

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วย

กรณีศึกษา กลุ่มกล้วยอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา

THE EFFICIENCY IMPROVING OF BANANA PRODUCT PROCESS CASE STUDY: BANANA DRYING GROUP IN CHACHOENGSAO PROVINCE

ณัฐวิทย์ ทองมงคล, วัชรระ วงศ์ปัญญา*, และบุญวัฒน์ วิจารณ์พล

Nattawit Tongmongkon, Watchara Wongpanyo*, and Boonyawat Vijanpon

สาขาวิชาพลังงานทดแทน คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา

Renewable Energy Department, School of Energy and Environment, University of Phayao

Email: t.nattawit@hotmail.com

*Corresponding author's Email: wwatchara@hotmail.com

Received: August 09, 2021; Revised: November 05, 2021; Accepted: December 01, 2021

บทคัดย่อ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการผลิตของกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วย ลดเวลาในการอบซึ่งเป็นกระบวนการหลักของการแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วย เพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับผลิตภัณฑ์กล้วยอบ กรณีศึกษากลุ่มกล้วยอบราชสาส์น ในจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกต (Observation) ณ สถานที่ปฏิบัติงานจริง ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วย ในการปรับปรุงการผลิตด้วยการออกแบบโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก ร่วมกับความร้อนจากก๊าซแอลพีจี ส่งผลให้ทางสถานประกอบการมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นไม่ต่ำกว่า 2 เท่า หรือสามารถผลิตกล้วยอบได้เพิ่มขึ้นประมาณ 30,000 กิโลกรัม/ปี เมื่อคิดที่ราคาผลิตภัณฑ์ ณ ปัจจุบัน ประมาณ 70 บาทต่อกิโลกรัม จะส่งผลให้สถานประกอบการมีรายได้เพิ่มขึ้นประมาณ 2,100,000 บาทต่อปี นอกจากนี้การใช้พลังงานแสงอาทิตย์มาช่วยในการผลิตยังส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตลดลง โดยคาดว่าจะทำให้ลดต้นทุนค่าก๊าซและไฟฟ้าลดลงได้อย่างน้อยร้อยละ 10 ของต้นทุนด้านพลังงานทั้งหมด ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการผลิตในกลุ่มอุตสาหกรรมที่ใกล้เคียงกันเพื่อพัฒนาระบบโลจิสติกส์ในอนาคตได้

คำสำคัญ: ประสิทธิภาพ, การแปรรูป, กล้วยอบ

Abstract

The objective of this research is to reduce the production cost of banana product processing. Reduce baking time, which is the main process of banana product processing. Increase the reliability of the baked banana products. A case study of a group of baked bananas in Chachoengsao by collecting data by observation (Observation) at the actual work site improve the production efficiency of banana product processing. To improve production with the design of a greenhouse solar drying house Together with the heat from LPG gas. As a result, the establishment has an increased production capacity of not less than 2

times or can produce an additional approximately 30,000 kg./year of baked bananas when considering the current product price of approximately 70 baht per kg. This will result in the establishment of an additional income of approximately 2,100,000 baht per year. In addition, the use of solar energy to help in production will also result in lower production costs. It is expected to reduce gas and electricity costs by at least 10% of total energy costs. From this study, it can be used as a guideline for the development of production processes in similar industries in order to develop the logistics system in the future.

Keywords: Performance, Processing, Baked Bananas

1. บทนำ

ผลผลิตทางการเกษตรในประเทศไทยส่วนใหญ่ได้แก่ ข้าว ผักและผลไม้ ที่เมื่อถึงช่วงฤดูกาลจะมีออกมาเป็นจำนวนมากทำให้มีปริมาณมากเกินไปจนเกินความต้องการของตลาด ทำให้เกิดปัญหาสินค้าล้นตลาด ทำให้ราคาคงต่ำ การเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าทางการเกษตรจึงจำเป็นต้องมองภาพรวมของทั้งห่วงโซ่อุปทานทั้งระบบ เช่น วัตถุดิบ การผลิต การขนส่ง การจัดการคลังสินค้า การค้า เป็นต้น เพื่อเพิ่มมูลค่าเพิ่มของผลผลิตทางการเกษตร การสร้างนวัตกรรมทั้งจากผลิตผลเดิมและผลิตภัณฑ์ใหม่ จึงจำเป็นต้องศึกษาความต้องการและการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของลูกค้าอันเป็นสิ่งจำเป็น เพราะปัจจุบันวิถีชีวิต (Lifestyle) ของผู้บริโภคเปลี่ยนไปมาก สินค้าเกษตรบางชนิดที่เคยได้รับความนิยม อาจไม่ค่อยเหมาะกับวิถีชีวิตของคนรุ่นใหม่ หากไม่มีการพัฒนาสินค้าหรือปรับตัวตามความต้องการของลูกค้า ซึ่งการหาแนวทางเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวประการหนึ่ง คือ การถนอมอาหารและการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร การพัฒนาสินค้าให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด

