ้ารู้จักใช้ก็จะได้ประโยชน์มหาศาล ถ้าใช้ผิดวิธีก็อาจจะได้รับอันตรายถึงชีวิต จึงควรเข้าใจและรู้พื้นฐานทางด้านความปลอดภัยในการใช้งาน เพราะความประมาทหรือเพิกเฉยต่อสิ่งที่เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยก็อาจนำมาสู่ความหายนะและการสูญเสียที่ร้ายแรงได้

ไฟฟ้าหรือสัมผัสถูกสายสองเส้นหรือเพียงเส้นเดียว หรือการไปสัมผัสถูกวัตถุที่มีกระแสไฟฟ้ารั่วไหลแต่เพียงจุดเดียว ในขณะที่ร่างกายส่วนอื่นสัมผัสอยู่กับพื้นดินครบวงจรทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิตได้ ไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านเรือนเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นไฟฟ้าที่ก่อให้เกิดอันตรายได้รวดเร็วกว่าไฟฟ้ากระแสตรง (ประเภทแบตเตอรี่หรือในวงจรเครื่องอีเล็กทรอนิกส์) ถ้ามีการไหลผ่านอวัยวะที่สำคัญ ๆ เช่น หัวใจ อันตรายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับร่างกายมีอาการ 4 ประการ คือ

- กล้ามเนื้อแข็งตัว
- หัวใจเต้นเร็วกว่าปกติ และหยุดทำงาน
- เซลล์ภายในร่างกายถูกทำลาย
- ระบบประสาทชะงัก

2) ข้อควรระวังเกี่ยวกับการใช้ไฟฟ้า

- อย่าใช้สวิทช์ปิด-เปิดไฟฟ้าบนเตียงนอน เพราะอาจพลิกตัวนอนทับแตก จะถูกไฟฟ้าดูดได้
- อย่าเปิดวิทยุหรือใช้ไฟฟ้าในห้องน้ำที่ชื้นแฉะ ถ้ากระแสไฟฟ้ารั่วอาจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้
- อุปกรณ์ไฟฟ้าที่แตกชำรุด ควรซ่อมแซมหรือเปลี่ยนให้เรียบร้อย
- อย่าใช้ข้อต่อแยก เสียบปลั๊กหลายทาง เป็นการใช้กระแสไฟเกินกำลัง อาจทำให้สายร้อนและเกิดไฟไหม้ได้
- อย่าใช้วัสดุอื่นแทนฟิวส์ หรือใช้ฟิวส์เกินขนาด
- อย่าปล่อยให้สายเครื่องไฟฟ้า เช่น พัดลม รอดใต้เสื่อหรือพรม เปลือกหุ้มหรือฉนวนอาจแตกเกิดไฟฟ้าลัดวงจรได้

- อย่าเดินสายไฟชั่วคราวแบบลวก ๆ อาจทำให้เกิดอันตรายได้

- เรียนรู้ก่อนที่จะแก้ไขอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิด ถ้าเครื่องมีความซับซ้อนมาก ควรใช้บริการช่างที่มีความชำนาญเฉพาะด้าน

- อย่าเดินสายไฟติดรั้วสังกะสีหรือเหล็กโดยไม่ใช้วิธีร้อยในท่อ ไฟฟ้าอาจรั่วเป็นอันตรายได้

- อย่าปล่อยให้เครื่องใช้ไฟฟ้าเปียกน้ำ เพราะน้ำจะเป็นสะพานให้ไฟฟ้ารั่วไหลออกมาได้

- อย่าใช้เครื่องมือไฟฟ้าที่ไม่มีฉนวนหุ้มเป็นที่จับ เช่น ไขควง หัวแร้ง เครื่องวัดไฟฟ้า ฯลฯ

- อย่านำเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้กระแสตรงไปใช้กับไฟกระแสสลับ ควรตรวจสอบให้ดีเสียก่อน

- สวิทช์และสะพานไฟ (Cut Out) ทุกแห่งต้องปิด-เปิดได้สะดวก

- อย่ายืนบนพื้นคอนกรีตด้วยเท้าเปล่าขณะปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้า ควรใช้ผ้ายางหรือสวมใส่รองเท้า

2.1.8 ความปลอดภัยในปฏิบัติงานไฟฟ้า

- ก่อนปฏิบัติงานต้องตรวจดูเสียก่อนว่า เครื่องมือ และอุปกรณ์ ต่าง ๆ ที่ใช้ในงานไฟฟ้า ชำรุด แตก หัก หรือเปล่า

- ก่อนปฏิบัติงาน เช่น การต่อสายไฟ ควรยกสะพานไฟ (Cut Out) ออกเสียก่อน

- ขณะทำงานไม่ควรหยอกล้อกันเป็นอันขาด

- ไม่ควรเสี่ยงอันตรายเมื่อไม่มีความแน่ใจ

- ขณะทำงานมือ เท้า ต้องแห้ง หรือสวมรองเท้า

- ก่อนปฏิบัติงาน ควรจะเขียนวงจรดูเสียก่อนเพื่อความไม่ประมาท

- เมื่อเสร็จงาน ก่อนจ่ายกระแสไฟฟ้า ควรตรวจสอบวงจรไฟฟ้าให้ละเอียดและถูกต้องเสียก่อน

- เมื่อจะจ่ายกระแสไฟฟ้าต้องดูให้แน่ใจ ว่าไม่มีใครปฏิบัติงานไฟฟ้าอยู่

- ไม่ควรนำฟิวส์ที่โตกว่าขนาดที่ใช้ หรือวัสดุอื่น ๆ เช่น ลวดทองแดงแทนฟิวส์

- รอยต่อสายไฟฟ้า ต้องใช้ผ้าเทปพันสายให้เรียบร้อยเสียก่อน

- ต่อวงจรให้เสร็จเสียก่อน จึงนำปลายสายทั้งคู่เข้าแผงสวิทช์

- สายเครื่องมือไฟฟ้าต้องใช้ชนิดหุ้มฉนวน 2 ชั้น ถ้าขาดต้องเปลี่ยนใหม่ทั้งเส้น (วัชรพงษ์ ยงไสว. 2559)

นอกจากอันตรายที่เกิดกับชีวิตแล้ว ไฟฟ้ายังก่อให้เกิดอันตรายต่อทรัพย์สินได้ เช่น ทำให้เกิดเพลิงไหม้และระเบิด แต่ละปีมีอุบัติเหตุที่เกิดการใช้ไฟฟ้าด้วยความประมาทและรู้เท่าไม่ถึงการณ์นับร้อยนับพันครั้ง

ก่อให้เกิดปัญหาทรัพย์สินเสียหายนับล้านบาท การใช้งานไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า จึงจำเป็นสิ่งที่ต้องศึกษาให้มีพื้นฐานความรู้ให้เพียงพอเสียก่อน

2.1.9 ความรู้พื้นฐานด้านอีเล็กทรอนิกส์เพื่อการพัฒนาเครื่องผนึกถุงพลาสติกสุญญากาศ ในวงจรไฟฟ้าใดๆ จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าและตัวต้านทานหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่จะใส่เข้าไปในวงจร ไฟฟ้านั้นๆ เพราะฉะนั้น ความสำคัญของวงจรที่จะต้องคำนึงถึงเมื่อมีการต่อวงจรไฟฟ้าใดๆ เกิดขึ้นคือทำอย่างไรจึงจะไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปในวงจรมากเกินไปซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุดเสียหายหรือวงจรไหม้เสียหายได้

ยอร์จซีมอน โอห์มนักฟิสิกส์ชาวเยอรมันให้ความสำคัญของวงจรไฟฟ้า และสรุปเป็นกฎออกมา ดังนี้

1) ในวงจรใด ๆ กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรนั้นจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับแรงดันไฟฟ้า

I (กระแสไฟฟ้า) □ E (แรงดันไฟฟ้า)

2) ในวงจรใด ๆ กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรนั้นจะเป็นปฏิภาคโดยกลับกับความต้านทานไฟฟ้า

$$I \text{ (กระแสไฟฟ้า)} \square \frac{1}{R(\text{ความต้านทาน})}$$

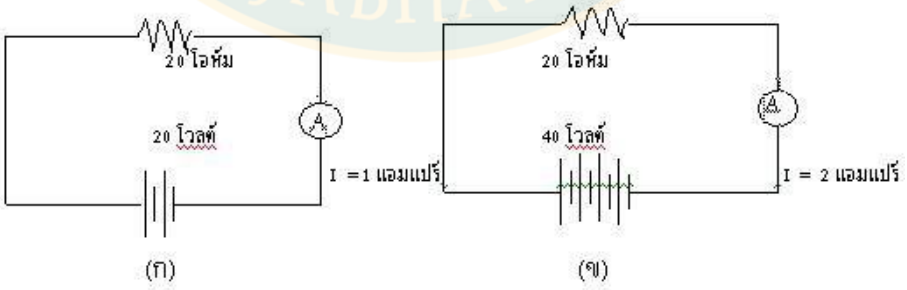
เมื่อรวมความสัมพันธ์ทั้ง 2 เข้าด้วยกัน และเมื่อ K เป็นค่าคงที่ของตัวนำไฟฟ้า จะได้สูตรตามรายละเอียดด้านล่าง

เนื่องจาก $I \square E$

และ $I \square \frac{1}{R}$

จะได้ $I \square \frac{E}{R}$

ถ้าให้ความต้านทานไฟฟ้าเท่าเดิมต่ออยู่กับวงจรใดๆ แรงดันไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจะทำให้กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เช่น แรงดันไฟฟ้า 10 โวลต์ ไฟฟ้ากระแสตรงต่ออยู่กับความต้านทานไฟฟ้า 20 โอห์ม จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านวงจร 1 แอมแปร์ ดังภาพ



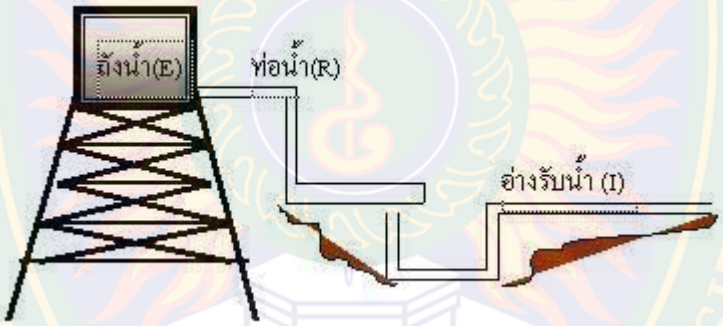
ภาพที่ 2.5 ภาพการต่อวงจรไฟฟ้าที่มีแหล่งจ่ายกระแสไฟมีแรงดันไม่เท่ากัน
ที่มา : วัชรพงษ์ ยงไสว. 2559

แต่ถ้าเปลี่ยนเป็นแรงดันไฟฟ้า 40 โวลต์ กระแสไฟฟ้าก็จะเพิ่มขึ้นตามทันที หรือในทำนองเดียวกัน ถ้าความต้านทานไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไป แรงดันไฟฟ้าคงที่ กระแสไฟฟ้าจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ความต้านทานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ----------> กระแสไฟฟ้าที่ได้จะลดลง
ความต้านทานไฟฟ้าลดลง ----------> กระแสไฟฟ้าที่ได้จะเพิ่มขึ้น

เราสามารถเปรียบเทียบความสัมพันธ์เหล่านี้กับการไหลของน้ำในท่อน้ำประปา กล่าวคือให้แรงดัน (E) เป็นถังเก็บน้ำที่อยู่ในระดับสูง ให้ความต้านทาน (R) เป็นท่อประปา (ความต้านทานมากท่อจะมีขนาดเล็ก ความต้านทานน้อยท่อจะมีขนาดใหญ่) ให้กระแสไฟฟ้า (I) เป็นปริมาณของน้ำที่เราต้องการใช้

แรงดันที่ไหลออกมาจากถังเก็บน้ำ ถ้าต้องการให้มีแรงดันสูงต้องตั้งไว้ที่สูง ความต้านทานเป็นท่อน้ำประปา ถ้าความต้านทานมาก หมายความว่า ท่อน้ำมีขนาดเล็ก ความต้านทานน้อย หมายความว่า ท่อมีขนาดใหญ่ซึ่งแสดงว่าแรงเคลื่อนจะไหลได้มากนั่นเอง ปริมาณของกระแสก็จะเปรียบเหมือนกับปริมาณของน้ำ



ภาพที่ 2.6 ภาพเปรียบเทียบแรงดันและกระแสน้ำกับแรงดันและกระแสไฟฟ้า
ที่มา : วัชรพงษ์ ยงไสว. 2559

2.1.9 หน่วยวัดปริมาณทางไฟฟ้า

1) แรงดันไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลต์ (Volt) ใช้ตัวย่อว่า V แรงดันไฟฟ้า 1 โวลต์ หมายถึงแรงดันที่ทำให้กระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ไหลผ่านเข้าไปในความต้านทาน 1 โอห์ม

2) กระแสไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าซึ่งมีลักษณะเหมือนน้ำไหลในท่อน้ำ มีหน่วยวัดเป็นแอมแปร์ ทางทฤษฎีอธิบายการการไหลของกระแสไฟฟ้าว่า เป็นการไหลของอิเล็กตรอนในตัวนำไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าใช้ตัวย่อว่า (A) กระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์คือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำไฟฟ้าสองตัวที่วางขนานกันมีระยะห่างกัน 1 เมตร แล้วทำให้เกิดแรงแต่ละตัวนำเท่ากับ 2×10^{-7} นิวตันต่อเมตร

3) ความต้านทานไฟฟ้า ความต้านทานไฟฟ้า หมายถึง การต้านทานการไหลของไฟฟ้าซึ่งมีหน่วยวัดเป็นโอห์ม ใช้ตัวย่อว่า (Ω) ความต้านทานไฟฟ้า 1 โอห์ม คือ ความต้านทานต่อกระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ที่ไหล ผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้า แล้วทำให้เกิดกำลังไฟฟ้า 1 วัตต์

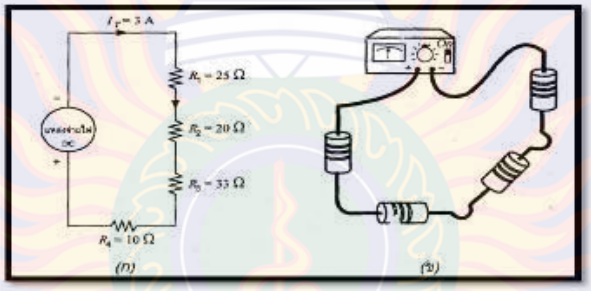
2.1.10 วงจรอีเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่ควรรู้ การต่อตัวต้านทานแบบอันดับ (หรืออนุกรม) ค่าความต้านทานรวมที่เกิดจากการนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอันดับจะมีค่าเท่ากับ ผลรวมของค่าความต้านทานของตัวต้านทานทุกตัวรวมกัน สูตรที่ในในการคำนวณหาค่าความต้านทานที่ต่อกันแบบอันดับ เป็นดังนี้

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + ...$$

โดยที่ R_T = ค่าความต้านทานรวม

R_1, R_2, R_3 = ค่าความต้านทานตัวที่ 1,2,3 ตามลำดับ

จากวงจรในภาพ คำนวณหาค่าความต้านทานรวม



ภาพที่ 2.7 การต่อตัวต้านทานขั้นพื้นฐานแบบอนุกรม

ที่มา : วิทยาลัย อี. เท็ค, 2559

ได้ค่าความต้านทานรวม คือ $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$

$= 25 + 20 + 33 + 10$

มีค่าเท่ากับ $= 88\ \Omega$

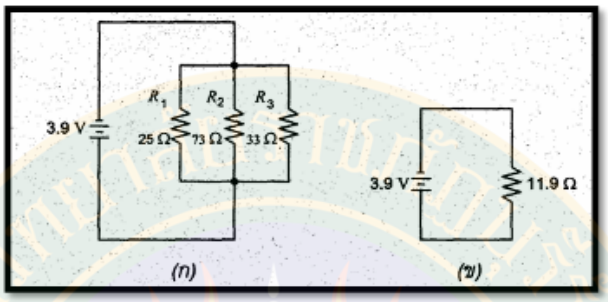
การต่อตัวต้านทานแบบขนาน ค่าความต้านทานรวมที่เกิดจากการนำตัวต้านทานมาต่อขนานกันจะมีคาเท่ากับ ผลรวมของสวนกลับของค่าความต้านทานทุกตัวรวมกัน มีสูตรที่ในในการคำนวณหาค่าความต้านทานที่ต่อกันแบบขนาน เป็นดังนี้

$$RT = \frac{1}{\left(\frac{1}{R1}\right)+\left(\frac{1}{R2}\right)+\left(\frac{1}{R3}\right)}$$

โดยที่ R_T = ค่าความต้านทานรวม

R_1,R_2,R_3 = ค่าความต้านทานตัวที่ 1,2,3 ตามลำดับ

จากวงจรในภาพ คำนวณหาค่าความต้านทานรวม



ภาพที่ 2.8 การต่อตัวต้านทานขั้นพื้นฐานแบบขนาน (ภาพ ข. เป็นผลรวม)

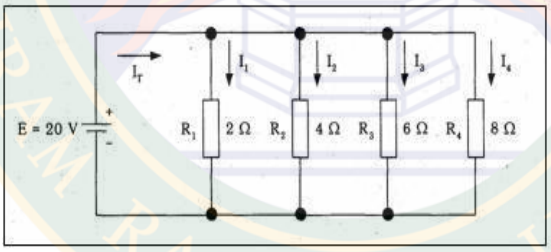
ที่มา : วิทยาลัย อี. เท็ค, 2559

จะได้ ค่า R_T = $\frac{1}{\left(\frac{1}{25}\right)+\left(\frac{1}{73}\right)+\left(\frac{1}{33}\right)}$

