



FEAT JOURNAL

FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL

วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตยาสมุนไพรของคลินิกแพทย์แผนไทย โดยใช้หลัก

เทคโนโลยีสะอาด : กรณีศึกษา โรงพยาบาลท่าแซะ จังหวัดชุมพร

Enhancement of herbal medicine production efficiency in Thai traditional medicine clinic

by Clean Technology application : Case study of Tha Sae hospital

in Chumphon province.

สุทธิรัตน์ ศิลาคำ^{1*} และ พรทิพย์ ศรีแดง¹

Suttirat Silakham^{1*} and Porntip Sridang¹

¹ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

¹Department of Environmental Science Faculty of Science Silpakorn University

Received: December 2015

Accepted: January 2016

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยนำหลักเทคโนโลยีสะอาดมาประยุกต์ใช้ในการผลิตขมิ้นชันแคปซูล โรงพยาบาลท่าแซะ จังหวัดชุมพร โดยรวบรวมข้อมูลการใช้ทรัพยากร วัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ วิธีปฏิบัติงาน แหล่งกำเนิดของเสีย สาเหตุ และปริมาณการสูญเสีย ผลการศึกษาพบประเด็นและสาเหตุการสูญเสียจาก 2 ประการ คือ การสูญเสียจากคุณภาพวัตถุดิบไม่ได้ตามข้อกำหนดและพฤติกรรมการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ผลการวิเคราะห์ปัญหาระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องนำไปสู่การเสนอแนวทางปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยเพิ่มขั้นตอนการตรวจรับวัตถุดิบให้ได้คุณภาพ ซึ่งสามารถลดของเสียได้ 1.50 กิโลกรัม/รุ่นการผลิต สำหรับพฤติกรรมการทำงานของผู้ปฏิบัติงานที่ปรับปรุงหลังตรวจประเมิน พบว่า ขั้นตอนการล้างวัตถุดิบจากเดิมล้างโดยให้น้ำไหลผ่านปรับเปลี่ยนเป็นการล้างในอ่างล้างสามารถลดการใช้น้ำได้ร้อยละ 80 ขณะที่การควบคุมระยะเวลาในการอบวัตถุดิบจาก 24 ชั่วโมง เป็น 16 ชั่วโมง สามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้ 18.18 หน่วย/รุ่นการผลิต การอบผงยาจาก 8 ชั่วโมง เป็น 1 ชั่วโมง สามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้ 15.90 หน่วย/รุ่นการผลิต ยอดรวมทุกรายการทรัพยากรที่ประหยัดได้ เท่ากับ 7,399.44 บาท/ปี

คำสำคัญ : เทคโนโลยีสะอาด ขมิ้นชันแคปซูล การเพิ่มประสิทธิภาพ ยาสมุนไพร

Abstract

The objective of this research was to enhance the efficiency of turmeric herbal capsule production using clean technology at Thai traditional medicine clinic, Tha Sae hospital, Chumphon province. This study focused on the collection of general resources used such as raw materials, products and worker practice-behavior. The results showed the quality of raw materials was not following to the requirement guideline and the improper practice-behavior of workers. According to losing causes and problems brainstorming and problem analysis were discussed among stakeholder leading to improve the production process. The first recommended option was the checking quality of raw materials, which could reduce the amount of waste 1.50 kilograms/batch. The second was the improvement of workers behavior and their practices. It was found that cleaning process of raw material was modified and adjusted by washing in the sink instead using water flow. This could reduce water consumption by percentage 80. While controlling drying duration of raw materials from 24 hours to 16 hours could reduce electricity consumption by 18.18 Units/batch and drying duration of powder raw materials from 8 hours to 1 hour could reduce electricity consumption by 15.90 Units/batch. The total amount of all resources savings of 7,399.44 bath/year.

Keywords : clean technology. turmeric herbal capsule. enhancement. herbal medicine

*ติดต่อ: suttirat5558@gmail.com

1. บทนำ

ปัจจุบันรัฐบาลได้ให้ความสนใจเรื่องสมุนไพรเป็นอย่างมากเนื่องจากเป็นทรัพยากรที่สำคัญในการนำมาผลิตเป็นยา ผลิตภัณฑ์อาหารเสริม และเครื่องสำอาง ช่วยให้ประเทศชาติประหยัดเงินตราในการนำเข้าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจากต่างประเทศ ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 [1] ในยุทธศาสตร์การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน เพื่อผลักดันให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการให้บริการสุขภาพของภูมิภาค โดยกระทรวงสาธารณสุขได้นำภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย เข้ามาเป็นทางเลือก