การอบแห้งเป็นการแปรรูปผลผลิตหนึ่งที่น่าสนใจเรื่องดังกล่าว โดยผลิตภัณฑ์อบแห้งสามารถเก็บไว้จำหน่ายนอกฤดูกาลได้ ทำให้เกษตรกรและผู้ประกอบการมีรายได้เพิ่มขึ้น (Rattana-banrue & et. al, 2018) เช่น การแปรรูปกล้วยของกล้วยอบ กรณศึกษาในจังหวัดฉะเชิงเทราที่มีผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปกล้วยมีกระบวนการผลิตหลักคือการอบกล้วย แต่ยังมีประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตที่ต่ำ เนื่องจากเป็นการอบกล้วยด้วยเตาอบที่มีอุณหภูมิภายในไม่สม่ำเสมอ ส่งผลให้คุณภาพของกล้วยอบบางชิ้นได้รับความ

ร้อนมากเกินไปจนมีสภาพไหม้บางชิ้นได้รับอุณหภูมิที่ไม่เพียงพอทำให้กลายเป็นของเสีย หรืออุณหภูมิที่ได้รับไม่สม่ำเสมอทำให้มีผลต่อสีของชิ้นงาน ไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพ เป็นต้น และทำให้การใช้เวลาในการอบกล้วยในแต่ละวันไม่เท่ากัน ส่งผลต่อการควบคุมคุณภาพสินค้า และส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นตาม แต่เนื่องจากการที่ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตเส้นศูนย์สูตรส่งผลให้ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์อย่างต่อเนื่องและคงที่ตลอดทั้งปี เป็นปริมาณที่เพียงพอสำหรับการพัฒนาและนำเอาความพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ โดยการทำเครื่องอบแห้งผลิตผลทางการเกษตรโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (Ministry of Energy, 2011)

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น จึงเป็นที่มาของการวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการแปรรูปกล้วยของกลุ่มกล้วยอบราชสาส์น โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัย 1) เพื่อลดต้นทุนการผลิตของกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วย กรณศึกษาในกลุ่มกล้วยอบแห่งหนึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา 2) เพื่อลดเวลาในการอบซึ่งเป็นกระบวนการหลักของการแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วย กรณศึกษาในกลุ่มกล้วยอบแห่งหนึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา และ 3) เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับผลิตภัณฑ์กล้วยอบ อีกทั้งเป็นการช่วยพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของการแปรรูปกล้วยของกลุ่มกล้วยอบ และสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการผลิตในกลุ่มอุตสาหกรรมที่ใกล้เคียงกันเพื่อพัฒนาระบบโลจิสติกส์ในอนาคตได้

ในการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วยอบ กรณศึกษาในกลุ่มกล้วยอบราชสาส์น ในจังหวัดฉะเชิงเทรา ได้ทำการเก็บ

รวบรวมข้อมูลโดยการสังเกต (Observation) ณ สถานที่ปฏิบัติงานจริงที่ช่วยให้ผู้วิจัยสามารถเข้าใจปัญหาและอุปสรรคจากการปฏิบัติงานของกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วย และทำการทบทวนงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและนำเอาข้อมูลการผลิตตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ธันวาคม 2563 มาทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วย มีขั้นตอนดำเนินการวิจัย ดังนี้

1.1 การวางแผนเตรียมโครงการ

กำหนดวิธีการดำเนินโครงการก่อนหรือหลัง เพื่อช่วยในการทำโครงการได้อย่างเป็นระบบซึ่งขั้นตอนการวางแผนประกอบไปด้วย

1. เสนอหัวข้อโครงการพร้อมทั้งกำหนดขอบเขตเป็นการทำโครงการที่จะปฏิบัติ แล้วเสนอให้อาจารย์พิจารณาความเหมาะสมว่าสมควร ถ้าหากเห็นสมควรก็จะจัดทำโครงการต่อไป
2. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เป็นการรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการจัดทำโครงการทั้งหมด เพื่อที่จะมาเป็นตัวอ้างอิงถึงการทำโครงการขึ้นนี้
3. ออกแบบเครื่องอบแห้งและอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมภายในเครื่องอบแห้ง
4. ออกแบบบอร์ด ARDUINO และทำการเขียนคำสั่งระบบควบคุมสั่งงานอุปกรณ์ภายใน
5. ทำการสร้างเครื่องอบแห้งและติดตั้งอุปกรณ์ภายในเครื่องอบแห้ง
6. ทดสอบการทำงานของเครื่องอบแห้งและทำการเก็บค่าพลังงาน