= $\frac{1}{0.04+0.014+0.03}$

มีค่าเท่ากับ = 11.9 Ω

ตัวอย่างการไหลของกระแสไฟฟ้า ในวงจรความต้านทานที่ต่อขนาน กรณีมีแหล่งจ่ายไฟฟ้าหรือแบตเตอรี่ขนาด 20 V



ภาพที่ 2.9 การแสดงการแยกไหลของกระแสในตัวต้านทาน

ที่มา : วิทยาลัย อี. เท็ค, 2559

ขั้นที่ 1คำนวณหาค่าความต้านทานรวม

R_T = $\frac{1}{\frac{1}{□_1}+\frac{1}{□_2}+\frac{1}{□_3}+\frac{1}{□_4}}$

$$= \frac{1}{\frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\frac{1}{6}+\frac{1}{8}} = 0.96\ \Omega$$

$$I_T = \frac{E}{R_T}$$

$$= \frac{20\ V}{0.96\ \Omega} = 20.83\ A$$

$$I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{20\ V}{2\ \Omega} = 10\ A$$

$$I_2 = \frac{E}{R_2} = \frac{20\ V}{4\ \Omega} = 5\ A$$

$$I_3 = \frac{E}{R_3} = \frac{20\ V}{6\ \Omega} = 3.33\ A$$

$$I_4 = \frac{E}{R_4} = \frac{20\ V}{8\ \Omega} = 2.5\ A$$

โดยที่

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

$$= 10 + 5 + 3.33 + 2.5$$

$$= 20.83\ A$$

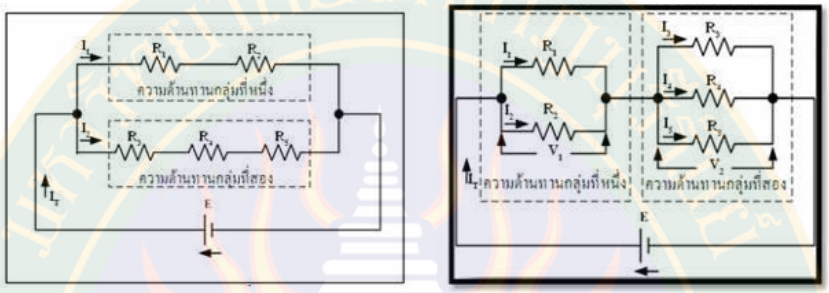
วงจรผสม หมายถึง วงจรที่มีทั้งวงจรอนุกรมและวงจรขนานต่อปนกันอยู่ ซึ่งบางครั้งเราเรียกว่า วงจรอนุกรม – ขนาน หรือวงจรขนาน – อนุกรม

ขั้นตอนในการพิจารณาหาค่าต่างๆ ในวงจรผสมแบบอนุกรม – ขนาน

1) หาค่าความต้านทานรวมแบบอนุกรม ในสาขาที่มีความต้านทานต่ออนุกรมกันอยู่
2) หาค่าความต้านทานรวมแบบขนาน
3) หาค่ากระแสที่ไหลในสาขาต่าง ๆ ของวงจร
4) หาค่ากระแสรวมที่ไหลในวงจร

ขั้นตอนในการพิจารณาหาค่าต่างๆ ในวงจรผสมแบบขนาน – อนุกรม

1) หาค่าความต้านทานรวมแบบขนาน ในสาขาที่มีความต้านทานต่อขนานกันอยู่
2) หาค่าความต้านทานรวมแบบอนุกรม
3) หาค่าแรงดันตกคร่อมความต้านทานแต่ละกลุ่ม
4) หาค่าแรงดันรวมของวงจร
5) หาค่ากระแสที่ไหลในสาขาต่างๆ ของวงจร
6) หาค่ากระแสรวมที่ไหลในวงจร

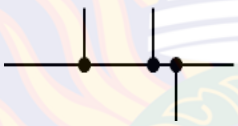
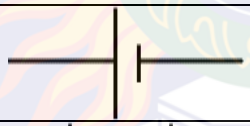
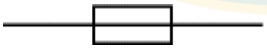
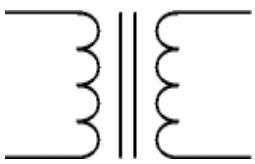


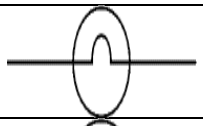
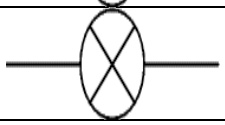
ภาพที่ 2.10 วงจรผสมแบบอนุกรม/ขนานและวงจรผสมแบบขนาน/อนุกรม

ที่มา : วิทยาลัย อี. เท็ค, 2559

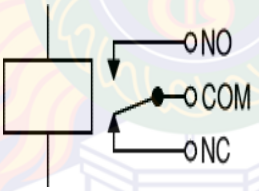
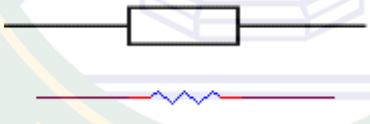
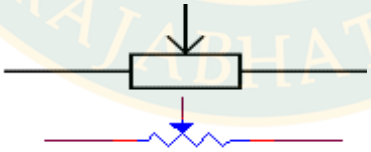
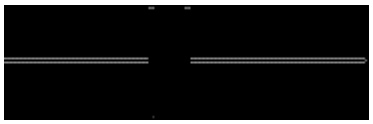
หลักการเรื่องความต้านทานและการไหลของกระแสไฟฟ้านี้ สามารถนำไปใช้ประกอบการคิดวิเคราะห์การทำงานของชิ้นส่วนอีเล็กทรอนิกส์ง่ายๆ เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่ใช้งานเสียหายหรือไม่ทำงานตามปกติ (วิทยาลัย อี.เทค. 2559)

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์ของอุปกรณ์อีเล็กทรอนิกส์ที่ควรรู้

อุปกรณ์	สัญลักษณ์วงจร	หน้าที่ของอุปกรณ์
สาย(wire)		ให้กระแสผ่านได้ง่ายมากจากส่วนหนึ่งไปยังส่วนอื่นของวงจร
จุดต่อสาย		เขียนหยดจุดที่สายต่อกัน ถ้าสายต่อและตัดกันเป็นสี่แยก ต้องเลื่อนให้เหลื่อมกันเล็กน้อยเป็นรูปตัวทีสองตัวต่อกลับหัว เช่นจุดต่อด้านขวามือ การเขียนแบบต้องระวังปะปนกับวิธีที่ 2 (รูปถัดไป)
สายไม่ต่อกัน		ในวงจรที่ซับซ้อนมีสายมากจำเป็นต้องเขียนสายตัดกันแต่ไม่ต่อกัน นิยมใช้สองวิธีคือเส้นตรงตัดกันโดยไม่มีจุดหยด หรือเส้นหนึ่งเขียนโค้งข้าม อีกเส้นที่เป็นเส้นตรงดังรูปทางขวา
เซลล์		แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า เซลล์ตัวเดียวจะไม่เรียกว่าแบตเตอรี่
		แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า แบตเตอรี่จะมีมากกว่า 1 เซลล์ต่อเข้าด้วยกัน
ป้อนไฟตรง (DC)		ป้อนพลังงานไฟฟ้า DC = ไฟกระแสตรง ไหลทิศทางเดียวเสมอ
ป้อนไฟสลับ (AC)		ป้อนพลังงานไฟฟ้า AC = ไฟกระแสสลับ เปลี่ยนทิศทางการไหลตลอด
ฟิวส์		ป้องกันอุปกรณ์เสียหาย โดยตัวมันจะละลายขาดหากมีกระแสไหลผ่านเกินค่ากำหนด
หม้อแปลง		ขดลวดสองขดเชื่อมโยงกันด้วยแกนเหล็ก หม้อแปลงใช้แปลงแรงดันกระแสสลับให้สูงขึ้นหรือลดลง พลังงานจะถ่ายโอนระหว่าง ขดลวดโดยสนามแม่เหล็กในแกนเหล็ก และไม่มีการต่อกันทางไฟฟ้าระหว่างขดลวด ทั้งสอง

หลอด (แสงสว่าง)		ตัวแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นแสง สัญลักษณ์นี้เป็นหลอดให้แสงสว่าง ตัวอย่างเช่นหลอดไฟหน้ารถยนต์ หรือหลอดไฟฉาย
หลอด(ตัวชี้) (indicator)		ตัวแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นแสง สัญลักษณ์นี้ใช้สำหรับเป็นหลอดตัวชี้บอก ตัวอย่างเช่นหลอดไฟเตือนบนหน้าปัดรถยนต์
ตัวทำความร้อน (heater)		ตัวแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นความร้อน
มอเตอร์		ตัวแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานจล (หมุน)

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์ของอุปกรณ์อีเล็กทรอนิกส์ที่ควรรู้ (ต่อ)

อุปกรณ์	สัญลักษณ์วงจร	หน้าที่ของอุปกรณ์
ตัวเหนี่ยวนำ (ขดลวด, โซลินอยด์)		ขดลวด เมื่อมีกระแสไหลผ่านจะเกิดสนามแม่เหล็ก หากมีแกนเหล็กอยู่ข้างในจะสามารถแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยทำให้เกิดการผลักได้
สวิทช์กดต่อ		สวิทช์กด ยอมให้กระแสไหลผ่านเมื่อสวิทช์ถูกกด เช่น สวิทช์กริ่งประตูบ้าน
สวิทช์กดตัด		สวิทช์แบบกด ซึ่งปกติจะต่อ (on) และเมื่อถูกกดจะตัด (off)
สวิทช์ปิดเปิด (SPST)		SPST(Single Pole Single Throw) สวิทช์ปิดเปิด ยอมให้กระแสไหลผ่านที่ตำแหน่งต่อ (on)
รีเลย์		สวิทช์ทำงานด้วยไฟฟ้า เมื่อมีไฟ เช่น 12โวลท์ 24 โวลท์ มาป้อนให้ขดลวดแกนเหล็ก จะเกิดการดูดตัวสัมผัสให้ต่อกัน ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ต่อวงจรหรือตัดวงจร แล้วแต่ว่าต่ออยู่ที่ขา NO หรือ NC NO = ปกติตัด COM = ขาร่วม NC = ปกติต่อ
ตัวต้านทาน		ตัวต้านทานทำหน้าที่ต้านการไหลของกระแส เช่น การใช้ตัวต้านทานต่อเพื่อจำกัดกระแสที่ไหลผ่าน LED
ตัวต้านทานปรับค่าได้ (Potentiometer)		ตัวต้านทานปรับค่าได้ชนิดนี้มีสามคอนแทค (โพเทนชิออมิเตอร์) ใช้สำหรับควบคุมแรงดัน สามารถใช้เหมือนกับตัวแปลงเพื่อแปลง ตำแหน่ง(มุมของการหมุน)เป็นสัญญาณไฟฟ้า เช่น วอลุ่มปรับความดัง โทนคอนโทรลปรับทุ้มแหลม
ตัวเก็บประจุ		ตัวเก็บประจุ เก็บสะสมประจุไฟฟ้า ใช้ต่อร่วมกับตัวต้านทานเป็นวงจรเวลา สามารถใช้เป็นตัวกรอง เป็นตัวกั้นไฟดีซีไม่ให้ผ่าน แต่ยอมให้สัญญาณเอซีผ่านได้

ตัวเก็บประจุมีขั้ว		ตัวเก็บประจุชนิดมีขั้ว เก็บสะสมประจุไฟฟ้า เวลาใช้ต้องต่อให้ถูกขั้ว ใช้ต่อร่วมกับตัวต้านทานเป็นวงจรเวลา สามารถใช้เป็นตัวกรอง เป็นตัวกั้นไฟดีซีไม่ให้ผ่าน แต่ยอมให้สัญญาณเอซีผ่านได้

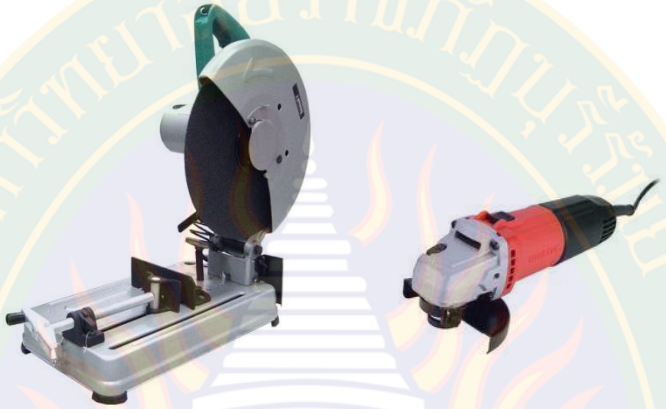
ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์ของอุปกรณ์อีเล็กทรอนิกส์ที่ควรรู้ (ต่อ)

อุปกรณ์	สัญลักษณ์วงจร	หน้าที่ของอุปกรณ์
ไดโอด		อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ ยอมให้กระแสไหลผ่านทางเดียว
LED ไดโอดเปล่งแสง		อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นแสง
ซีเนอร์ไดโอด		ไดโอดที่รักษาแรงดันคงที่ตกคร่อมตัวมัน
ทรานซิสเตอร์ NPN		ทรานซิสเตอร์อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิดNPN สามารถต่อร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆเพื่อเป็นตัวขยาย (Amplifier)หรือวงจรสวิทชิ่ง(Switching)
ไดแอค		เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำในกลุ่มไทริสเตอร์ มี 2 ขั้ว คือ ขั้วแอโนด 1 (A1) และขั้วแอโนด 2 (A2) สามารถนำกระแสได้สองด้าน จึงนำไปใช้กับแรงดันไฟฟ้าสลับและแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ นิยมใช้กับกระแสไฟสูงๆ
ไตรแอค		เดิมนิยมใช้ SCR ซึ่งนำกระแสแล้วจะนำอยู่ตลอดเวลา ต่อมาพัฒนาเป็น ไตรแอค สามารถนำกระแสได้ทั้ง 2 ทิศทาง จึงควบคุมการไหลของไฟฟ้าได้ทั้งคลื่นเป็นบวกและคลื่นเป็นลบ ไตรแอคต่างจากไดแอคที่มีขาควบคุมได้คือ เกต

(สัญลักษณ์อุปกรณ์อีเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้เริ่มต้น. 2559)

2.1.11 อุปกรณ์และเครื่องมือ (Tools) ในการพัฒนาเครื่องผนึกถุงสุญญากาศ เครื่องมือและอุปกรณ์พื้นฐานในกรณีที่ต้องสร้างพัฒนาเครื่องผนึกถุงสุญญากาศ อย่างน้อยต้องมีอุปกรณ์ ต่อไปนี้

1) แท่นตัดเหล็ก ไฟเบอร์ แท่นตัดเหล็กมีขนาดกลางๆ ถึงขนาดใหญ่ ราคาเครื่อง 2500-8000 บาท แล้วแต่วัตถุประสงค์ในการใช้งาน สำหรับช่างอาชีพต้องใช้ที่มีราคาสูงเพราะต้องทำงานติดต่อกันทั้งวัน แท่นตัดเหล็กแสดงให้เห็นในภาพที่ 2.11



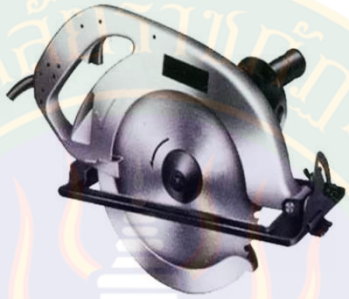
ภาพที่ 2.11 แท่นตัดเหล็ก ไฟเบอร์และเครื่องตัดแบบมือถือ
ที่มา : wuthardware.com 2559

นอกจากแท่นตัดไฟเบอร์แล้ว ควรจะมีเครื่องไฟเบอร์แบบมือถือด้วย จึงจะทำงานต้องการตัดชิ้นงานเล็กๆ ที่เครื่องใหญ่ไม่สามารถตัดได้ ได้สะดวกขึ้น

2) เครื่องเชื่อมเหล็กด้วยไฟฟ้าขนาดเล็ก การประกอบโครงสร้างของอุปกรณ์ผนึกถุงสุญญากาศ จำเป็นต้องเชื่อมเหล็กเข้าด้วยกันให้เป็นโครงสร้างของเครื่อง ราคาเครื่องประมาณ 2,500-10,000 บาทแล้วแต่ขนาด ลักษณะของเครื่องเชื่อมเหล็กด้วยไฟฟ้ามีลักษณะดังภาพที่ 2.12

ภาพที่ 2.12 แท่นตัดเหล็ก ไฟเบอร์และเครื่องตัดแบบมือถือ
ที่มา : arctechweld.com 2559

3) เลื่อยตัดไม้และอลูมิเนียม นอกจากโครงสร้างเหล็กแล้วยังมีโครงสร้างส่วนที่เป็นไม้อัด และชิ้นส่วนบางส่วนที่เป็นโลหะอลูมิเนียมประกอบด้วย จำเป็นต้องมีเครื่องมือที่ใช้ตัดโครงสร้างเหล่านี้ เครื่องมือที่ราคาไม่แพงมากประมาณ 1,500-3,500 บาท ควรเปลี่ยนใบเลื่อยที่ใช้ตัดอลูมิเนียมได้ เพราะใบเลื่อยตัดไม้ตัดอลูมิเนียมไม่ได้ แต่ใบเลื่อยตัดอลูมิเนียมใช้ตัดไม้ได้ เกษตรกรพอซื้อได้มีลักษณะดังภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 เลื่อยวงเดือนตัดไม้และอลูมิเนียม
ที่มา : siamblackbox.com 2559

4) เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า (Multi Meter) เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์สำคัญสำหรับการทำงานอีเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้ตรวจสอบการทำงานของชิ้นส่วนต่างๆ ว่าทำงานถูกต้องหรือผิดปกติ เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าที่คุณภาพพอใช้ได้มีราคาประมาณ 150 บาทขึ้นไป