1.2 อุปกรณ์ควบคุมและประมวลผล

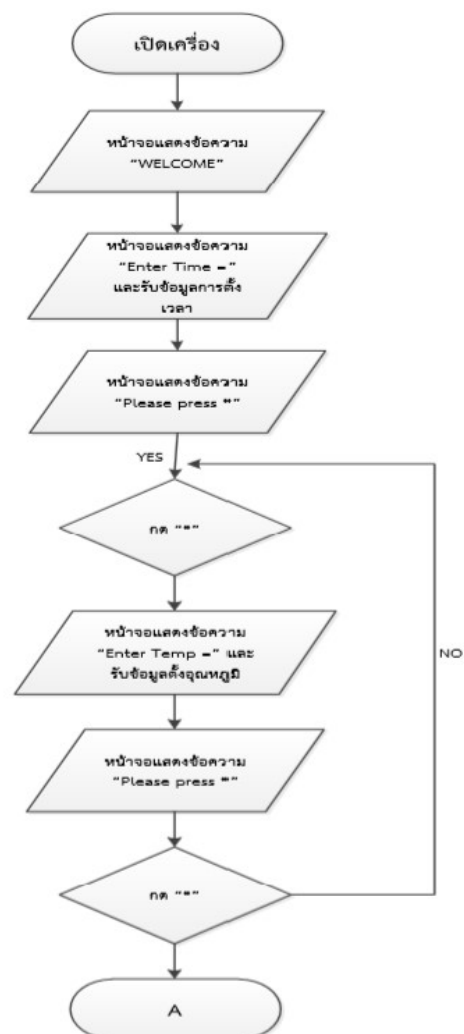
ในระบบสมองกลฝังตัวจะต้องมีอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุมและประมวลผล ซึ่งในโครงการนี้ จะมีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และเวลา แล้วนำค่าที่ได้มาประมวลผลเพื่อให้เครื่องอบแห้งทำงานตามระบบที่ได้ ทำการเขียนโปรแกรมไว้ ซึ่งอุปกรณ์ในระบบควบคุมและประมวลผลเครื่องอบแห้งของโครงการนี้ ประกอบด้วย

1. KEYPAD รับค่าข้อมูลเป็นค่าตัวเลขเพื่อส่งไปยังบอร์ดควบคุม
2. SD Card Module SD Card เป็นอุปกรณ์ที่สื่อสารโดยใช้ Serial Peripheral Protocol (SPI)
3. ARDUINO MEGA ทำหน้าที่ศูนย์กลางการควบคุม
4. LCD DISPLAY ทำหน้าที่แสดงผลข้อมูล
5. Smart Phone Display เพื่อแสดงความชื้น อุณหภูมิภายในและภายนอก รวมทั้งการใช้พลังงาน
6. ก๊าซ LPG

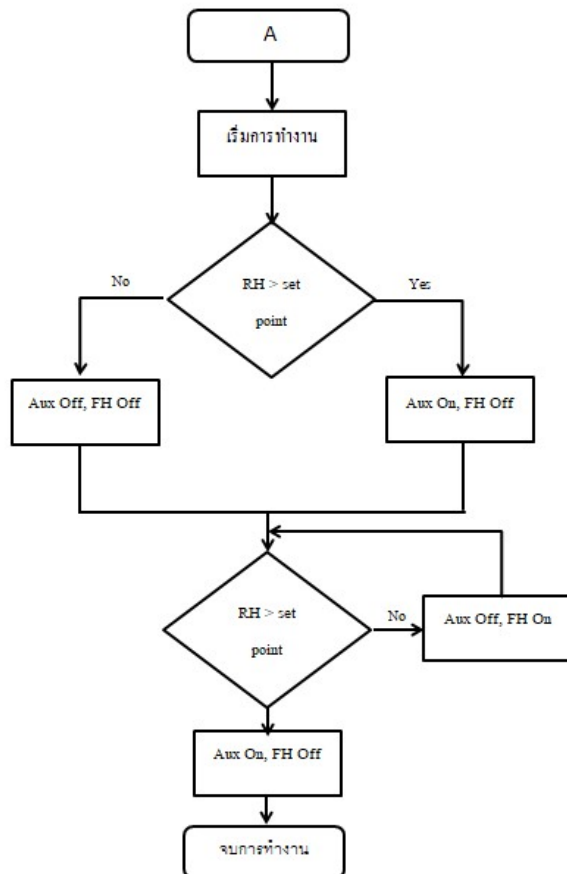
1.3 ออกแบบบอร์ด ARDUINO เขียนคำสั่งงานอุปกรณ์ภายใน

การออกแบบบอร์ด ARDUINO และเขียนคำสั่งระบบควบคุม มีขั้นตอนดังนี้

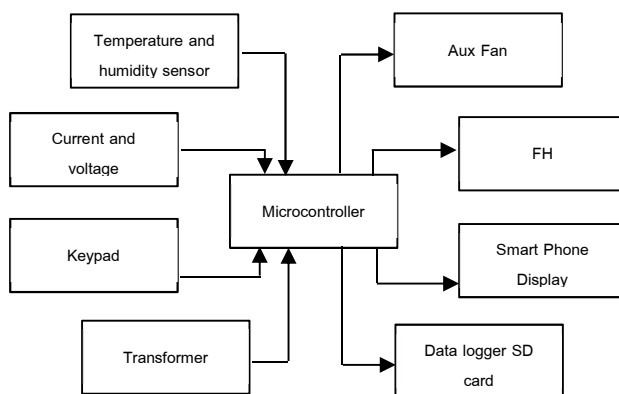
1. การวางแผนก่อนที่จะนำไปเขียนคำสั่ง



รูปที่ 1 แผนผังการควบคุมการวางแผนงาน (1)