ภาพที่ 2.14 ภาพเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
ที่มา : dx.com 2559

5) หัวแร้งบัดกรี และปืนกาวร้อน เป็นเครื่องมือราคาถูกๆ เครื่องมือสองชิ้นราคารวมกันไม่เกิน 200 บาท ใช้ในการบัดกรีชิ้นส่วนอีเล็กทรอนิกส์และใช้กาวปิดจุดกันไฟฟ้ารั่วได้

ภาพที่ 2.15 หัวแรงบัดกรีและปืนกาวร้อน

ที่มา : .psptech.co.th 2559

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องผนึกถุงพลาสติก

จันทร์จิรา วงษ์มิตร ณัฏฐพล ป้อมเด็ด และพิทยุตม์ ก่ำเซ่ง (2554). เรื่องเครื่องต้นแบบซีลปิดปากถุงแบบจับจีบ ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบเพื่อปิดถุงขนมแบบจับจีบ ที่กำหนดไว้ตามหลักเกณฑ์ด้านทฤษฎี และปฏิบัติ วัตถุประสงค์ข้อที่สองเพื่อหาประสิทธิภาพและความพึงพอใจของเครื่องต้นแบบซีลปิดปากถุง

ผลงานวิจัยเป็นเครื่องซีลปิดปากถุงแบบจับจีบ ที่มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้ง่าย สะดวกต่อการใช้งานเป็นเครื่องที่ออกแบบขึ้นมาใหม่ มีความปลอดภัยในการใช้งาน เครื่องมือนี้ช่วยลดเวลาในการทำงานจากแบบทำด้วยมือ ผลการวิจัยจากการให้ผู้เชี่ยวชาญ 15 คนวิจารณ์ ประเมิน 12 จุด ประเมินได้ค่า IOC เท่ากับ 0.7 แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 15 คนมีความเห็นสอดคล้องกันว่า เครื่องต้นแบบซีลปิดปากถุงมีคุณภาพ และประสิทธิภาพในการซีลปิดปากถุง สามารถนำไปใช้ซีลปิดปากถุงได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

วาทิต ภูสุวรรณ อัญชลี กลางอรัญ (2555). เรื่องการปรับปรุงกระบวนการซีลบรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติก วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปัญหาเนื่องจากกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์ถุงพลาสติก ประสบปัญหาผลิตภัณฑ์ของเสียจากการปิดผนึกบรรจุภัณฑ์ด้วยความร้อน คือการปิดผนึกไม่สนิทตลอดทั้งแนวซีล ซึ่งเมื่อผลิตภัณฑ์ของเสียถูกตรวจพบต้องนำไปซีลใหม่ เป็นผลทำให้เสียเวลาในการทำงานของพนักงาน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อให้ทราบถึงปัญหาของผลิตภัณฑ์ของเสีย และเพื่อแก้ปัญหาการซีลปิดถุงไม่สนิท

ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ของเสีย เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าว และนำแนวทางมาแก้ปัญหาผลิตภัณฑ์ของเสียดังกล่าวให้มีจำนวนลดลง โดยใช้แผนภูมิก้างปลาในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา คือปัญหาคน เครื่องจักร หรือวิธีการ ผลการศึกษาทำให้ได้ทางเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยการออกแบบและประกอบเครื่องซีลกึ่งอัตโนมัติ ที่ควบคุมด้วยระบบนิวเมติกส์ ผลจากการแก้ไขและทำการทดลองจึงสามารถสรุปได้ว่า เครื่องซีลกึ่งอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยระบบนิวเมติกส์ ที่ได้ออกแบบขึ้นมานั้นมีประสิทธิภาพการทำงานที่ดี ได้แรงกดที่คงที่ และยังสามารถทำงานได้ทันต่ออัตราการผลิต ไม่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ของเสีย แต่จะต้องฝึกหัดผู้ปฏิบัติงาน ให้ใช้เครื่องให้ถูกต้องตามวิธีการที่กำหนดขึ้น และควรใช้ลวดซีลขนาด 2 มิลลิเมตรในการซีลพลาสติกไฮเดนซิตี้ พอลีเอททิลีน ที่มีความหนา 13 ไมครอน ใช้เวลาในการซีล 0.4 วินาที เพราะผลจากการทดลองสรุปได้ว่ารูปร่างของขนาดลวดซีลและเวลาดังกล่าว เหมาะสมแก่การใช้งานมากที่สุด

จำเนียร บุญมาก จุรีภรณ์ อุทธิ (2555). เรื่องการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ข้าวกล้องอินทรีย์ของสหกรณ์เกษตรอินทรีย์เชียงใหม่ จากัด วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ฉบับพิเศษ (หน้า 38-47) เนื่องจากประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ของโลก แนวโน้มในปัจจุบันได้มีการหันมาผลิตข้าวอินทรีย์เพื่อสุขภาพมากขึ้น ในขณะที่บรรจุภัณฑ์ที่ใช้อยู่ในท้องตลาดของเกษตรกรมีความเปราะบาง คุณภาพต่ำ ฉีกขาดได้ง่าย มีอากาศอยู่ในถุงทำให้เกิดมีมอด มีเชื้อราและมีผงที่เกิดจากการกัดกินข้าวของมอด คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะออกแบบบรรจุภัณฑ์ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวและเพื่อให้สินค้าข้าวอินทรีย์เป็นที่ยอมรับในตลาดมากขึ้น

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) ศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้บริโภคต่อบรรจุภัณฑ์ข้าวกล้องอินทรีย์ของสหกรณ์เกษตรอินทรีย์เชียงใหม่ จากัด 2) ศึกษารูปแบบบรรจุภัณฑ์ของคู่แข่งขันในตลาดข้าวกล้องอินทรีย์ และ 3) พัฒนาต้นแบบบรรจุภัณฑ์ข้าวกล้องอินทรีย์ของสหกรณ์ฯ กลุ่มเป้าหมายประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ 385 ราย เชิงคุณภาพ 2 ราย

ผลการศึกษาพบว่า ปัญหาบรรจุภัณฑ์ข้าวกล้องอินทรีย์ของสหกรณ์ฯ ได้แก่ถุงบรรจุภัณฑ์มีขนาดบาง มีมอดเข้าไปอยู่ในถุง ฉลากบนถุงมีขนาดใหญ่เกินไป ส่วนความต้องการบรรจุภัณฑ์ของผู้บริโภค ได้แก่ ถุงแบบสุญญากาศ น้ำหนัก 1 กิโลกรัมต่อถุง และพิมพ์ฉลากลงบนถุงในแนวตั้ง โดยข้อมูลที่สำคัญมากที่สุดบนฉลากคือคำว่า “ข้าวกล้องอินทรีย์” สาหรับบรรจุภัณฑ์ของคู่แข่งขัน พบว่า ส่วนใหญ่ใช้ถุงแบบสุญญากาศขนาด 1 กิโลกรัม พิมพ์ฉลากลงบนถุง ใช้สีฉลากหลากหลาย และมีรูปภาพประกอบ การพัฒนาต้นแบบของบรรจุภัณฑ์ข้าวกล้องอินทรีย์ของสหกรณ์ฯ ได้เปลี่ยนเป็นบรรจุภัณฑ์แบบใหม่ที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคและสหกรณ์ฯ

ศูนย์ข้อมูลสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงพาณิชย์ของสหรัฐอเมริกา (2007). เรื่องการจัดการหีบห่อในฐานะที่เป็นประเด็นหลักในเรื่องการเก็บรักษา (Packaging as it Relates to Core Storage and Preservation) (https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/curator/meetings/2007/presentations/IODP/) งานศึกษานี้ให้ความสำคัญกับการหีบห่อในฐานะที่เกี่ยวข้องอยู่กับสองด้านที่สำคัญคือ ประการแรกการเก็บรักษาอาหาร และผลิตที่เกี่ยวกับการแพทย์ ประการที่สองการหีบห่อเพื่อเก็บรักษาและจัดแสดง เรื่องที่สนใจศึกษาซึ่งต้องตรงกับวัตถุประสงค์ของ IODP (International Ocean Discovery Program) จึงต้องเลือกประเด็นให้ตรงกับเงื่อนไขดังกล่าว สรุปประเด็นที่สำคัญในการพิจารณาคือ การบรรจุด้วยระบบสุญญากาศและการบรรจุด้วยระบบพลาสติกหดตัวด้วยความร้อน งานนี้เน้นการศึกษาในเรื่องการบรรจุหีบห่อที่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งธรรมชาติและการดำเนินชีวิตของคน เป็นงานวิจัยระดับชาติและพิจารณาประเด็นที่ค่อนข้างกว้างขวาง เกี่ยวข้องกับเรื่องของเครื่องมือในการบรรจุด้วยสุญญากาศเล็กน้อย

เอช อี จอห์นสัน อาร์ เจ เมอรี ดี อาร์ เดวีส์ ดี บี เคลล์ เอ็ม เค ธีโอโดรู และ จี ดับเบิ้ลยู กริฟฟิธ (H.E. Johnson, R.J. Merry, D.R. Davies, D.B. Kell, M.K. Theodorou and G.W. Griffith) (2004). เรื่องการแพ็คด้วยสุญญากาศหญ้าหมักรูปแบบระบบในระดับห้องทดลอง (Vacuum packing: a model system for laboratory-scale silage fermentations) (http://users.aber.ac.uk/gwg/pdf/JohnsonGriffith-Vacpack.pdf) เป็นการทดลองเรื่องทางชีววิทยาเกี่ยวข้องกับระบบนี้น้อยมาก

2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์

สุเมธ สุพิชญางกูร (2541). เรื่องการพัฒนาเครื่องมือลดสิ่งปนเปื้อนในหอยแครงมีชีวิตด้วยแสงอุลตราไวโอเลต วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปัญหาเนื่องจากเครื่องมือลดสิ่งปนเปื้อนในหอยแครงที่ถูกหลักวิชาการและใช้ในการพาณิชย์ยังไม่มี วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงต้องการพัฒนาเครื่องมือที่มีขนาดเหมาะสมเชิงพาณิชย์สำหรับร้านขายอาหารทะเล สำหรับลดสิ่งปนเปื้อนในหอยแครงมีชีวิต ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคและเป็นการส่งเสริมการขายให้กับผู้ขายอาหารทะเล

เครื่องมือในการทดลองเป็นอ่างน้ำทำด้วยกระจกใส ขนาด 45X180X30 เซนติเมตร สำหรับพักและล้างหอยแครง กับขนาด 35x 60x35 เซนติเมตร สำหรับรองรับและกรองน้ำที่ผ่านมาแล้ว และมี ปั๊มน้ำ ข้อต่อน้ำ ที่ต่อวาล์ว รางน้ำล้น ที่กำจัดฟองเมือก ชุดให้ออกซิเจน แผ่นกรองน้ำ ตระกร้าพลาสติก และหลอดไฟฆ่าเชื้อยูวี นอกจากนี้จะมีเครื่องมือวัดอ๊อกซิเจนในน้ำ เครื่องวัด pH เครื่องวัดความเค็มแบบมือถือ

กระบวนการและวิธีการทำโดยปล่อยกระแสน้ำบรรจุหอยแครงไหลผ่านเพื่อทำความสะอาดหอย และไหลผ่านกระบวนการกรองให้ได้น้ำทะเลที่อยู่ในสภาพเดิมและวนกลับมาทำความสะอาดหอยอีก โดยมีแสงจากหลอดยูวีในการฆ่าเชื้อ

มีการเชิญกลุ่มผู้เป้าหมายที่มีส่วนร่วมในการสังเกตจำนวน 30 คน เข้าร่วมจริง 19 คน ผลการศึกษาจากการกำหนดให้ปัจจัยความหนาแน่น 53.42 กิโลกรัมต่อตารางเมตร อัตราการไหลของน้ำ 20 ลิตรต่อนาที พบว่าสามารถลด Aerobic Plate Count จาก $2.07x10^5$ เหลือ $3.07x10^3$ และไม่พบเชื้อ Coliforms, Faccal Coliforms และ E. coli ไม่พบ ดินโคลน ทราย และหอยยังมีความสดใกล้เคียงกับวัตถุดิบก่อนล้าง

สมยศ บัวทิพย์ (2545). เรื่องการสร้างเครื่องมือต้นแบบลับมีดตัดกระดาษโรงพิมพ์ ปัญหาพิเศษคุรุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เนื่องจากโรงพิมพ์ทั่วไปต้องเครื่องตัดกระดาษที่มีใบมีดสำหรับตัดกระดาษ ใบมีดนี้เมื่อใช้ไประยะหนึ่งจำเป็นต้องมีการลับคม เพราะถ้าตัดกระดาษได้ไม่ดีจะมีผลต่อผลงานที่เป็นหนังสือหรือเอกสารที่พิมพ์ออกมา และเครื่องลับคมมีดนั้นมักจะไม่มีในอำเภอเล็กหรือท้องถิ่น ทำให้ค่าใช้จ่ายในการลับมีดมีค่าสูง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องเครื่องมือต้นแบบลับมีดตัดกระดาษสำหรับโรงพิมพ์ โดยสร้างเครื่องต้นแบบลับมีด และทดลองใช้โดยมีกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในการใช้เครื่องตัดกระดาษ ได้ทดลองใช้เป็นจำนวน 5 คน โดยใช้คะแนนค่าลำดับ 1 ถึง 5 คะแนนเป็นแบบทดสอบ ผลการทดสอบเครื่องลับมีดสามารถลับได้ดีเป็นคะแนนเฉลี่ย 4.73 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.33

เกื้อกูล ยอดคำ (2545). เรื่องการพัฒนาเครื่องมือถอดล้อหลังและดุมเบรกรถบรรทุกขนาดใหญ่ วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่มาของงานวิจัยนี้เนื่องจากเครื่องถอดดุมล้อที่ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพในปัจจุบันยังไม่มี หรือมีการไม่สามารถนำมาใช้งานได้อย่างสะดวก ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการทำงานวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาเครื่องมือถอดล้อหลังและดุมเบรครถบรรทุกขนาดใหญ่

เมื่อพัฒนาเครื่องมือได้ชิ้นงานออกมาแล้ว ได้ใช้กลุ่มพนักงานที่ทำงานด้านการถอดล้อรถยนต์ จำนวน 30 คน ที่มีประสบการณ์ในการทำงานถอดล้อรถเป็นเวลา 5-20 ปี มาเป็นกลุ่มเป้าหมายสำหรับประเมินผลงาน

ผลงานวิจัยพบว่าเครื่องมือถอดล้อหลังที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพด้านคุณลักษณะเครื่องมือได้คะแนนในระดับดี ด้านการใช้งานอยู่ในระดับดี ด้านประโยชน์ของเครื่องมืออยู่ในระดับดี ส่วนด้านการพัฒนาเครื่องมืออยู่ในระดับปานกลาง

พูลประเสริฐ ปิยะอนันต์ บพิตร ตั้งวงศ์กิจ รัตนา ตั้งวงศ์กิจ ฐิตินัย ชัยณรงค์ (2547). เรื่องการพัฒนาเครื่องมือกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยอ้อย รายงานการวิจัยจากบทความวิจัยภาควิชาเกษตรกลวิธาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขนและวิทยาเขตกำแพงแสน รายงานผลการวิจัยใน Thailis เนื่องจากอ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโลกและไทยเป็นผู้ส่งออกน้ำตาลเป็นอันดับสองของโลก การพัฒนาเครื่องจักรกลที่ราคาไม่แพงเกินไปเพื่อให้เกษตรกรได้ใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเป็นเรื่องที่มีประโยชน์

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องมือกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยอ้อย โดยออกแบบให้กำจัดวัชพืชและพรวนดินโดยใช้พรวนซี่สปริงชนิดยืดหยุ่น การทดสอบใช้รถแทรกเตอร์ความเร็วต่ำคือความเร็ว 1,800 รอบต่อนาที สามารถใส่ปุ๋ยระดับน้อย ปานกลาง และมาก สามารถกำจัดวัชพืชได้ 99% ที่ความเร็ว 1,800 รอบ ทำงานได้ 2.96 ไร่ต่อชั่วโมง ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 3.54 ลิตรต่อชั่วโมง ไม่ได้มีการวัดและประเมินผลโดยกลุ่มเป้าหมาย

ชัยวัฒน์ เผ่าสันทัดพาณิชย์ เวียง อากรชี และบัณชา แสงวงษา (2551). เรื่องออกแบบพัฒนาเครื่องทอดสุญญากาศ (สำหรับทุเรียน) วิศวกรรมหลังเก็บเกี่ยว กรมวิชาการเกษตร (หน้า 46-63) เนื่องจากมีการเริ่มใช้เครื่องทอดทุเรียนสุญญากาศในพื้นที่ภาคตะวันออก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเครื่องขนาดเล็กทอดได้ครั้งละ 20-50 กิโลกรัม มีราคาประมาณ 3 แสนถึง 5 ล้านบาท และมีปัญหาการดักไอเดือดของน้ำและน้ำมันพืชก่อนเข้าปั๊มสุญญากาศมีประสิทธิภาพต่ำ เกิดปัญหาไอน้ำมันที่ติดผลผลิตมาทำให้มีกลิ่นหืนและอายุการเก็บรักษาเพียง 1 เดือน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะพัฒนาเครื่องทอดทุเรียนสุญญากาศที่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าว

หลังจากพัฒนาเครื่องมือผลการศึกษาพบว่า เครื่องมือทอดสุญญากาศ สามารถทอดทุเรียนได้ครั้งละ 5 กิโลกรัมที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส สามารถสลัดน้ำมันหลังทอด ใช้เวลาทอด 30-40 นาที สลัดน้ำมัน 20-30 นาที ได้ผลิตภัณฑ์ 2.0-2.15 กิโลกรัม สามารถกำจัดไอน้ำมันจากผลผลิตได้ เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมาใหม่นี้สามารถทดแทนเครื่องที่ใช้อยู่ในท้องตลาดได้เป็นอย่างดี