รูปที่ 2 แผนผังการควบคุมการวางแผนงาน (2)



รูปที่ 3 ไดอะแกรมระบบการควบคุม



รูปที่ 4 การออกแบบระบบควบคุมระบบอบแห้งอัจฉริยะ (Smart Solar Drying)

1.4 การทดสอบการทำงานของเครื่องอบแห้งและทำการเก็บค่าพลังงานไฟฟ้า

1. จัดเตรียมผลผลิตเข้าห้องอบแห้ง ตั้งอุณหภูมิควบคุมที่ 55 °C ความชื้นที่ 50% RH
2. บันทึกอุณหภูมิและความชื้นภายในเครื่องอบแห้ง โดยใช้ Sensor DHT22 ต่อเข้ากับบอร์ด วงจรและเก็บค่าเข้า data logger
3. บันทึกผลการชั่งน้ำหนักจากการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศขึ้นที่เครื่องทำระเหย และบันทึกผลการชั่งน้ำหนักของผลผลิตในห้องอบแห้ง
4. บันทึกค่าการใช้พลังงานของ

1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

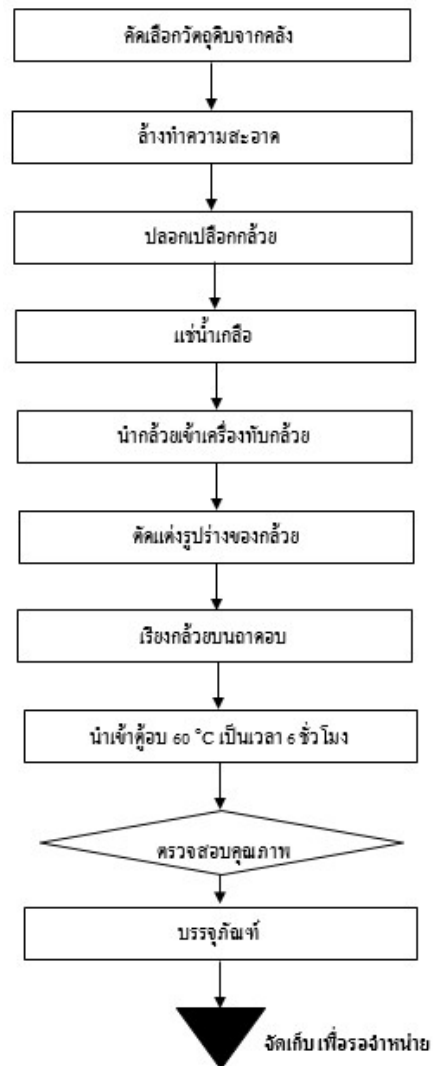
จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของวิสาหกิจชุมชนกล้วยอบราชสาส์น ตั้งอยู่ที่ตำบลบางคา อำเภอรราชสาส์น จังหวัดฉะเชิงเทรา เริ่มดำเนินกิจการตั้งแต่ปี 2542 ในรูปของอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ดำเนินกิจการเกี่ยวกับการแปรรูปอาหารจากกล้วยน้ำว้าภายในท้องถิ่น เพื่อเพิ่มมูลค่าของผลผลิตทางการเกษตร โดยอาศัยการแปรรูปเพื่อให้วัตถุดิบมีอายุยาวนานขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ กล้วยแผ่นอบ ในระบบการผลิตปัจจุบันมีพนักงาน จำนวน 20 คน มีชั่วโมงการผลิตวันละ 8 ชั่วโมง ทำการผลิตได้ประมาณวันละ 120 กิโลกรัม

2. ผลการวิจัย

สำหรับการวิเคราะห์กระบวนการผลิตกล้วยอบนั้น ได้นำทฤษฎีระบบ (Systems Theory) เข้ามาใช้ในการวิเคราะห์การจัดการผลิต เพราะเป็นการมองภาพรวมของการดำเนินงานต่าง ๆ อย่างเป็นองค์รวม (Khwanngern, 2006) ระบบการดำเนินงานของสิ่งใด ๆ จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ ปัจจัยนำเข้า (Input) กระบวนการ (Process) และผลผลิต (Output) โดยองค์ประกอบแต่ละส่วนมีความสัมพันธ์และผสมผสานเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันเพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมายของสิ่งที่กำลังดำเนินการอยู่ หรือระบบจะมีองค์ประกอบที่สัมพันธ์กันเป็นกระบวนการเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ปัจจัยทั้ง 3 ประการจะมีความสัมพันธ์ต่อกันตามลำดับก่อนหลัง โดยเริ่มจากปัจจัยนำเข้าส่งต่อไปยังกระบวนการและสิ้นสุดที่ผลผลิต เมื่อสิ้นสุดกระบวนการข้อมูลป้อนกลับจะย้อนจากผลผลิตกลับไปยังปัจจัยป้อนเข้าอีกครั้งเพื่อตรวจสอบว่ากิจกรรมทั้งหมดที่ดำเนินการมานั้นบรรลุวัตถุประสงค์มากน้อยเพียงไร และเป็นตัวช่วยปรับปรุงการดำเนินงานโดยรวมให้พัฒนาไปอย่างต่อเนื่อง สำหรับกระบวนการผลิตกล้วยอบนั้น เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีระบบ พบว่าในการแปรรูปอาหารจากกล้วยน้ำว้าภายในห้องเย็นเพื่อให้วัตถุดิบมีอายุยาวนานขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ กล้วยแผ่นอบ จะมีลักษณะของกระบวนการผลิตเป็นขั้นตอนการทำงาน ดังนี้