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ ใช้เทคนิควิทยาเน้นไปในแนวการจัดทำสิ่งประดิษฐ์ เนื้อหาส่วนใหญ่ในบทนี้ จึงเป็นการอธิบายขั้นตอนการทำอุปกรณ์ขึ้นมา เพื่อให้ผู้อ่านผลงานโดยเฉพาะเกษตรกร สามารถผลิตอุปกรณ์ชนิดนี้ตามตัวอย่างที่ต้นแบบได้จัดทำขึ้นมาได้ ขั้นตอนในการพัฒนามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ศึกษาหลักการทำงานของเครื่องผนึกถุงพลาสติกสุญญากาศที่วางขายอยู่ในท้องตลาด

2) จัดหาชิ้นส่วนประกอบที่สำคัญ ที่จะทำให้เครื่องมือสามารถทำงานได้ โดยการหาซื้อหรือทำขึ้นมาเองในกรณีที่ไม่สามารถหาซื้อได้

3) ประกอบชิ้นส่วนต่างๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้ได้เครื่องต้นแบบ และทำการทดลองใช้งานและประเมินผลที่ได้จากการทำงานของอุปกรณ์ในขั้นต้นด้วยตนเอง ปรับปรุงแก้ไขให้เครื่องทำงานให้มีประสิทธิภาพมากพอที่เครื่องมือสามารถทำงานได้

4) นำเครื่องที่ได้ไปให้เกษตรกรในพื้นที่รอบนอกตัวเมืองทดลองใช้ เพื่อสอบถามความพึงพอใจในการใช้งาน

5) จัดทำรายงานผลการพัฒนาเครื่องมือส่งให้กับมหาวิทยาลัยเจ้าของทุนวิจัย

3.1 หลักการทำงานของเครื่องผนึกถุงสุญญากาศ

เครื่องผนึกถุงสุญญากาศถูกนำมาใช้ครั้งแรกที่มีข้อมูลในประวัติศาสตร์ อ้างโดยบทความของ คริส กังเด (Chris Grande) (http://chrisgrande.com/2010/07/24/the-history-of-hills-brothers-coffee-and-the-vacuum-seal-mystery/) 2559
ที่อ้างว่าได้มีการผลิตกาแฟผงบรรจุถุงแบบสุญญากาศเป็นรายแรกในอเมริกาหรือในโลก ในปี ค.ศ. 1900 ที่ทำให้ผู้บริโภคได้ดื่มกาแฟที่มีคุณภาพดี ส่วนเอกสารแหล่งอื่น ระบุว่ามีการผลิตเครื่องผนึกถุงสุญญากาศเป็นระบบอุตสาหกรรมครั้งแรกในปี ค.ศ. 1940 ต่อมาในปี ค.ศ. 1963 จึงได้มีการผลิตเครื่องผนึกถุงสุญญากาศที่นำมาใช้ในครัวเรือนเป็นครั้งแรก โดยนักประดิษฐ์ชาวเยอรมันชื่อ คาร์ล บุช (Karl Busch) แม้จะได้มีการพัฒนาต่อมาเรื่อยๆ แต่พื้นฐานการทำงานจนถึงปัจจุบันยังไม่มีการเปลี่ยนแปลง (http://www.vacuumsealerland.com/the-history-behind-the-modern-vacuum-sealer/) 2559

ในส่วนของประเทศไทยนั้น เครื่องผนึกถุงพลาสติกสุญญากาศในท้องตลาด มีอยู่มากมายหลายประเภทและหลายขนาด ตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดยักษ์ เครื่องมือชนิดนี้ส่วนใหญ่มีใช้ในระดับอุตสาหกรรมเท่านั้น ในช่วงประมาณ 5-6 ปีที่ผ่านมานี้เอง ได้มีการนำเครื่องผนึกถุงสุญญากาศขนาดเล็กซึ่งมีราคาถูกลงมากเข้าสู่ท้องตลาด เพื่อให้ผู้บริโภคในระดับครัวเรือนสามารถหาซื้อมาใช้เป็นการส่วนตัวได้ จากการสำรวจข้อมูลตามเว็บไซต์ต่างๆ พบว่า สินค้าประเภทนี้ในประเทศไทย มีทั้งสินค้าที่ผลิตในประเทศไทย สินค้าจากประเทศแถบยุโรป อเมริกา ญี่ปุ่น แต่แนวโน้มนั้นสินค้าจากประเทศจีนจะเพิ่มขึ้นในสัดส่วนมากที่สุดภาพที่ 3.1 แสดงรูปแบบของเครื่องผนึกถุงสุญญากาศรุ่นแรกๆ ซึ่งมีการนำมาใช้ในระบบอุตสาหกรรมขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ ส่วนภาพที่ 3.2 เป็นเครื่องขนาดเล็กมากที่ใช้กันในครัวเรือนในปัจจุบัน

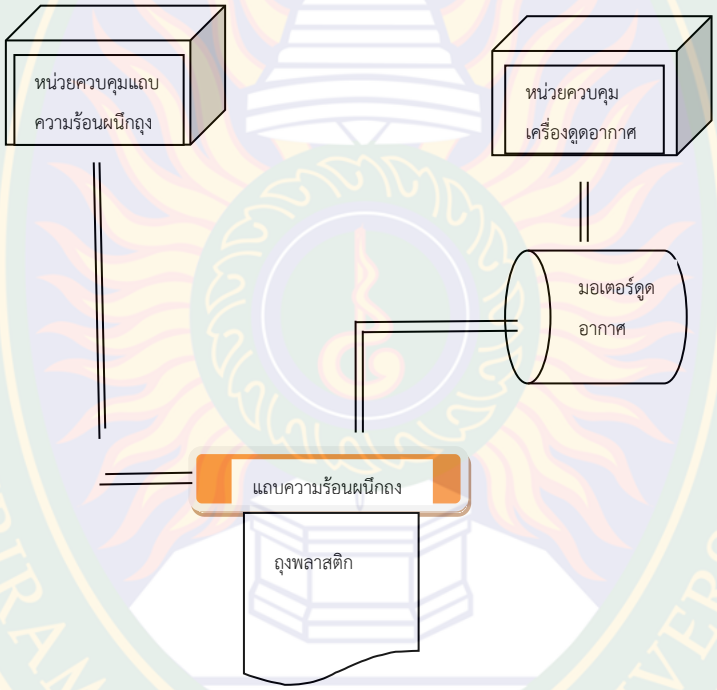
ภาพที่ 3.1 เครื่องผนึกถุงสุญญากาศในระบบอุตสาหกรรม

ที่มา : wikipedia.org/wiki/Vacuum_packing 2559

ภาพที่ 3.2 เครื่องผนึกถุงสุญญากาศขนาดเล็กมากที่ใช้ในครัวเรือน

ที่มา : aliexpress.com 2559

หลักการทำงานของเครื่องผนึกถุงพลาสติกสุญญากาศ เขียนเป็นภาพหลักการทำงานทั่วไป แสดงให้เห็นได้ตามภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แผนผังการทำงานของเครื่องผนึกถุงสุญญากาศ

ที่มา : สุริยา รักการศิลป์, 2559

3.2 หลักการทำงานขั้นต้น

เครื่องผนึกถุงสุญญากาศ มีหลักการและขั้นตอนทำงานง่ายๆ คือเริ่มต้นจากการเลือกถุงพลาสติกที่มีขนาดเหมาะสมกับผลผลิตที่จะเก็บรักษา โดยที่ปากถุงนั้นต้องไม่มีขนาดใหญ่เกิดไปกว่าความยาวของ

ลวดความร้อนที่ใช้ปิดผนึกปากถุง จากนั้นก็ใช้วิธีการใดๆ ทำให้อากาศที่อยู่ในถุงผลผลิตนั้นออกไปอยู่นอกถุงให้มากที่สุด แล้วจึงปิดผนึกถุงไม่ให้อากาศไหลกลับเข้าไปในถุงได้อีก ขั้นตอนที่ทำให้มีประสิทธิภาพได้ยากคือการนำอากาศออกจากถุงให้มากที่สุด เครื่องผนึกถุงบรรจุผลผลิตการเกษตรตั้งแต่ขนาดกลางขึ้นไป มักจะมีอุปกรณ์ที่ใช้วัดความหนาแน่นของอากาศที่ยังคงค้างอยู่ แต่เครื่องผนึกถุงขนาดเล็กในปัจจุบันยังไม่มีอุปกรณ์สำหรับวัดอากาศที่ค้างอยู่

ภาพเครื่องผนึกถุงสุญญากาศต้นแบบของจริง ที่ทำสำเร็จแล้ว แสดงให้เห็นได้ตามภาพที่ 3.4

ภาพที่ 3.4 เครื่องผนึกถุงสุญญากาศต้นแบบ วันที่นำไปให้เกษตรกรดู

ที่มา : สุริยา รักการศิลป์, 2559

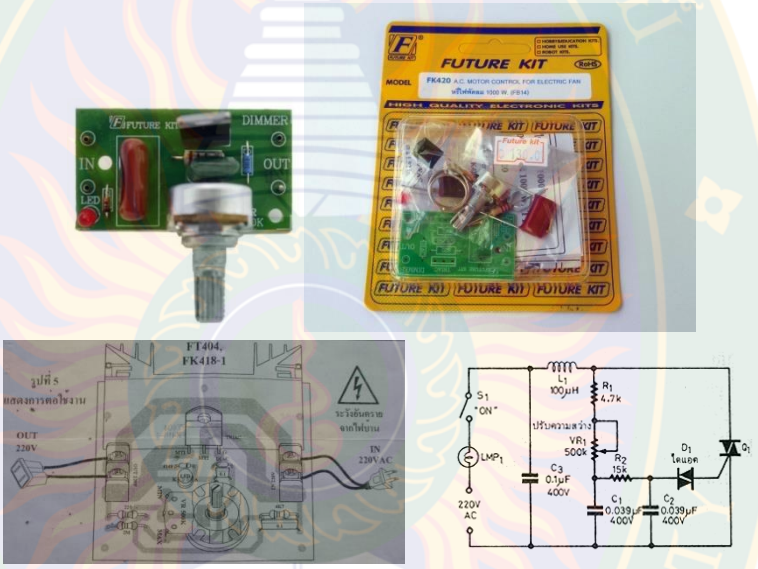
3.3 วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการผลิตเครื่องผนึกถุงสุญญากาศ

3.3.1 ชิ้นส่วนอีเล็กทรอนิกส์ ชิ้นส่วนอีเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับเครื่องผนึกถุงสุญญากาศ มีอยู่ด้วยกัน 2 ส่วนคือ ชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ดูดอากาศ และชุดควบคุมอุณหภูมิลวดความร้อน

1) ชุดควบคุมมอเตอร์ดูดอากาศช่วยทำให้อายุการใช้งานของมอเตอร์ดูดอากาศเป็นปกติ เนื่องจากได้นำเครื่องดูดฝุ่นสำหรับรถยนต์มาใช้เป็นชิ้นส่วนในการทำหน้าที่นี้ และเครื่องดูดฝุ่นที่ใช้ในระดับบ้านเรือน ไม่ได้ออกแบบมาให้ทำงานตลอดทั้งวันได้ ถ้าใช้เครื่องดูดฝุ่นในครัวเรือนทำงานติดต่อกันนานเกิน 1 ชั่วโมง เครื่องมักจะเสียหายหรือไหม้ได้

ชุดควบคุมอุณหภูมิลวดความร้อนจะใช้เพื่อตัดวงจรการทำงานของกระแสไฟฟ้าที่เข้ามาสู่ลวดความร้อน ในช่วงเวลาประมาณ 1-5 วินาที เพราะถ้าทำงานนานกว่านั้นถุงพลาสติกมักจะขาด ถ้าเป็นถุงที่ใช้ในอุตสาหกรรมหรือถุงหนาพิเศษอาจจะออกแบบให้เครื่องทำงานนานขึ้นถึง 10 วินาทีก็สามารถทำได้

2) ชิ้นส่วนสำหรับควบคุมความเร็วมอเตอร์ดูดอากาศ ชิ้นส่วนนี้สามารถหาซื้อได้โดยง่าย มีทางเลือกหลายทาง ราคาถูก และมีอายุการใช้งานทนทาน ทางเลือกที่หนึ่ง ซื้อกล่องควบคุมความเร็วมอเตอร์สำเร็จรูปที่มีขายอยู่ตามร้านอีเล็กทรอนิกส์ทั่วไป ราคาประมาณ 200-350 บาท ทางเลือกที่สองคือซื้อชุดประกอบกึ่งสำเร็จรูป หรือสุดท้ายคือซื้อชุดที่ยังไม่ได้ประกอบมาประกอบเอง ราคา 90-150 บาทแล้วแต่ยี่ห้อ จากการทดลองใช้มาหลายปี อุปกรณ์ชนิดนี้ยังไม่ค่อยเสียหายจากการทำงานตามปกติทั่วไป

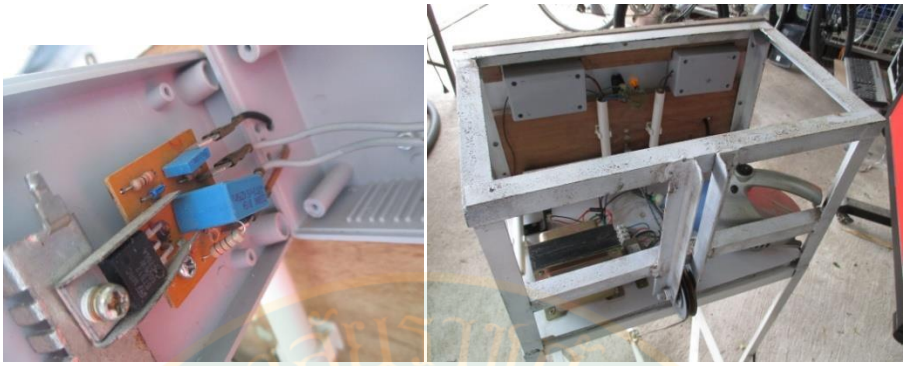


ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างชุดเครื่องหรี่ไฟที่มีขายในท้องตลาดกับคำอธิบายวิธีประกอบ

ที่มา : kit4diy.com 2559

การใช้ชุดที่ประกอบเองจะมีประโยชน์ในกรณีที่เครื่องชำรุดเสียหาย จะทำให้สามารถซ่อมแซมเองได้โดยไม่ต้องไปอาศัยร้านค้าหรือบุคคลอื่น เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายสำหรับงานการเกษตร

สำหรับชุดหรี่ไฟที่ใช้ในเครื่องต้นแบบมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 3.6 อุปกรณ์ที่อยู่ในกล่องด้านขวามือของภาพ ข. คือกล่องชุดหรี่ไฟ



ภาพที่ 3.6 การติดตั้งชุดหรี่ไฟในเครื่องผนึกถุงสุญญากาศต้นแบบ

ที่มา : สุริยา รักการศิลป์, 2559

ชิ้นส่วนประกอบการทำงานของเครื่องหรี่ไฟ มีรายละเอียดที่จำเป็นต้องใช้ ดังนี้

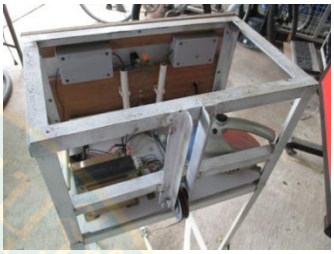
1) แผ่นพิมพ์ทองแดงสำหรับเชื่อมอุปกรณ์เข้าด้วยกันให้ทำงานได้ชิ้นส่วนประกอบทั้งหมดที่ใช้ตามรายละเอียดในภาพที่ 3.5

2) ชิ้นส่วนประกอบที่ต้องหาซื้อจากร้านขายชิ้นส่วนอีเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย

ก) ตัวต้านทานหรือรีซิสเตอร์ประกอบด้วย R1 = 4.7K□ R2 = 2M□ R3 = 220□ อย่างละ 1 ตัว ตัวต้านทานปรับค่าได้ 250-500K□ 1 ตัว ตัวเก็บประจุหรือคาปาซิเตอร์ขนาด 0.1 mF 2 ตัว Diode เบอร์ 1N4148 1 ตัว ไตรแอค (Triac) = BTA16-400 1 ตัว ไดแอค (Diac) = DB3 หรือ DB4 1 ตัว LED (Light Emitting Diode) สีแดง 1 ตัว แผ่นพิมพ์ทองแดงเอนกประสงค์ขนาดเล็กมาก 1 แผ่น ราคาอุปกรณ์ทุกรายการรวมกันไม่ควรจะเกิน 70 บาท วงจรที่ใช้ประกอบในภาพที่ 3.5 มีความแตกต่างจากวงจรที่ขายในท้องตลาดเล็กน้อย เนื่องจากการทำการค้ามีการป้องกันการฟ้องร้องเรื่องละเลิดลิขสิทธิ์จากการลอกเลียนแบบ การเปลี่ยนแปลงวงจรในจุดที่ไม่สาคัญสามารถทำแตกต่างกันได้มากมาย

ข) ชิ้นส่วนสำหรับควบคุมอุณหภูมิลวดความร้อน ชิ้นส่วนนี้การจัดเตรียมจะยุ่งยากกว่า เนื่องจากไม่มีวงจรที่มีคุณภาพตรงตามที่ต้องการใช้สำหรับงานนี้ คือเครื่องตั้งเวลาในช่วง 0-6 วินาทีขายในท้องตลาด ถ้าต้องการซื้ออุปกรณ์สำเร็จรูปในการเพื่อมาควบคุมการทำงานที่จุดนี้ ต้องซื้ออุปกรณ์ควบคุมสำเร็จรูปที่มีขายตามร้านเครื่องไฟฟ้า มีราคาประมาณ 500-800 บาท สามารถนำมาปรับใส่กับเครื่องได้ตามความเหมาะสม แต่สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ใช้การประกอบชิ้นส่วนทำงานเอง เนื่องจากราคาที่ประหยัดกว่าและประโยชน์ในเรื่องของการเรียนรู้และการซ่อมบำรุงในภายหลัง ปกติชิ้นส่วนนี้ในท้องตลาดเป็นชิ้นส่วนที่เสียหายยากมากเช่นกัน แต่ถ้าเสียหายแล้วต้องซื้อใหม่ทั้งชิ้นไม่สามารถซ่อมบำรุงได้ ภาพที่ 3.6