รูปที่ 1 อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตกล้วยอบ



รูปที่ 2 กระบวนการผลิตของกลุ่มกล้วยอบราชสาส์น

1. ปัจจัยนำเข้า ได้แก่ กล้วยน้ำว้าที่ผ่านกระบวนการคัดสรร โดยเลือกกล้วยที่มีลักษณะสวยงามรูปร่างและขนาดเหมาะแก่การนำมาทำขนมขาย
2. หรือขั้นตอนการแปรรูป มีเครื่องจักร อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิต และมีขั้นตอนการทำงาน ได้แก่ (1) การคัดเลือกวัตถุดิบจากคลัง (2) ล้างทำความสะอาด (3) ปอกเปลือกกล้วย (4) แช่น้ำเกลือ (5) นำกล้วยเข้าเครื่องทับกล้วย (6) ตัดแต่งรูปร่างของกล้วย (7) เรียงกล้วยบนถาดอบ (8) นำเข้าตู้อบ 60°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (9) ตรวจสอบคุณภาพ (10) บรรจุภัณฑ์ (10) จัดเก็บเพื่อรอจำหน่าย

3. ผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูป มีลักษณะแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายทั่วไป

การวิเคราะห์ข้อมูลในกระบวนการผลิตมีทั้งเรื่องของการเพิ่มคุณค่าให้กับตัวสินค้าและการสร้างความสูญเสียอยู่เสมอ ซึ่งความสูญเสีย (WASTE) หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นแต่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่สินค้า ความสูญเสียมีอยู่ 7 ประการ ประกอบด้วย (1) การผลิตมากเกินไป (2) การรอ

คอย (3) การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (4) การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ (5) การเก็บสินค้าที่มากเกินไป (6) การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น และ (7) ขาดเสีย (Khwanngern, 2006) ในการศึกษาข้อมูลการผลิตแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วย กรณีศึกษา กลุ่มกล้วยอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา ได้แก่ ปริมาณการผลิต ต้นทุนการผลิต อัตราของเสีย และมูลค่าผลิตภัณฑ์ ดังนี้

ตารางที่ 1 ข้อมูลการผลิตกล้วยอบ

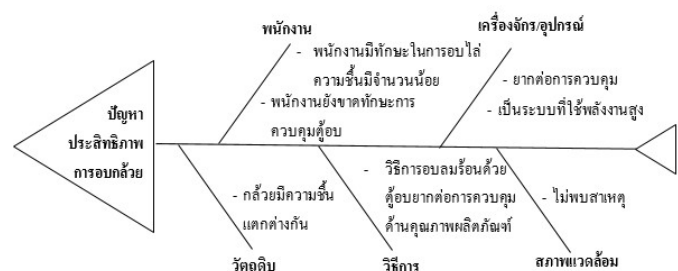
ผลิตภัณฑ์	กำลังการผลิตสูงสุด	การผลิตต่อวัน	อัตราของเสีย
กล้วยอบ	120 กิโลกรัมต่อวัน	120 กิโลกรัมต่อวัน	15%

ตารางที่ 2 ข้อมูลต้นทุนการผลิตกล้วยอบ

ต้นทุน	จำนวน	มูลค่าต่อวัน	มูลค่าต่อเดือน
แก๊ส LPG	20 กิโลกรัม	450 บาท	13,500 บาท

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ประสิทธิภาพการผลิตในปัจจุบันยังต่ำกว่าเป้าหมาย โดยมีปริมาณของเสียระหว่างขั้นตอนการอบคิดเป็นร้อยละ 15 ของการผลิตต่อวัน กล้วยที่ผ่านกระบวนการอบมีลักษณะสีผิวที่แตกต่างกัน ซึ่งยังขาดการควบคุมมาตรฐานคุณภาพที่เหมาะสม ประกอบกับต้นทุนหลักในการผลิตค่อนข้างสูง โดยมีปริมาณการใช้แก๊ส LPG จำนวน 20 กิโลกรัม ต่อวัน คิดเป็นมูลค่า 450 บาทต่อวัน หรือ 13,500 บาทต่อเดือน อีกทั้งมีข้อจำกัดในเรื่องเวลาการทำงานที่สามารถผลิตได้เพียงวันละ 1 รอบเท่านั้น

ในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้ใช้แผนผังสาเหตุและผล (Cause and effect diagram) เป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible cause) หรือเรียกอีกชื่อว่า ผังก้างปลา (Fish bone diagram) (Malasitt, 2005) จากสภาพปัญหาของกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วย กรณีศึกษา กลุ่มกล้วยอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาในกระบวนการผลิต โดยอาศัยหลักการของผังก้างปลาได้ดังนี้