ก เป็นภาพสวิชท์ตั้งเวลาที่มีขายตามท้องตลาด ภาพที่ 3.6 ข-ค เป็นภาพเครื่องตั้งเวลาที่ซื้อชิ้นส่วนมาประกอบขึ้นเอง ภาพ ค. แสดงกล่องตัวควบคุมเวลาในเครื่องต้น เป็นกล่องทางด้านขวามือของภาพ

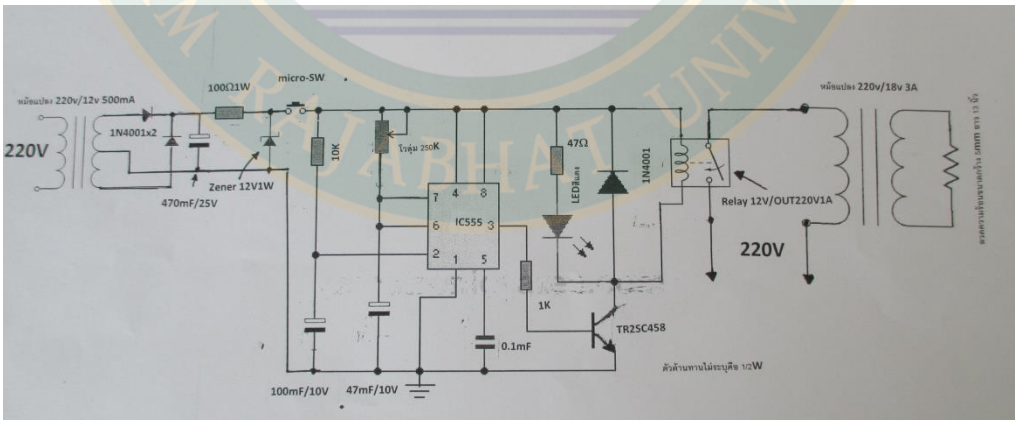


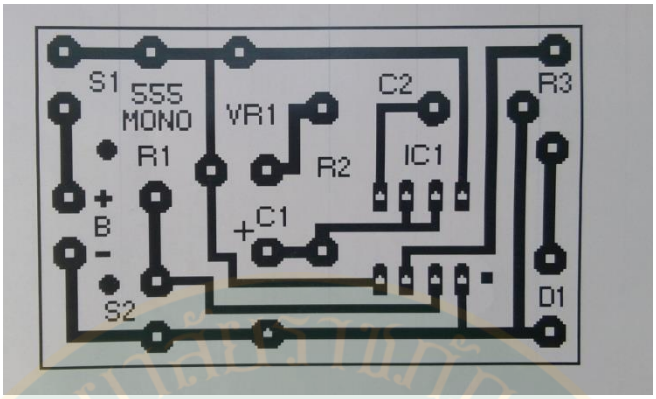
ก. ข. ค.

ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างภาพกับ การติดตั้งควบคุมอุณหภูมิลวดความร้อน

ที่มา : สุริยา รักการศิลป์, 2559

วงจรตั้งเวลาตัดสวิทช์ไฟฟ้า มีวงจรพื้นฐานที่ให้ลอกเลียนแบบใช้ได้มากมาย แต่ช่วงเวลาในการตัดต่อจริงๆ อาจไม่ตรงกับที่แจ้งเอาไว้ หรือบางวงจรเมื่อมีการเชื่อมต่อจุดต่างๆ ตามวงจรที่ให้มา ไม่สามารถใช้งานได้จริง ผู้ที่มีความรู้จำกัดจะไม่ทราบสาเหตุที่เกิดขึ้นได้ จึงควรพิจารณาคัดเลือกวงจรต่างๆ ที่มีอยู่อย่างระมัดระวัง ถ้าผู้เลือกมีความรู้เป็นอย่างดีในงานอีเล็กทรอนิกส์ ก็ไม่จำเป็นต้องศึกษามากมาย สำหรับผู้วิจัยซึ่งไม่ใช่นักวิชาการด้านวิทยาศาสตร์อีเล็กทรอนิกส์ จึงได้ใช้วิธีการทดลองเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์และวงจรบางส่วน จนทำให้สามารถนำมาใช้งานจริงๆ ผู้วิจัยได้ตรวจสอบอย่างละเอียดแล้วว่าไม่เหมือนวงจรใดๆ ที่มีอยู่ในเว็บไซต์และท้องตลาดเลย เพราะมีการเปลี่ยนแปลงและตัดต่อจากหลายวงจร ส่วนแผ่นทองแดงต้องนำมาปรับเปลี่ยนรายละเอียดอีกเล็กน้อย





ภาพที่ 3.8 วงจรตั้งเวลาตัดสวิทช์ลวดความร้อน กับแผ่นพิมพ์ทองแดง

ที่มา : สุริยา รักการศิลป์, 2559

รายการอุปกรณ์สำหรับชุดควบคุมลวดความร้อน ประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้

ก) หม้อแปลงขนาดไฟฟ้าเข้า 220v ไฟฟ้าออก 12v 500mA และไฟฟ้าเข้า 220v ไฟฟ้าออก 18v 3A อย่างละ 1 ลูก

ข) อุปกรณ์ประเภทกึ่งตัวนำอย่างละ 1 ตัวยกเว้นที่กำหนดเอาไว้ ก. Diode 1N4001x3 ข. Zener 12V1W ค. TR2SC458 ง. LED สีแดง

ค) Integrated Circuit LM555 หรือเทียบเท่า 1 ตัว

ง) คาปาซิเตอร์ ก. 470mF/25V ข. 100mF/10V ค. 47mF/10V ง. 0.1mF

จ) ตัวต้านทาน ก. 100□ 1W ข. 10K□ ค. 1K□ ง. 47□ จ. โวลุ่ม 250K□ (ตัวต้านทานไม่ระบุขนาดคือ 1/2W)

ฉ) micro-SW จำนวน 2 ตัว

ช) Relay 12V/OUT220V1A

ซ) ลวดความร้อน ขนาดกว้าง 5mm ยาว 13 นิ้ว (ลวดความร้อนที่จังหวัดบุรีรัมย์ไม่มีขนาดกว้างกว่า 2 มม. จำเป็นต้องสั่งซื้อจากบริษัทที่กรุงเทพฯ)

ฌ) แผ่นฉนวนกันไฟฟ้าและทนความร้อนได้สูง ใช้สำหรับทับบนเส้นลวดเพื่อป้องกันถุงพลาสติกขาดหรือละลายเมื่อลวดความร้อนเริ่มต้นทำงาน

ภาพประกอบแสดงขนาดของลวดความร้อน แผ่นพิมพ์ทองแดงอเนกประสงค์ในกรณีที่ไม่สะดวกหรือยังไม่สามารถเขียนแผ่นพิมพ์ทองแดงด้วยตนเองได้ และแผ่นฉนวนกันความร้อน ซึ่ง

อาจจะมีการกัดลายมาแล้วหรือมากัดลายเองก็ได้ ลวดความร้อนเส้นเล็กพร้อมแผ่นฉนวนมีขายที่บุรีรัมย์ ส่วนลวดเส้นใหญ่ต้องสั่งซื้อจากกรุงเทพฯ

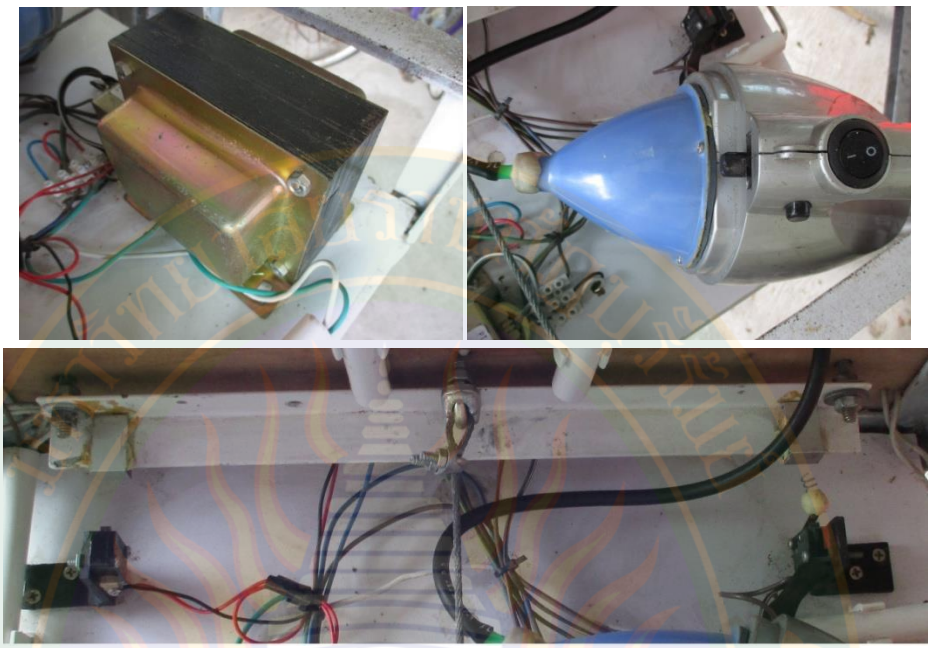
ภาพที่ 3.9 แผ่นพิมพ์ทองแดงสำเร็จรูปและยังไม่มีลาย ลวดความร้อนพร้อมฉนวน

ที่มา : สุริยา รักการศิลป์, 2559

อุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่ต้องจัดวางภายนอกแผงวงจร ประกอบด้วย เครื่องดูดฝุ่นขนาดเล็กที่ใช้ดูดฝุ่นในรถยนต์ หม้อแปลงที่ใช้จ่ายไฟฟ้าให้ลวดความร้อนซึ่งได้ระบุไปแล้วในรายการชิ้นส่วนอีเล็กทรอนิกส์ และเส้นลวดความร้อนซึ่งต้องวางบนแท่นรองรับโดยเฉพาะ และสุดท้ายคือไมโครสวิทช์ 2 ตัว ที่ใช้สำหรับตัดต่อการทำงานของมอเตอร์เครื่องดูดฝุ่น กับตัดต่อเครื่องควบคุมการปล่อยกระแสไฟฟ้าให้เส้นลวดความร้อน

ภาพที่ 3.10 ก. การจัดวางไมโครสวิทช์กับหม้อแปลงขนาดใหญ่และเครื่องดูดฝุ่น

ที่มา : สุริยา รักการศิลป์, 2559



ภาพที่ 3.10 ข. การจัดวางไมโครสวิทช์กับหม้อแปลงขนาดใหญ่และเครื่องดูดฝุ่น

ที่มา : สุริยา รักการศิลป์, 2559

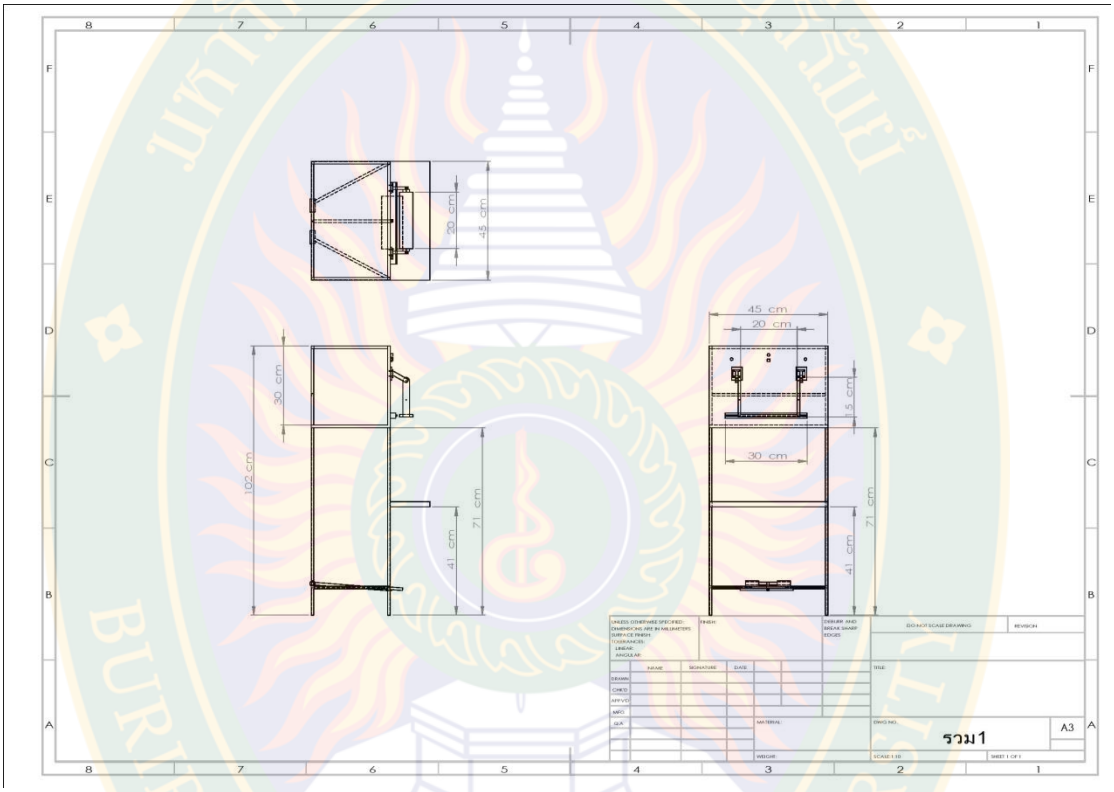
3.4 โครงสร้างของเครื่องผนึกถุงสุญญากาศ

โครงสร้างของเครื่องผนึกถุงพลาสติกสุญญากาศ ประกอบด้วยโครงสร้าง 3 ส่วนคือ

3.4.1 โครงสร้างส่วนที่ทำด้วยเหล็ก โครงสร้างที่สำคัญที่ทำให้เครื่องมีความแข็งแรงจะทำด้วยเหล็กตัว L ขนาด 1 นิ้วครึ่ง ใช้เหล็กความยาว 6 เมตรประมาณ 1 เส้นครึ่ง เหล็ก 1 เส้นราคาประมาณ 150-250 บาท โครงสร้างเหล็กส่วนที่สองจะเป็นเหล็กแผ่นขนาดกว้าง 8 ยาว 20 เซนติเมตร ใช้สำหรับเป็นแผ่นเท้าเหยียบเพื่อควบคุมการปิดถุงป้องกันอากาศเข้าและผนึกถุงด้วยลวดร้อน เหล็กส่วนที่สามเป็นเหล็กท่อขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลาง10 กับ 12 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 40 เซนติเมตร และสุดท้ายคือเหล็กแผ่นแบนหนาประมาณ 5 มิลลิเมตร ยาว 1 เมตร ซื้อจากร้านทำงานเหล็กราคารวมกันประมาณ 100 บาท วัสดุที่ใช้นอกเหลือจากเหล็กคือสีกระป๋องสีขาว ใช้สำหรับพ่นกันสนิม 2 กระป๋อง ราคาประมาณ 100 บาท

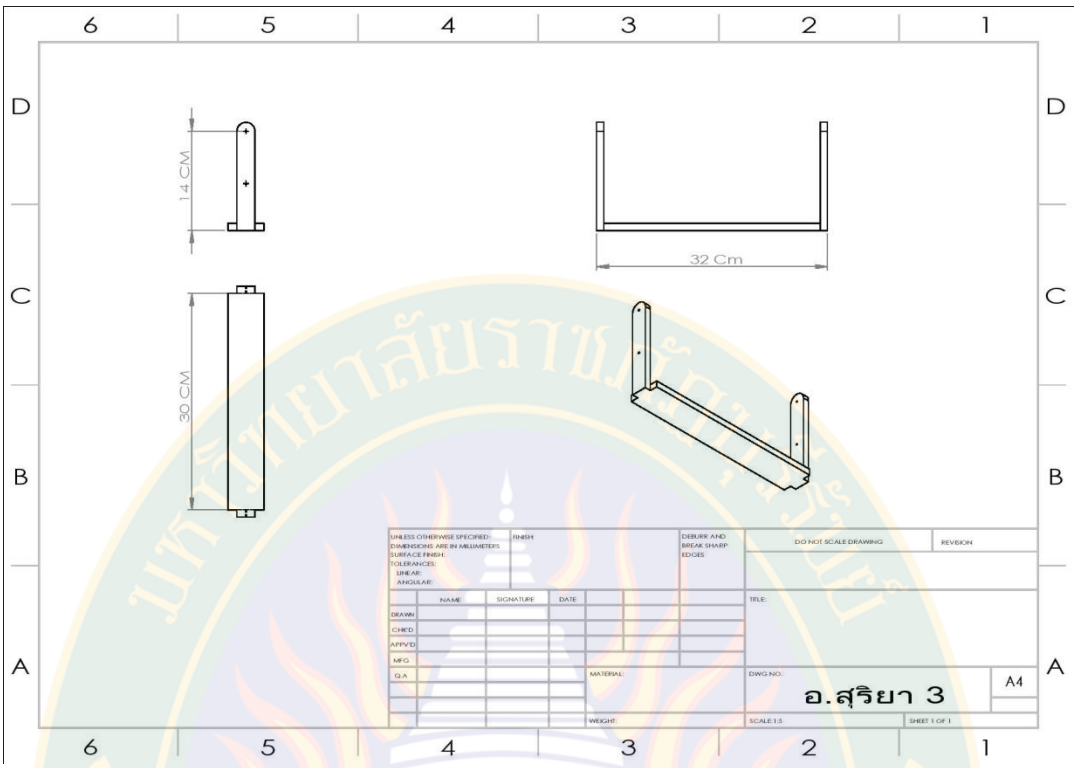
งานโครงสร้างส่วนแรกผู้วิจัยไม่ชำนาญในเรื่องการเชื่อมต่อเหล็ก จึงจ้างร้านค้าที่คุ้นเคยกันให้ทำงานให้ตามแบบที่เขียนคร่าวๆ ให้ช่างดู งานส่วนนี้เกษตรกรเป็นจำนวนมากสามารถทำได้เป็นอย่างดีและมีคุณภาพสูงด้วย เนื่องจากอาชีพรองของเกษตรกรเป็นจำนวนมากคืออาชีพช่างก่อสร้างและช่างฝีมือต่างๆ แต่