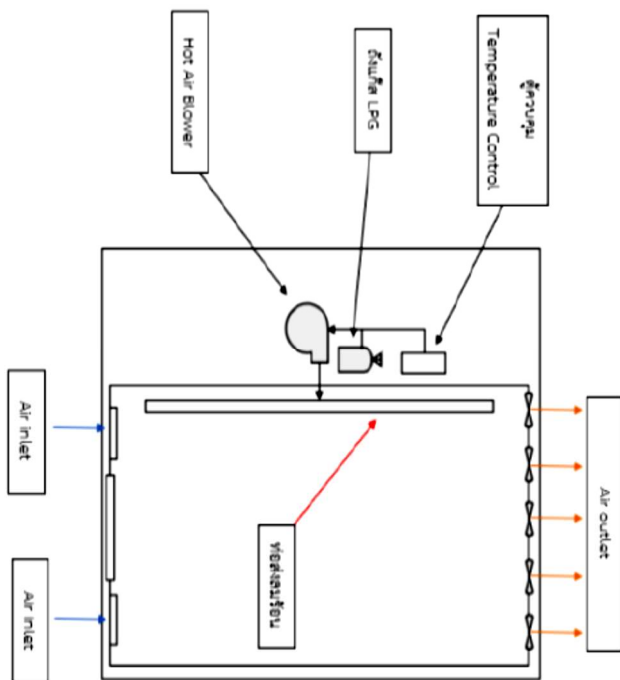
รูปที่ 3 แผนผังก้างปลา-ปัญหาเรื่องประสิทธิภาพการอบกล้วย

จากการวิเคราะห์ด้วยผังก้างปลา พบว่า การอบกล้วยด้วยตู้อบ เป็นระบบที่ใช้พลังงานค่อนข้างสูง และสามารถควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้ยาก ประกอบกับวัตถุดิบที่นำเข้าสู่กระบวนการอบมีความชื้นที่แตกต่างกัน จึงส่งผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้ ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในขั้นตอนต่อไป

นอกจากปัญหาในกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วย กรณีศึกษา กลุ่มกล้วยอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา ยังพบว่า ปัจจุบันกลุ่มกล้วยอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา ไม่สามารถผลิตกล้วยอบได้เพียงพอต่อความต้องการของตลาด เนื่องจากความต้องการของตลาดเพิ่มขึ้นและกลุ่มกล้วยอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา

มีกำลังการผลิตที่ค่อนข้างต่ำ (ประมาณ 100 กก./วัน) รวมทั้งประสบปัญหาด้านคุณภาพของการผลิต ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงศึกษาเรื่องการพัฒนากระบวนการแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบอบแห้งแบบลมร้อนที่ทางสถานประกอบการใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยจะใช้เครื่องระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เข้ามาชดเชยในขั้นตอนการอบเพื่อไล่ความชื้นที่ผิว

การออกแบบโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก ร่วมกับความร้อนจากก๊าซ LPG สำหรับกระบวนการผลิตกล้วยอบ โดยออกแบบให้สามารถนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะการปฏิบัติงานในพื้นที่ของสถานประกอบการ ระบบอบแห้งมีขนาดความกว้าง 3.5 เมตร ความยาว 8.0 เมตร และความสูง 2.7 เมตร ควบคุมการหมุนเวียนของอากาศด้วยพัดลมดูดอากาศภายในโรงอบ และเทพื้นปูนซีเมนต์เพื่อให้สะดวกในการเข้าไปปฏิบัติงาน โดยโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ดังกล่าวจะถูกนำมาพัฒนาให้ทำงานร่วมกับระบบเสริมความร้อนจากก๊าซ LPG ในกรณีที่แสงอาทิตย์ไม่สม่ำเสมอ หรือในบางฤดูที่มีปริมาณแสงแดดน้อย



รูปที่ 4 ลักษณะการทำงานของระบบอบแห้ง

จากรูปผังระบบควบคุมระบบอบแห้งอัจฉริยะ (Smart Solar Drying) จะทำโดยการป้อนค่าจากปุ่มกดเข้ามาเพื่อตั้ง