สำหรับการวิจัยครั้งนี้เสียค่าใช้จ่ายในการจ้างทำโครงเหล็กประมาณ 1,000 บาท ซึ่งเป็นส่วนของต้นทุนที่สูง การประเมินเข้าไปในราคาของเครื่องผนึกถุงด้วยจะทำให้ต้นทุนของเครื่องราคาสูงขึ้นมาก นอกจากนี้ผู้วิจัยยังไม่มีความรู้เพียงพอในการเขียนแบบ เพื่อนำมาประกอบการเขียนรายงาน ภาพประกอบขั้นต้นของโครงสร้างเครื่องต้องจ้างวิศวกรเขียนแบบให้ 3 แผ่นเป็นเงิน 3,000 บาท เนื่องจากผู้เขียนแบบยังไม่ค่อยเข้าใจการทำงานของเครื่องมือเช่นเดียวกัน รายละเอียดที่จำเป็นจึงยังไม่ปรากฏอย่างครบถ้วน พอที่จำนำมาเป็นต้นแบบให้ผู้ใช้รายอื่นที่ต้องการจัดทำเครื่องมือนี้ขึ้นมาใช้จริงๆ



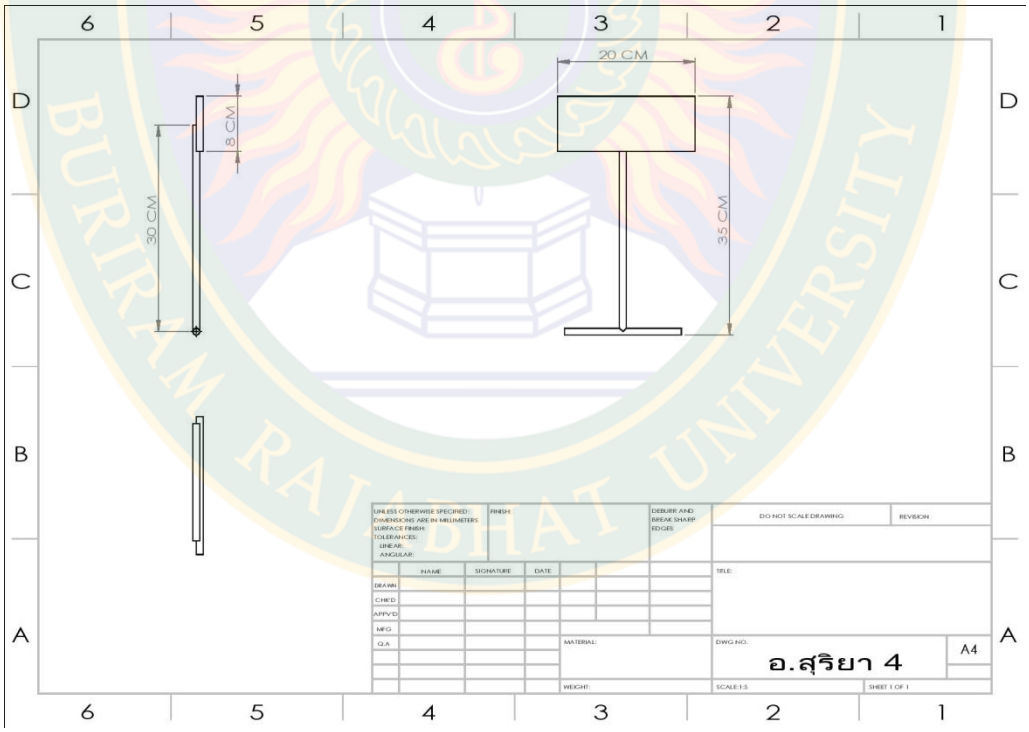
ภาพที่ 3.11 ก. โครงสร้างหลักเครื่องผนึกถุงสุญญากาศ

ที่มา : สุริยา รักการศิลป์, 2559



ภาพที่ 3.11 ข. โครงสร้างหลักเครื่องผนึกถุงสุญญากาศ

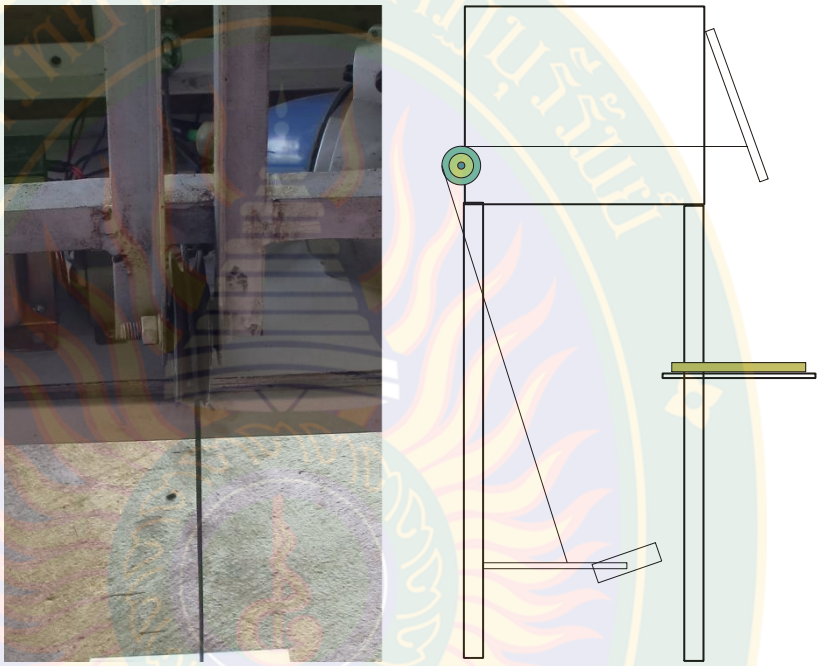
ที่มา : สุริยา รักการศิลป์, 2559



ภาพที่ 3.11 ค. โครงสร้างหลักเครื่องผนึกถุงสุญญากาศ

ที่มา : สุริยา รักการศิลป์, 2559

โครงสร้างเหล็กส่วนสุดท้ายเป็นล้อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-4 นิ้ว เพื่อใช้ร้อยสายลวดสลิงเพื่อดึงแขนกดปิดปากถุง และแขนกดผนึกปากถุงด้วยลวดความร้อน และลวดสลิงขนาดประมาณ 1-2 หุน ยาว 1 เมตร ราคาประมาณ 100 บาท การใช้ลวดสลิงเป็นตัวถ่ายกำลังจากเท้าของผู้ทำงาน เป็นวิธีที่ผ่อนแรงได้มาก ยืดหยุ่น และค่าใช้จ่ายต่ำ



ภาพที่ 3.12 โครงสร้างส่วนที่เป็นลวดสลิงและลูกรอก

ที่มา : สุริยา รักการศิลป์, 2559

3.4.2 โครงสร้างส่วนที่สองเป็นไม้อัด ความหนาประมาณ 15 มิลลิเมตร กว้าง 30 ยาว 45 เซนติเมตรจำนวน 2 แผ่น ซื้อเศษไม้จากร้านค้าราคาประมาณ 150 บาท ใช้เลื่อยวงเดือนตัดให้ได้ขนาดที่ต้องการ ใช้ทำเป็นแผ่นไม้หน้าปัดของเครื่องมือ แผ่นที่สองใช้ทำเป็นฐานวางอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการทำงาน และแผ่นที่สามใช้สำหรับรองรับน้ำหนักถุงบรรจุผลิตภัณฑ์เพื่อความสะดวกในการทำงานปิดผนึกถุง โดยใช้ทั้งมือและเท้าในการทำงานในเวลาเดียวกัน

ภาพที่ 3.13 โครงสร้างส่วนที่เป็นชิ้นส่วนไม้ มีอยู่ด้วยกัน 3 ส่วน

ที่มา : สุริยา รักการศิลป์, 2559

3.4.3 โครงสร้างย่อยๆ บางส่วนทำจากวัสดุอลูมิเนียม ชิ้นส่วนอลูมิเนียมส่วนแรกเป็นส่วนที่มีความสำคัญที่สุดเพราะเป็นส่วนที่เป็นหน้าตาของเครื่อง และกรณีที่สองเนื่องจากเป็นชิ้นส่วนที่สัมผัสกับชิ้นส่วนอีเล็กทรอนิกส์ เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ ผู้วิจัยจึงจัดทำโดยไม่ให้มีส่วนของโลหะของชิ้นส่วนอีเล็กทรอนิกส์ มีการสัมผัสกับชิ้นส่วนอลูมิเนียม เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่เกิดจากไฟฟ้ารั่วไม่ว่าด้วยเหตุผลใดๆ ผู้วิจัยได้เจาะรูอลูมิเนียมให้มีพื้นที่ใหญ่กว่าชิ้นส่วนโลหะของเครื่องอีเล็กทรอนิกส์ ซึ่งตามปกติชิ้นส่วนเหล่านี้ก็ไม่เคยมีประวัติเรื่องไฟฟ้ารั่ว แต่เพื่อความปลอดภัยที่สุดจึงป้องกันด้วยวิธีการไม่ให้มีชิ้นส่วนที่ติดต่อถึงกันได้โดยเด็ดขาด

ก. ข. ค.

ภาพที่ 3.14 ก. ข. ค. โครงสร้างส่วนที่เป็นอลูมิเนียมกับสวิทช์ไฟฟ้า

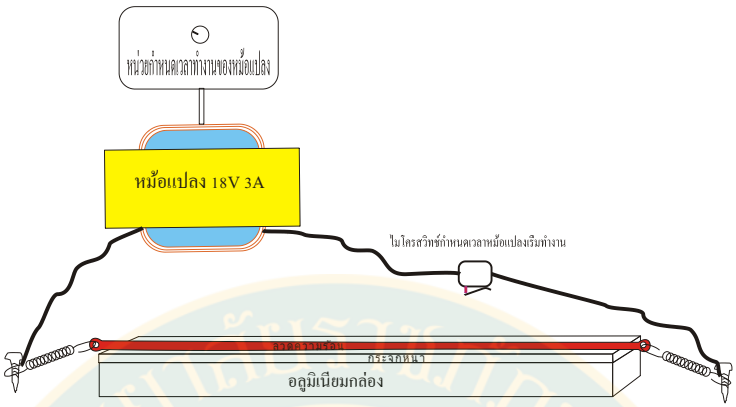
ที่มา : สุริยา รักการศิลป์, 2559

โครงสร้างส่วนที่ทำด้วยอลูมิเนียมอีกสองส่วนได้แก่ ส่วนที่เป็นฐานรองยางสำหรับกดถุงป้องกันอากาศออกจากถุงในช่วงที่มีการดูดอากาศออก และส่วนที่เป็นฐานรองกระจกซึ่งรองเส้นลวดความร้อนอีกทอดหนึ่ง แผ่นอลูมิเนียมรูปกล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสชนิดหนาขนาดกว้าง 25x25 มิลลิเมตร ยาว 40 เซนติเมตรจำนวน 2 ชิ้น

อลูมิเนียมกล่องชุดที่หนึ่ง จะเป็นชุดรองกระจกและลวดความร้อน จัดวางขวางกับหน้าปัทม์ของเครื่องอยู่ด้านล่างสุด ทำหน้าที่ให้ลวดร้อนละลายปากถุงเพื่อให้ถุงปิดผนึกกันอากาศเข้า

ด้านบนของกล่องอลูมิเนียมจะใช้แผ่นกระจกใสขนาดหนา 5 มิลลิเมตร กว้าง 20-25 มิลลิเมตรวางตลอดความยาวของอลูมิเนียมประมาณ 35 เซนติเมตรติดเข้าด้วยกันด้วยกาวยางน้ำ (Rubber Cement) ด้านบนของกระจกใช้แผ่นฉนวนความร้อนขนาดกว้างยาวเท่ากันแปะติดโดยใช้กาวยางน้ำเช่นเดียวกัน หลังจากนั้นจึงปิดทับด้วยลวดความร้อนที่มีสปริงเป็นตัวดึงให้เกิดแรงตึงทั้งสองด้าน

โครงสร้างอลูมิเนียมส่วนที่สอง มีโครงสร้างเกือบจะเหมือนกัน เป็นกล่องอลูมิเนียมขนาดกว้าง 25x25 มิลลิเมตร ยาว 40 เซนติเมตร วางชิดกันกับอลูมิเนียมกล่องชุดแรก ด้านบนติดด้วยแผ่นยางเรียบเพื่อให้ปากถุงปิดสนิทเวลาดูดอากาศออกจากถุง ทำหน้าที่ปิดกันอากาศภายนอกกลับเข้าไปในถุง ในเวลาที่มอเตอร์ดูดอากาศออก

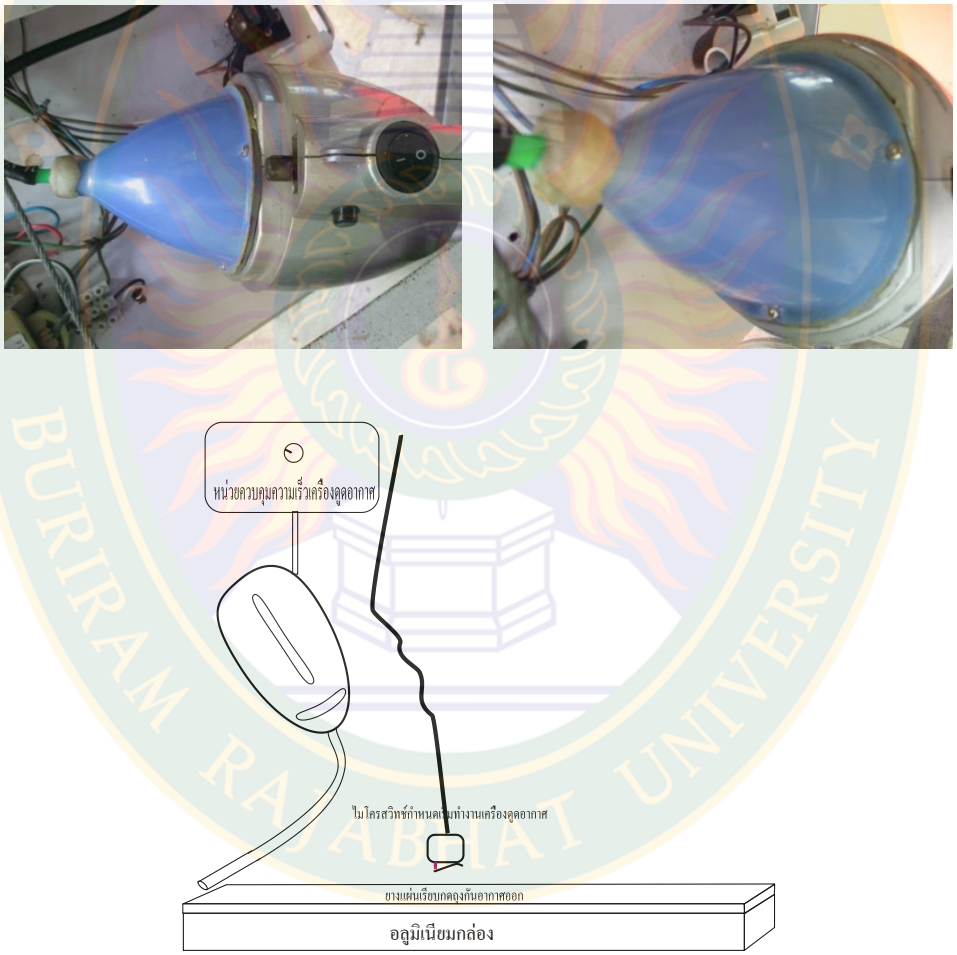


ภาพที่ 3.15 โครงสร้างส่วนที่รองรับลวดความร้อน

ที่มา : สุริยา รักการศิลป์, 2559

3.4.4 โครงสร้างส่วนที่เป็นมอเตอร์ดูดอากาศ มอเตอร์ดูดอากาศหาได้จากเครื่องดูดฝุ่นขนาดเล็กที่ใช้กับรถยนต์ ชิ้นส่วนนี้มีทางเลือกหลายทางคือ เครื่องดูดฝุ่นในรถยนต์ซึ่งมีสองประเภทคือ ใช้ไฟฟ้า 220 โวลท์ หรือใช้ไฟฟ้าจากรถยนต์ 12 โวลท์ เครื่องชนิดใช้ไฟรถยนต์ 12 โวลท์มีข้อด้อยเรื่องกำลังในการดูดอ่อนกว่า และต้องหาแหล่งจ่ายไฟฟ้า 12 โวลท์แต่กระแสสูง เครื่องจ่ายไฟราคาถูกที่สุดคือเครื่องจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่มันมีขนาดใหญ่ใช้พื้นที่ในการจัดวางยุ่งยาก ถ้าใช้ไฟฟ้า 220 โวลท์มีข้อด้อยคือต้องระมัดระวังเรื่องการเชื่อมต่อที่อาจก่อให้เกิดอันตราย ส่วนอีกทางเลือกหนึ่งคือใช้มอเตอร์ดูดอากาศขนาดเล็กที่มีลูกสูบในตัวเองซึ่งก็เป็นเครื่องดูดอากาศในเครื่องผนึกถุงที่วางขายทั่วไป แต่ปัจจุบันชิ้นส่วนนี้ยังไม่มีวางขายแพร่หลาย ชิ้นส่วนที่เหมือนกันแต่ทำงานกลับกันคือเครื่องปั๊มลมยางรถยนต์ขนาดเล็ก ชิ้นส่วนนี้ต้องดัดแปลงจากเครื่องปั๊มให้เป็นเครื่องดูด ต้องมีแหล่งจ่ายไฟฟ้า 12 โวลท์ขนาดใหญ่เช่นเดียวกัน ในที่นี้จึงเลือกใช้เครื่องดูดฝุ่นในรถยนต์ที่ใช้ไฟฟ้า 220 โวลท์

เครื่องดูดฝุ่นต้องนำมาดัดแปลงให้มีหัวขนาดเล็กที่จะต่อท่อลมเล็กๆ ได้ ท่อลมใช้ท่อสายน้ำมันรถยนต์ ตอนปลายใช้ท่อทองแดงของเครื่องปรับอากาศ เดินท่อให้มาวางที่จุดดูดลมออกจากถุง การดัดแปลงให้เดินท่อได้ทำง่ายๆ คือซื้อชิ้นส่วนกรวยรองน้ำมันขนาดเล็กมาปิดที่หัวเครื่องดูดฝุ่น แต่ต้องรองฐานด้วยยางกันซึมให้ดีเพื่อกันอากาศออก และต้องใส่ฟองน้ำกันเมล็ดข้าวหรือสิ่งแปลกปลอมเข้าไปในเครื่องดูดฝุ่นด้วย ไม่เช่นนั้นเครื่องอาจมีเสียงจากสิ่งที่หลุดเข้าไปข้างในมอเตอร์และจะเข้าไปทำลายการทำงานเครื่องดูดฝุ่นให้หมดอายุอย่างเร็ว



ภาพที่ 3.16 โครงสร้างส่วนที่เป็นเครื่องดูดอากาศ

ที่มา : สุริยา รักการศิลป์, 2559

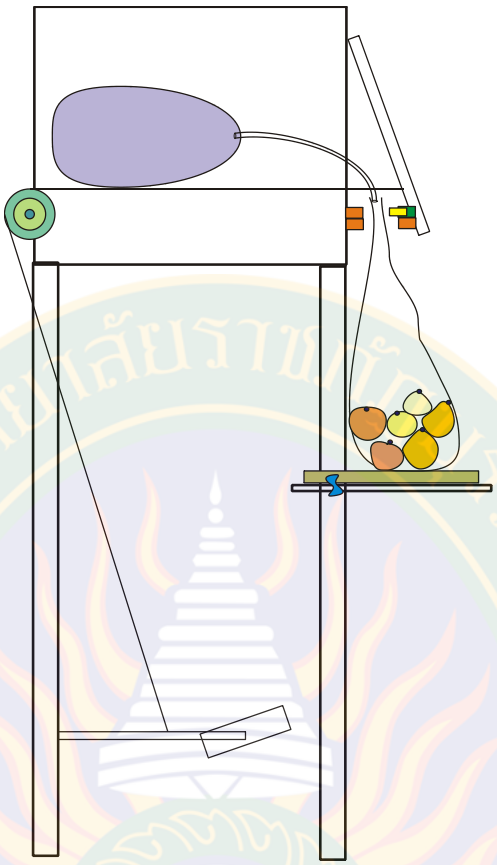
3.5 ขั้นตอนการใช้งานของเครื่องผนึกถุงสุญญากาศ

เครื่องผนึกถุงสุญญากาศทำงานโดยมีตัวควบคุมไฟฟ้าทั้งระบบ เป็นสวิทช์ไฟฟ้าด้านหน้าเครื่อง ถ้ามีการกดสวิทช์ไฟฟ้านี้ จะมีหลอดนีออนสีแดงจะมีแสงสว่างออกมาแสดงให้เห็นว่าเครื่องพร้อมที่จะทำงานได้ และเป็นการเตือนให้ผู้ใช้ต้องระมัดระวังเกี่ยวกับไฟฟ้าจากภายในเครื่องที่อาจทำให้เกิดอันตรายได้ ถ้าผู้ใช้ไม่ระมัดระวังในการใช้งาน ภาพที่ 3.12 หลอดนีออนในรูป ข. จะติดสีแดงเมื่อมีการกดเปิดสวิทช์เครื่อง

นำถุงใส่ผลผลิตการเกษตรใส่ถุงพลาสติกที่จะปิดผนึกมาวางที่ฐานวางสิ่งของ นำปากถุงสอดเข้าไปให้อยู่ระหว่างยางแผ่นเรียบที่อยู่ติดกับตัวเครื่องและยางแผ่นเรียบที่อยู่ที่แขนของเครื่องกดทับถุง โดยให้หลอดดูดอากาศสอดผ่านทางปากถุง

เปิดปุ่มควบคุมความเร็วมอเตอร์ดูดอากาศหมุนไปที่ประมาณ 120 องศา ผู้ควบคุมใช้เท้าเหยียบแป้นคุมเครื่องเครื่องไปจนกระทั่งไมโครสวิทช์ตัวที่ 1 ทำงาน เครื่องดูดอากาศจะทำงานมีเสียงดังพอสมควร ในระหว่างนั้นผู้ใช้จะใช้มือปรับถุงให้อากาศถูกดูดออกไปจนหมด ใช้เวลาประมาณ 10-30 วินาที

เมื่อผู้ควบคุมเครื่องมั่นใจว่าอากาศออกไปมากแล้ว ถ้าเป็นถุงข้าวสารในขณะที่จับถุง ข้าวสารมีการจับตัวเป็นก้อนแข็งเหมือนของแข็ง ผู้ควบคุมเครื่องใช้เท้าเหยียบให้แรงมากขึ้นอีกจนกระทั่งไมโครสวิทช์ตัวที่สองทำงาน หลอด LED ที่หน้าปัทม์จะติดเป็นสีแดงขึ้น ประมาณ 1-5 วินาทีแล้วแต่การตั้งเวลาซึ่งขึ้นอยู่กับความหนาของถุงพลาสติก เมื่อหลอดไฟดับให้ผู้ใช้ปล่อยค้างไว้อีกประมาณ 10 วินาที เพื่อให้พลาสติกเย็นก่อน ถ้าผู้ควบคุมปล่อยเท้าเหยียบทันทีที่หลอดไฟดับ รอยรีดของถุงอาจจะขาดหรือหลังจากนำถุงมาวางไว้อากาศจะรั่วออกหมดภายใน 24-48 ชั่วโมง ถุงจะมีสภาพเหมือนถุงผนึกทั่วไปที่ไม่ใช่สุญญากาศ ดังนั้นการเว้นระยะให้ถุงแห้งก่อนจึงเป็นเรื่องสำคัญมากในการหวังผลการใช้งาน



ภาพที่ 3.17 ภาพร่างขั้นตอนการใช้งานของเครื่องผนึกถุงสุญญากาศ

ที่มา : สุริยา รักการศิลป์, 2559

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการพัฒนาเครื่องมือผนึกถุงข้าวเพื่อเกษตรกร มีบทสรุปจากการดำเนินการ เพื่อนำเสนอให้เห็นภาพกระบวนการทำงานดังต่อไปนี้

4.1 ผลการพัฒนาเครื่องมือและต้นทุนค่าใช้จ่าย

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยเรื่องการพัฒนาเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ นั้น พบว่าผลงานวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการพัฒนาเครื่องมือในศูนย์ข้อมูลการวิจัยที่เป็นศูนย์หลักของประเทศไทย อย่างเช่น Thailis และมหาวิทยาลัยประเภทสถาบันเทคโนโลยี มีผลงานวิจัยเรื่องการพัฒนาเครื่องจักรและเครื่องมือจำนวนไม่มากนัก เรื่องที่ผู้วิจัยครั้งนี้ไม่สามารถนำมาอ้างอิงได้ จะเป็นงานวิจัยประเภทพัฒนาอุปกรณ์อีเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ส่วนการพัฒนาเครื่องกลเล็กๆ น้อยๆ จะอยู่ในระดับชั้นปริญญาตรี การวิเคราะห์ที่สำคัญของงานเหล่านี้คือค่าตัวเลขทางคณิตศาสตร์ เช่น แรงที่กระทำ แรงตกกระทบ ค่าความถี่และความสม่ำเสมอในการทดลองซ้ำๆ หรือเป็นค่าตัวเลขประเภทความดันแก๊ส ความดันอากาศ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ที่ได้จากการสังเกตและการจดบันทึก ฯลฯ

ส่วนการวิเคราะห์ที่สามารถนำมาประยุกต์กับงานวิจัยในครั้งนี้คือ การวิเคราะห์ผลงานของงานวิจัยเชิงทักษะ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1) การวิเคราะห์โดยอาศัยทักษะของผู้มีประสบการณ์ในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกล หรือผลงานวิจัยที่พัฒนาขึ้นมาได้ วิธีการที่นิยมคือนำผู้ที่มีประสบการณ์ในการทำงานมาเป็นกลุ่มเป้าหมาย อาจจะใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจงหรือสุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่เกือบทั้งหมดใช้แบบเจาะจง จะใช้การสุ่มตัวอย่างเฉพาะการสอบถามความคิดเห็นที่ได้จากการทดลองใช้ผลผลิตหรือการซื้อผ่านตลาด ในกรณีที่เป็นกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง กลุ่มเป้าหมายจะเป็นผู้ทดสอบการใช้เครื่องมือหรือกลไกที่พัฒนาขึ้นมาใหม่นั้นและแสดงความคิดเห็นผ่านการสัมภาษณ์หรือแบบสอบถาม

2) การวิเคราะห์โดยอาศัยประสบการณ์ของผู้พัฒนาเครื่องมือหรือกลไกนั้นเอง กรณีนี้อาจจะเป็นไปได้ที่เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นนั้นมีความแตกต่างจากเครื่องมือที่มีอยู่ในท้องตลาด หรือเป็นเครื่องมือที่ไม่สามารถหาผู้ที่มีทักษะมาแสดงความคิดเห็นได้ ผู้วิจัยจึงเป็นผู้วิเคราะห์ด้วยตนเอง โดยมีการทดสอบทดลองและนำค่าตัวเลขผลต่างๆ ที่ได้มาเขียนเป็นรายงาน

ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้ที่ตั้งขึ้นนั้น มีวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ การพัฒนาเครื่องมือผนึกถุงข้าวสารแบบสุญญากาศเพื่อผนึกถุงให้ได้ขนาดสูงสุด 12 นิ้ว โดยใช้ถุงบรรจุข้าวสารที่มีขายอยู่ในท้องตลาด เพื่อให้เกษตรกรสามารถหาซื้อถุงเหล่านี้ได้ง่ายในต้นทุนต่ำ และเพื่อนำเครื่องต้นแบบที่ได้ในการพัฒนาครั้งนี้ไปจดทะเบียนสิทธิบัตรให้เป็นประโยชน์เพื่อเกษตรกร

ในส่วนของต้นทุนการผลิตที่ต่ำนั้น ผู้วิจัยได้เก็บค่าตัวเลขประมาณการค่าใช้จ่ายในการทำเครื่องมือนี้มียอดค่าใช้จ่ายรวมดังนี้

ตารางที่ 4.1 ต้นทุนการผลิตเครื่องมือ (ราคากลาง)

ประเภท	รายการ	มูลค่า (บาท)
เหล็ก	เหล็กตัว L	250
	เหล็กท่อ	100
	เหล็กแผ่น	50
	เหล็กล้อและลวดสลิง พร้อมที่รัดลวด	250
ไม้	ไม้พื้นและไม้หน้าเครื่องไม้รองถุงข้าว	100
อลูมิเนียม	อลูมิเนียมกล่อง 2 ขนาด	100
	อลูมิเนียมแผ่นหน้าเครื่อง	100
ยาง	ยางแผ่น 2 ชนิด	150
อุปกรณ์ไฟฟ้า	หม้อแปลงใหญ่	400
	หม้อแปลงเล็ก	25
	ลวดความร้อน 1 เส้นกว้าง 5 มิลลิเมตร	70
	แผ่นฉนวนความร้อน 2 แผ่น	20
	เครื่องดูดฝุ่นเล็ก	600
เบ็ดเตล็ด	สายไฟ สายยาง กรวย สวิทช์ หลอดหน้าปัทม์สปริง 2 ตัว ฯลฯ	150
ชิ้นส่วนอีเล็กทรอนิกส์	ชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์	150
	ชุดควบคุมลวดความร้อน	170
	ไมโครสวิทช์ 2 ตัว	150
	กล่องเอนกประสงค์ 2 กล่อง	60
	สีสเปรย์สีขาว 2 กระป๋อง	110
	รวมทั้งสิ้น	**3,005**

สรุปในด้านมูลค่าทางเศรษฐกิจ จากการพัฒนาเครื่องผนึกถุงข้าวแบบสุญญากาศพบว่า ต้นทุนการผลิตทั้งหมดไม่รวมค่าแรงงาน มีค่าเฉลี่ยโดยประมาณเท่ากับ 3,005 บาท นับเป็นเครื่องมือที่มีราคาต่ำมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมือผนึกถุงข้าวสุญญากาศที่วางขายในท้องตลาด ที่สามารถผนึกถุงที่มีขนาดปากถุงกว้าง 12 นิ้วได้ในทางปฏิบัติ

4.2 วิธีการทดสอบเครื่องมือผนึกถุงข้าวสุญญากาศ

ส่วนการทดสอบนั้นเนื่องจากเป็นการทำงานพัฒนาเครื่องมือเบื้องต้นอย่างง่าย ผู้วิจัยจึงคำนึงถึงเพียงการยกเครื่องมือไปให้กลุ่มเป้าหมายดูว่าเครื่องมือนี้สามารถทำงานได้จริง และอธิบายดูความสนใจของเกษตรกรว่ามีความต้องการที่จะทำเครื่องมือแบบนี้ขึ้นใช้เองหรือไม่ โดยคิดถึงข้อจำกัดในเรื่องงบประมาณและระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยว่า คงยังไม่สามารถให้เกษตรกรหรือคัดเลือกผู้ที่มีประสบการณ์ในการทำงานลักษณะเช่นนี้ มาทดลองใช้เครื่องมือนี้และวิจารณ์การทำงานว่ามีคุณภาพเป็นอย่างไร

ในช่วงของการทดสอบเครื่องมือ ผู้วิจัยจึงได้นำเครื่องมือนี้ไปที่โรงสีที่ตำบลสวายจีก ซึ่งเป็นแห่งแรกที่เขียนเอาไว้ในหัวข้อการขอทุน จากการพูดคุยกับเจ้าของโรงสีซึ่งเป็นเกษตรกรเช่นเดียวกัน เจ้าของโรงสีให้ความเห็นว่า เกษตรกรที่สวายจีกน่าจะไม่สนใจเนื่องจากทำให้ต้องมีค่าใช้จ่ายในการทำงานเพิ่มขึ้น และเกษตรกรส่วนใหญ่ผลิตข้าวได้ส่วนหนึ่งก็เก็บไว้บริโภค อีกส่วนหนึ่งก็นำออกขายทั้งหมด

ผู้วิจัยได้นำเครื่องไปที่โรงสีแห่งที่สองที่ตำบลกลันทาตามที่เขียนไว้ในหัวข้อการขอทุนวิจัย พบว่าเกษตรกรที่โรงสีที่สองมีความสนใจเครื่องมือนี้ ทั้งนี้อาจเนื่องจากโรงสีแห่งนี้เป็นโรงสีชุมชน ไม่ใช่โรงสีเอกชนเหมือนโรงสีแห่งแรก อีกประการหนึ่งเหตุจูงใจส่วนหนึ่งที่ผู้วิจัยสนใจที่จำทำเครื่องผนึกถุงข้าวขึ้นมาก เพราะที่โรงสีแห่งนี้ผู้วิจัยเห็นเครื่องผนึกถุงข้าวที่ภาครัฐนำมาให้เกษตรกรใช้วางทิ้งอยู่ จากการสอบถามพบว่าหน่วยงานหนึ่งเอามาให้โรงสีใช้ แต่ไม่มีใครสามารถใช้งานได้ ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจอยากรู้ปัญหาว่าเหตุใดเกษตรกรจึงไม่สามารถใช้เครื่องมือที่มีผู้เอามาให้ใช้ดังกล่าวได้

ที่โรงสีนี้ผู้วิจัยได้ทดลองผนึกถุงใส่มะม่วงของเกษตรกรที่อยู่อาศัยบริเวณนั้น และเกษตรกรได้แนะนำให้ผู้วิจัยนำเครื่องมือไปทดลองใช้ให้เกษตรกรที่ชุมชนสายยาวดู เนื่องจากที่ชุมชนสายยาวมีศูนย์เศรษฐกิจพอเพียงอยู่ด้วย แต่ในวันที่นำเครื่องไปที่ชุมชนนั้นไม่มีเกษตรกรอยู่ที่ศูนย์มีเพียงผู้ใหญ่บ้านอยู่คนเดียว ผู้วิจัยจึงได้ผนึกถุงข้าวสารที่เตรียมไปให้กับผู้ใหญ่บ้านเป็นที่ระลึกไว้จำนวน 1 ถุง

บทสรุปสำหรับภาพรวมของเครื่องผนึกถุงข้าวสุญญากาศ เครื่องมือนี้ใช้งบประมาณในการพัฒนาประมาณ 3,000 บาท ใช้เวลาในการประกอบให้เป็นเครื่องที่สามารถทำงานได้ประมาณ 2 วัน เมื่อเครื่องทำงานได้แล้ว นำมาผนึกถุงข้าวสารแบบสุญญากาศ ใช้เวลาในการผนึกถุงสุญญากาศประมาณถุงละ 2 นาที ทั้งนี้ไม่รวมเวลาในการเตรียมข้าวสารหรือผลผลิตการเกษตรใส่ถุง เวลาในการปรับฐานตั้งถุงให้ได้ขนาดที่เหมาะ มีเกษตรกรมาดูการทำงาน 3 ราย จากเกษตรกรที่ทำงานอยู่บริเวณนั้นประมาณ 5-6 คน