ค่าอุณหภูมิ ความชื้น และเวลาที่ต้องการ หลังจากนั้นเครื่องทำงานปกติ เมื่ออุณหภูมิหรือความชื้นมีค่าสูงขึ้นหรือต่ำลง ระบบควบคุมจะทำการส่งอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้อุณหภูมิหรือความชื้นมีค่าตามที่ตั้งไว้ ซึ่งระบบการทำงานจะถูกควบคุมด้วยระบบสมองกลฝังตัว (Embedded System) ทำให้การทำงานของระบบเป็นอัตโนมัติด้วยการควบคุมเวลา อุณหภูมิ และความชื้นด้วยการวัดอุณหภูมิความชื้น ภายในห้องอบแห้งและความชื้นจากอากาศภายนอกเพื่อเพิ่มความสามารถในการอบแห้งให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากข้อมูลการทดลองเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จากสถานประกอบการอื่นที่มีลักษณะการดำเนินการที่ใกล้เคียงกัน ที่มีการติดตั้งระบบนี้ จะพบว่าการเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นในโรงอบแห้งโดยติดตั้งเซ็นเซอร์ภายในโรงอบจำนวน 5 จุด และนอกโรงอบ จำนวน 1 จุด ผลของอุณหภูมิภายในโรงอบของเซ็นเซอร์ทั้ง 5 ตัวจะเพิ่มขึ้นในช่วงเวลาตั้งแต่ 8.00 น. จากอุณหภูมิ 30-38 องศาเซลเซียสเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงเวลา 13.00-14.00 น. จะมีอุณหภูมิสูงสุดคือ 55-60 องศาเซลเซียส ซึ่งจะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกโรงอบโดยมีผลต่างประมาณ 20 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิจะลดลงจนถึงเวลา 18.00 น. ก็ยังมีอุณหภูมิภายในโรงอบประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส สำหรับความชื้นจะแปรผกผันกับอุณหภูมิคือความชื้นภายในโรงอบจะมีค่าต่ำแต่อุณหภูมิจะมีค่าสูงซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของการอบแห้ง

หลังจากติดตั้งระบบการให้ความร้อนจากแก๊สที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้โดยเวลา 18.00 น. ทำการเปิดระบบแก๊ส กำหนดอุณหภูมิภายในโรงอบอยู่ในช่วง 40-50 องศาเซลเซียส จนถึงเวลา 23.00 น. ทำการปิดแก๊สอุณหภูมิทั้งภายในและภายนอกโรงอบจะลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากเป็นเวลาที่ช่วงกลางคืน เปอร์เซนต์ความชื้นก็จะมีค่าสูงด้วยเพราะมีความชื้นในอากาศมากขึ้นในเวลากลางคืน

จากการเก็บข้อมูลในช่วงเวลา 8.00-18.00 น. อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นจากช่วงเช้าและมีอุณหภูมิสูงสุดในช่วงบ่ายและจะลดลงในช่วงเย็นซึ่งจะอบแห้งกล้วยได้จำนวน 1 รอบและถ้าต้องการอบแห้งกล้วยอีก 1 รอบ จะต้องเปิดระบบควบคุมโดยกำหนดอุณหภูมิภายในโรงอบอยู่ในช่วง 40-50 องศาเซลเซียส ทำการเปิดระบบแก๊สเวลา 18.00 น. และปิดระบบแก๊สใน

เวลา 23.00 น. อุณหภูมิภายในโรงอบจะอยู่ในช่วงที่ต้องการ และสามารถอบแห้งกล้วยได้ปริมาณเพิ่มขึ้นดังนั้นการอบแห้งของทางกลุ่มก็จะสามารถเพิ่มรอบการอบกล้วยให้ได้ 2 รอบ/วัน ซึ่งเป็นการเพิ่มจำนวนการผลิตกล้วยอบได้มากกว่าเดิมตามความต้องการได้

เนื่องจากการอบแห้งด้วยโรงเรือนอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ได้ถูกนำเข้าไปใช้ในระบบการอบไล่ความชื้นที่ผิวแทนตู้อบแห้งด้วยลมร้อนที่ใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิง จะสามารถนำตู้อบแห้งด้วยลมร้อนดังกล่าวไปใช้ในระบบการ

อบลดความชื้นแทน ส่งผลให้ทางสถานประกอบการมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นไม่ต่ำกว่า 2 เท่า หรือสามารถผลิตกล้วยอบได้เพิ่มขึ้นประมาณ 69,600 กิโลกรัม/ปี เมื่อคิดที่ราคาผลิตภัณฑ์ ปัจจุบัน ประมาณ 70 บาทต่อกิโลกรัม จะส่งผลให้สถานประกอบการมีรายได้เพิ่มขึ้นประมาณ 3,002,490 บาทต่อปี นอกจากนี้การใช้พลังงานแสงอาทิตย์มาช่วยในการผลิตยังส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตลดลง โดยคาดว่าจะทำให้ลดต้นทุนค่าก๊าซและไฟฟ้าลดลงได้อย่างน้อยร้อยละ 10 ของต้นทุนด้านพลังงานทั้งหมด โดยสามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ผลการปรับปรุง

หัวข้อ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
รอบการผลิต	1 รอบ	2 รอบ
กำลังการผลิตกล้วยอบ	120 กก./วัน	240 กก./วัน
ต้นทุนค่าพลังงาน	450 บาท/วัน	450 บาท/วัน
อัตราของเสีย	15%	5.5%

จากตารางจะเห็นว่า ทั้ง 2 กระบวนการมีอัตราการใช้พลังงานไม่แตกต่างกัน แต่กระบวนการหลังการปรับปรุงส่งผลให้กำลังการผลิตเพิ่มขึ้น

การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ข้อมูลการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ การที่สามารถทำให้เพิ่มกำลังการผลิตได้ 2 เท่าและลดการสูญเสียลงเหลือร้อยละ 5.5 เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนโรงอบแสงอาทิตย์สำหรับการอบกล้วยของ

สถานประกอบการที่สามารถทำให้เพิ่มกำลังการผลิตของสถานประกอบการได้ ซึ่งเป็นกำลังการผลิตที่สอดคล้องต่ออุปสงค์ของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ และทำให้มีกำไรขั้นต้นสูงขึ้นปี 3,002,490-1,127,850 เท่ากับ 1,874,640 บาทต่อปี จึงทำให้สถานประกอบการมีระยะเวลาการคืนทุนที่สั้น คือ 0.79 ปี เนื่องจากการสร้างรายได้ให้แก่สถานประกอบการจากกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้น โดยที่มีความต้องการซื้อที่แน่นอนจากลูกค้า

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

หัวข้อ	การผลิตก่อนปรับปรุง	การผลิตหลังปรับปรุง
กำลังการผลิต	120 กิโลกรัม (แห้ง)	240 กิโลกรัม (แห้ง)
ราคากล้วยอบ	70 บาท/กิโลกรัม	70 บาท/กิโลกรัม
รายได้จากการผลิตกล้วยอบต่อวัน	7,140 บาท	15,876 บาท
ของเสียจากการผลิต	ร้อยละ 15 = 18 กิโลกรัม	ร้อยละ 5.5 = 13.20 กิโลกรัม
ต้นทุนวัตถุดิบ (~30 บาท/กก.)	3,600 บาท	7,200 บาท
ต้นทุนการผลิต (วัตถุดิบ+พลังงานก๊าซ)	3,600+450 = 4,050 บาท	7,200+450 = 7,650 บาท
กำไรขั้นต้นจากการผลิต	7,140-4,050 = 3,090 บาท	15,876-7,650 = 8,226 บาท
กำไรต่อกิโลกรัม(แห้ง)	25.75 บาท	34.28 บาท
กำไรขั้นต้นต่อปี	1,127,850 บาท	3,002,490 บาท

3. สรุปและวิจารณ์ผล

จากปัญหาในกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วย กล้วยสุก กลุ่มกล้วยอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา ยังพบว่า ปัจจุบัน กลุ่มกล้วยอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา ไม่สามารถผลิตกล้วยอบได้เพียงพอต่อความต้องการของตลาด เนื่องจากความต้องการของตลาดเพิ่มขึ้นและกลุ่มกล้วยอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา มีกำลังการผลิตที่ค่อนข้างต่ำ รวมทั้งประสบปัญหาด้านคุณภาพของการผลิต ในระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบอบแห้งแบบลมร้อนที่ทางสถานประกอบการใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยจะใช้เครื่องระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เข้ามาช่วยในขั้นตอนการอบเพื่อไล่ความชื้นที่ผิว และลดต้นทุนทางการผลิตด้านพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งเพิ่มปริมาณการผลิตต่อครั้ง

การออกแบบโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก ร่วมกับความร้อนจากก๊าซ LPG สำหรับกระบวนการผลิตกล้วยอบ โดยออกแบบให้สามารถนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะการปฏิบัติงานในพื้นที่ของสถานประกอบการ สามารถควบคุมการหมุนเวียนของอากาศด้วยพัดลมดูดอากาศภายในโรงอบ และเทพื้นปูนซีเมนต์เพื่อให้สะดวกในการเข้าไปปฏิบัติงาน โดยโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ดังกล่าวจะถูกนำมาพัฒนาให้ทำงานร่วมกับระบบเสริมความร้อนจากก๊าซ LPG ในกรณีที่แสงอาทิตย์ไม่สม่ำเสมอ หรือในบางฤดูที่มีปริมาณแสงแดดน้อย ทำให้สถานประกอบการมี

รายได้เพิ่มขึ้นมากกว่า 2 เท่าโดยใช้ระยะเวลาการคืนทุนที่สั้นคือ 0.79 ปี เนื่องจากเป็นการสร้างรายได้ให้แก่สถานประกอบการจากการทำการผลิตที่เพิ่มขึ้น โดยที่มีความต้องการซื้อที่แน่นอนจากลูกค้า โดยในปัจจุบันมีการออกแบบใช้แก๊ส LPG เพื่อลดต้นทุนการผลิตของกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ลดเวลาในการอบซึ่งเป็นกระบวนการหลักของการแปรรูปผลิตภัณฑ์ และเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับผลิตภัณฑ์กล้วยอบได้ดียิ่งขึ้น

4. เอกสารอ้างอิง

- [1] Khwanngern, S. (2006). *Production and operations management*. Bangkok: SE-ED.
- [2] Malasitt, S. (2005). *Production and operation management*. Bangkok: Samrada.
- [3] Ministry of Energy. (2011). *Renewable and Alternative Energy Development Plan 25% in 10 years (2011-2020)*. Bangkok: Ministry of Energy.
- [4] Rattanabanrue, A. & et. al. (2018). *Project of truffle drying machine by electric field technique in combination with heat pump*. Research report, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi. (in Thai).