ภาพที่ 4.1 เกษตรกรที่โรงสีชุมชน บ้านร่องหินหมากน้อย

ที่มา : สุริยา รักการศิลป์. 2559

ภาพที่ 4.2 ผู้ใหญ่บ้านชุมชนสายยาว หมู่บ้านศูนย์เรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียง
ที่มา : สุริยา รักการศิลป์. 2559

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผล

5.1 สรุป

งานวิจัยเรื่อง: การพัฒนาเครื่องมือผนึกถุงพลาสติกบรรจุข้าวสาร แบบสุญญากาศขนาด 12 นิ้ว ต้นทุนต่ำ มีวัตถุประสงค์ของการศึกษา 1) เพื่อพัฒนาเครื่องมือผนึกถุงพลาสติกบรรจุข้าวสาร หรือสินค้าการเกษตรอื่นๆ ขนาดความกว้างถุง 12 นิ้ว ในราคาต้นทุนต่ำกว่าสินค้าที่วางขายตามท้องตลาด ใช้วัตถุดิบที่เกษตรกรจัดหามาผลิตได้เอง หรือหาซื้อได้ง่าย และ 2) เพื่อนำแบบแปลนที่สร้างขึ้นไปจดทะเบียนสิทธิบัตรและสามารถใช้เป็นสิทธิสาธารณะได้

ภาระงานส่วนใหญ่เป็นงานประกอบโครงสร้างที่มีชิ้นส่วนสำคัญเป็น เหล็ก อลูมิเนียมและไม้ ส่วนประกอบอื่นๆ ที่ทำให้เครื่องสามารถทำงานได้ เป็นส่วนประกอบของเครื่องไฟฟ้าและอีเล็กทรอนิกส์ การจัดวางเน้นให้สามารถดูดอากาศออกจากถุงที่บรรจุผลผลิตการเกษตรและปิดผนึกถึงให้ได้ โดยอากาศไม่ไหลย้อนกลับออกมา และหลังจากปิดผนึกแล้วยังคงป้องกันอากาศกลับเข้าไปได้อีก เพื่อนำถุงผลผลิตไปเก็บรักษาในตู้เก็บสินค้าหรือตู้ควบคุมอุณหภูมิต่อไป

ผู้วิจัยสามารถผลิตเครื่องมือได้ตามกรอบหัวข้อที่นำเสนอให้กับมหาวิทยาลัย ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 แต่ยังไม่สามารถหาผู้ที่เขียนแบบทางวิศวกรรมเพื่อใช้นำไปถอดแบบเพื่อผลิตเป็นชิ้นงานซ้ำๆ ได้ เพื่อนำเอาแบบที่ได้ไปจดทะเบียนและจ่ายแจกให้กับผู้ที่ต้องการนำเอาไปประกอบเครื่องต่อเอง ทั้งนี้เพราะยังไม่สามารถหาวิศวกรที่รับเขียนแบบตามกระบวนการทำงานของเครื่องทั้งหมด โดยเสียค่าใช้จ่ายที่ผู้วิจัยพอจะจ่ายได้ ดังนั้นอาจจะมีทางเลือกอีกทางหนึ่งคือผู้วิจัยจะศึกษาวิธีเขียนแบบเพิ่มเติม เพื่อเขียนแบบขึ้นเองแต่อาจจะต้องการระยะเวลาในการทำงานเพิ่มขึ้นอีกระยะหนึ่ง

5.2 อภิปรายผล

เครื่องมือที่พัฒนาได้จากการวิจัยในครั้งนี้ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ในเรื่องของการเป็นเครื่องมือที่ใช้ต้นทุนต่ำ สามารถผนึกถุงพลาสติกทั่วๆ ไปที่ราคาถูกๆ ได้ การดูแลรักษาทำได้โดยง่าย โดยเฉพาะที่เกษตรทำขึ้นด้วยตัวเองก็จะเข้าใจการทำงานต่างๆ ทุกขั้นตอน การหาชิ้นส่วนที่เสียหายหรือหมดอายุมาชดเชยทำได้

โดยง่าย ส่วนข้อเสียข้อจำกัดคือ มีขนาดค่อนข้างใหญ่ มีน้ำหนักประมาณ 10 กว่ากิโลกรัมเคลื่อนย้ายยากลำบากกว่าเครื่องเล็กๆ ในท้องตลาดมาก นอกจากนี้ถุงพลาสติกที่ใช้อยู่ทั่วไปในท้องตลาดนั้นมีข้อด้อยในเรื่องความหนา แม้จะเป็นถุงพลาสติกสำหรับใส่ข้าวสารก็ตาม เมื่อนำมาผนึกด้วยการดูดอากาศออกแล้ว เนื่องจากเมล็ดข้าวมีความคมด้วยตัวมันเอง บางครั้งเมล็ดข้าวก็เป็นตัวทำให้อากาศซึมเข้าสู่ถุงเสียเอง แตกต่างจากถุงพลาสติกที่ทำมาเพื่อเป็นถุงสุญญากาศที่มีความหนามาก ผู้ผลิตได้ทำมาป้องกันปัญหานี้ไว้แล้ว มีความจำเป็นที่เกษตรกรจะต้องเลือกหาถุงพลาสติกชนิดหนาให้ได้คุณภาพที่สามารถป้องกันการรั่วซึมได้ดี จึงจะเป็นสิ่งที่จะทำให้มั่นใจในเรื่องการใช้งานได้เต็มความสามารถและต้นทุนต่ำที่สุด

ปัญหาเรื่องของการที่มาตามแก้ไขปัญหาซ้ำจากผลผลิตที่ได้นั้น ได้มีการกล่าวถึงในงานวิจัยของวาทิต ภูสุวรรณ และอัญชลี กลางอรัญ เรื่องการปรับปรุงกระบวนการซีลบรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติก ที่พัฒนาเครื่องมือเพื่อแก้ปัญหาให้เครื่องผนึกข้าวแบบธรรมดาที่ผลิตในประเทศไทย สามารถผนึกได้อย่างแน่นและแม่นยำทุกครั้ง เนื่องจากมีผลผลิตเสียเป็นจำนวนมาก ส่วนงานวิจัยในครั้งนี้ได้พิจารณาปัญหานี้แล้วเช่นเดียวกัน จึงได้ใช้ลวดสลิงและเท้าเหยียบเพื่อให้มีแรงกดสม่ำเสมอ และมีการนำยางบางชนิดที่ประเทศจีนทำออกขายและหาซื้อได้ไม่ยากในกรุงเทพฯ หรือเมืองใหญ่ๆ มาช่วยทำให้หน้าสัมผัสถุงมีความเรียบมากกว่าเครื่องมือที่ประเทศไทยผลิตใช้งานที่เป็นเครื่องมือที่เกือบจะทำงานสุญญากาศไม่ได้ผลเลย งานวิจัยส่วนใหญ่ของไทยจึงเป็นงานวิจัยที่ไม่ได้ทำเครื่องผนึกถุงสุญญากาศ ถ้าเป็นเรื่องสุญญากาศก็จะเป็นเครื่องมือที่มีราคาสูงเป็นแสนบาท เช่นเครื่องทอดทุเรียน

เนื่องจากโลกมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทดลองผลิตเครื่องผนึกถุงข้าวสารแบบสุญญากาศเสร็จแล้ว เมื่อมาศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมพบว่าเครื่องที่มีการผลิตออกมาขายที่สามารถผนึกถุงข้าวแบบสุญญากาศขนาดกว้าง 12 นิ้ว ของประเทศเพื่อนบ้านคือเวียดนาม สามารถผนึกถุงข้าวและผลผลิตการเกษตรอื่นๆ แบบสุญญากาศได้โดยอัตโนมัติโดยการกดปุ่มเพียงครั้งเดียวแบบตั้งโต๊ะ สามารถขายในราคา 20,000-25,000 บาท และยังได้นำไปผนึกถุงสินค้าทุกชนิดที่ขายในท้องตลาด เพื่อยืดอายุสินค้าและทำให้ตัวบรรจุภัณฑ์ของสินค้าดูดีขึ้น ในขณะที่เครื่องแบบตู้ดูดอากาศเดิมที่มีราคาอยู่ที่ประมาณ 40,000-50,000 บาท ก็มีผู้ผลิตจากประเทศจีนเข้ามาขายในราคา 25,000-35,000 บาท

เมื่อสำรวจข้อมูลให้ละเอียดมากขึ้นแล้วพบว่าผู้ผลิตเครื่องผนึกถุงข้าวหรือผลผลิตการเกษตรของไทยนั้น ยังไม่มีการผลิตเครื่องผนึกแบบที่เป็นระบบสุญญากาศเลย ดังนั้นการที่ประเทศไทยจะสามารถผลิตสินค้าประเภทดังกล่าวเพื่อให้แข่งขันในท้องตลาดได้ จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ผลิตและนักวิชาการของไทย ควรจะได้มีการติดต่อประสานกันบ้าง ทั้งนี้จะเป็นไปได้จริงก็ต่อเมื่อรัฐบาลไทยเห็นความสำคัญของการผลิตสินค้าที่ต้อง

ใช้เทคโนโลยีในระดับต่ำๆ อย่างเช่นเครื่องมือชนิดนี้ก่อน เพื่อจะได้สามารถพัฒนาไปสู่การผลิตเครื่องมือที่มีความซับซ้อนต่อไปในอนาคตได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยขั้นต่อไป การพัฒนาเครื่องผนึกถุงสุญญากาศแบบทำงานอัตโนมัติโดยการกดปุ่มเดียว ไม่ได้เป็นเครื่องมือที่ซับซ้อนในระดับที่ต้องใช้เทคโนโลยีชั้นสูงแต่อย่างใด ดังนั้นงานวิจัยในระดับต่อๆ ไป ที่จะทำเพื่อให้เกษตรกรสามารถนำไปพัฒนาผลิตเป็นเครื่องมือให้ใช้งานได้จริง ต้องเป็นเครื่องมือที่ใช้งานได้สะดวก ง่าย และรวดเร็ว เนื่องจากเกษตรกรไทยก็เป็นมนุษย์ทั่วไป ถ้ามีเครื่องมือที่ราคาไม่แตกต่างกันมากแต่ทำงานได้สะดวกกว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ก็จะเลือกที่จะไปใช้เครื่องมือดังกล่าว

ปัญหาในการจัดสร้างเครื่องมือที่ยุ่งยากที่สุดคือ การแสวงหาและนำวัตถุดิบที่มีราคาถูกและคุณภาพเหมาะสมกับงานมาใช้ในการพัฒนางาน ปัจจุบันมีทางเลือกคือซื้อวัตถุดิบจากเว็บไซต์อาลีบาบาของประเทศจีน ซึ่งมีคุณสมบัติที่ดีคือต้นทุนวัตถุดิบต่ำมาก แม้คุณภาพของสินค้าหลายชนิดอาจจะไม่ได้มาตรฐาน แต่ผลผลิตจากจีนเกือบจะเป็นทางเลือกทางเดียวที่เป็นไปได้ ที่จะทำให้ผู้ผลิตของไทยซึ่งยังอยู่ในระดับเริ่มต้นในการผลิตสินค้าหลายชนิด มีทางที่จะทำให้ธุรกิจการผลิตเครื่องมือที่ไม่ซับซ้อนมากออกแข่งขั้นในตลาดบ้านตัวเองได้

บรรณานุกรม

กลุ่มวิจัยและพัฒนาการปฏิรูปที่ดิน สำนักวิชาการและวางแผนรายงาน. (2559). **การผลิตและประสิทธิภาพเชิงเทคนิคการผลิตอ้อยของเกษตรกรในเขตปฏิรูปที่ดิน จังหวัดขอนแก่น** คลังข้อมูลการวิจัยและผลงานวิชาการ

เกื้อกูล ยอดคำ (2545). **การพัฒนาเครื่องมือถอดล้อหลังและดุมเบรกรถบรรทุกขนาดใหญ่** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

จันทร์จิรา วงษ์มิตร ณัฏฐพล ป้อมเด็ด และพิทยุตม์ ก่ำเซ่ง (2554). **เครื่องต้นแบบซีลปิดปากถุงแบบจับจีบ** ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต

จำเนียร บุญมาก จุรีภรณ์ อุทธิ (2555). **การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ข้าวกล้องอินทรีย์ของสหกรณ์เกษตรอินทรีย์เชียงใหม่ จากัด** วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ฉบับพิเศษ (หน้า 38-47)

ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี. (2544). **เศรษฐศาสตร์การวิเคราะห์โครงการ.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : บริษัท เท็กซ์แอนด์เจอร์นัล พับลิเคชัน จำกัด.

ชัยวัฒน์ เผ่าสันทัดพาณิชย์ เวียง อากรชี และบัณชา แสงวงษา (2551). **ออกแบบพัฒนาเครื่องทอดสุญญากาศ (สำหรับทุเรียน)** วิศวกรรมหลังเก็บเกี่ยว กรมวิชาการเกษตร (หน้า 46-63)

บริษัทสมูธแพ็ค จำกัด http://www.smooth-pack.com/news_show.php?id=000021 สืบค้นวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2558

พูลประเสริฐ ปิยะอนันต์ บพิตร ตั้งวงศ์กิจ รัตนา ตั้งวงศ์กิจ และฐิตินัย ชัยณรงค์ (2547). **การพัฒนาเครื่องมือกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยอ้อย** รายงานการวิจัยจากบทความวิจัยภาควิชาเกษตรกลวิธาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขนและวิทยาเขตกำแพงแสน รายงานผลการวิจัยใน Thailis

วิทยาลัย อี.เทค (2559). **วิชางานไฟฟ้าเบื้องต้น** www.stech.ac.th/new/upload/files/dd461fd2160a4ed9.doc สืบค้น 15 กรกฎาคม 2559

วัชรพงษ์ ยงไสว (2559). **ไฟฟ้าเบื้องต้นและหลักความปลอดภัย** http://www.mwit.ac.th/~physicslab/content_01/electricitis/electric103.htm สืบค้น 20 กรกฎาคม 2559

วัชรพงษ์ ยงไสว (2559). **กฎของโอห์มและหน่วยวัดทางไฟฟ้า** http://www.mwit.ac.th/~physicslab/content_01/electricitis/electric8.htm สืบค้นเมื่อ 10 กรกฎาคม 2559

วาทิต ภูสุวรรณ และอัญชลี กลางอรัญ (2555). **การปรับปรุงกระบวนการซีลบรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติก** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สมชาย หาญหิรัญ. (2550). **แนวคิดการวัดประสิทธิภาพการผลิตทางเศรษฐศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่1 สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

สมยศ บัวทิพย์ (2545). **การสร้างเครื่องมือต้นแบบลับมีดตัดกระดาษโรงพิมพ์** ปัญหาพิเศษคุรุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สารานุกรมภูมิปัญญาท้องถิ่นไทย 2558. http://app1.bedo.or.th/rice/GeneralInfo.aspx?id=5 สืบค้น

เมื่อ 6 กุมภาพันธ์ 2558

สิทธิชัย ฝรั่งทอง (2559). **วิธีการลดต้นทุนความสูญเสียทางการผลิต** http://www.busandtruckmedia.com/page.php?a=10&n=126&cno=4865 สืบค้น 25 มิถุนายน 2559

สุเมธ สุพิชญางกูร (2541). **การพัฒนาเครื่องมือลดสิ่งปนเปื้อนในหอยแครงมีชีวิตด้วยแสงอุลตราไวโอเลต** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

National Centers for Environmental Information : NCEI (2007). **Packaging as it Relates to Core Storage and Preservation** สืบค้นเมื่อ 27 กรกฎาคม 2559 https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/curator/meetings/2007/presentations/IODP/)

H.E. Johnson, R.J. Merry, D.R. Davies, D.B. Kell, M.K. Theodorou and G.W. Griffith (2004). **Vacuum packing: a model system for laboratory-scale silage fermentations** http://users.aber.ac.uk/gwg/pdf/JohnsonGriffith-Vacpack.pdf) สืบค้น 27 กรกฎาคม 2559

ประวัติผู้วิจัย

1.นายสุริยา รักการศิลป์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.

Mr.Suriya Rukkarnsil Assistant Professor Dr.

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 4659900001785

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาเศรษฐศาสตร์

4. หน่วยงานที่สามารถติดต่อได้สะดวก คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ e-mail address Srrukkarnsil@gmail.com

5. ประวัติการศึกษา

- วุฒิบัตรช่างวิทยุโทรทัศน์ สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานระดับ 1 และระดับ 2
- ปริญญาตรี สาขาเศรษฐศาสตร์สหกรณ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ปริญญาโท สาขาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ปริญญาเอก ยุทธศาสตร์การพัฒนาภูมิภาค (เศรษฐกิจและวัฒนธรรมชุมชน) มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ

-ช่างอีเล็กทรอนิกส์ และงานเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับงานด้านการเกษตรหรืองานพื้นบ้าน

-เศรษฐศาสตร์

-เศรษฐกิจวัฒนธรรมชุมชน

7. ผลงานวิจัย

- งานวิจัยสถาบันร่วมกับนักวิจัยสถาบันวิจัย สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์ ปี 2538-2542
- ความเป็นไปได้ในการจัดตั้งสถานีบริการน้ำมันในสถาบันราชภัฏบุรีรัมย์ (2545)
- การสังเคราะห์งานวิจัยกองทุนหมู่บ้านจังหวัดบุรีรัมย์ (2549)
- การศึกษาการใช้เวลาอ่านหนังสือในห้องสมุดของนักศึกษาสถาบันราชภัฏบุรีรัมย์ (2549)