หนึ่งสำหรับผู้ป่วยที่มารับการรักษา และสนับสนุนให้มีการใช้ยาจากสมุนไพรในสถานบริการสาธารณสุขทุกระดับมากขึ้น และได้มีการกำหนดนโยบายแห่งชาติด้านยา พ.ศ. 2554 [2] เพื่อให้มียาปลอดภัย คุณภาพดี ในราคาพอสมควรกระจายอย่างทั่วถึง โดยการพัฒนาอุตสาหกรรมยาสมุนไพร ซึ่งการแปรรูปสมุนไพรที่ปลอดภัยนั้นต้องมีการควบคุมคุณภาพตั้งแต่ขั้นตอนการคัดวัตถุดิบ การตาก การอบ การบด รวมถึงการบรรจุ ในแต่ละขั้นตอนจะเกิดการสูญเสียทั้งวัตถุดิบ ทรัพยากร และสาธาณูปโภคไปอย่างเปล่าประโยชน์ เช่น การใช้น้ำ ไฟฟ้า และก๊าซหุง

ต้มในปริมาณสูง ทำให้ผลิตภัณฑ์ยาสมุนไพรมีราคาที่สูง ไม่สามารถที่จะแข่งขันทางการตลาดได้ สาเหตุอีก

ประการที่ทำให้ยาสมุนไพรมีราคาสูง เป็นเพราะวัตถุดิบบางอย่าง ขึ้นเองตามธรรมชาติ ไม่สามารถปลูกเองได้ ต้องเข้าไปหาในป่า จึงทำให้ยาสมุนไพร มีราคาสูงกว่ายาแผนปัจจุบันที่ใช้เฉพาะสารเคมี ยาสมุนไพรที่มีคุณภาพ ยังอยู่ในวงที่จำกัด เฉพาะคนที่มุ่งเน้นเรื่องการรักษา และมีการลงทุนในการซื้อหา

เทคโนโลยีสะอาดนับว่าเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สอดคล้องต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมควบคู่ไปกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมตามแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable development) ขององค์การสหประชาชาติ ซึ่งแนวความคิดนี้ถูกเชื่อมโยงไปสู่การกระตุ้นในเรื่องของสิ่งแวดล้อมทั้งหมด เช่น การลดปริมาณของเสีย การป้องกันมลพิษ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีสะอาดอย่างละเอียด และให้การสนับสนุนภาคอุตสาหกรรมอย่างจริงจัง เพื่อช่วยลดปัญหาการจัดการมลพิษและช่วยเพื่อศักยภาพในการแข่งขันทางการค้าระหว่างประเทศ

โรงพยาบาลเป็นหน่วยงานทางด้านการรักษาหลักให้กับประชาชน ประชาชน ซึ่งโรงพยาบาลที่นำนโยบายส่งเสริมการใช้ยาจากสมุนไพรในโรงพยาบาล ตามนโยบายของรัฐบาลและสาธารณสุขมาใช้ในการปฏิบัติเพื่อการรักษาให้แก่ประชาชนมีหลายแห่งด้วยกัน โดยโรงพยาบาลท่าชะเป็นโรงพยาบาลหนึ่งที่น่านโยบายดังกล่าวมาใช้ ซึ่งมีหน่วยบริการแพทย์แผนไทยให้ประชาชนมาเป็นเวลากว่า 10 ปี และได้สนองนโยบายรัฐบาล มีการใช้ยาจากสมุนไพรทดแทน

ยาจากแผนปัจจุบัน โดยมีบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญด้านสมุนไพรไว้ให้คำแนะนำประชาชน มีสถานบริการด้านสุขภาพ เช่น ห้องอบสมุนไพร ห้องนวดสมุนไพร เป็นต้น อีกทั้งยังเป็นโรงพยาบาลที่มีการดำเนินการผลิตยาสมุนไพรใช้เองภายในโรงพยาบาล และยังจำหน่ายให้แก่โรงพยาบาลใกล้เคียง และผู้ที่สนใจจำนวน 40 ชนิด นอกจากจะให้ความสนใจในการวิจัยพัฒนาทางด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ดีแล้ว เรายังต้องให้ความสำคัญกับการลดต้นทุนการผลิต และควบคุมการใช้ทรัพยากรในการผลิตสมุนไพรให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงจำเป็นต้องอาศัยหลักการและเครื่องมือทางสิ่งแวดล้อม เช่น เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology : CT) ที่สามารถใช้เป็นแนวทางเชิงป้องกันและ/หรือลดปริมาณของเสียจากแหล่งกำเนิด เพราะนอกจากจะทำให้ลดต้นทุนในการกำจัดของเสียที่ปลายทางแล้ว ยังเป็นการช่วยประหยัดวัตถุดิบ ประหยัดพลังงาน เพิ่มผลผลิต เป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด และยังเป็นแนวทางของการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

ดังนั้นงานวิจัยนี้ดำเนินการศึกษาโดยทำการรวบรวมข้อมูล สถิติการเกิดของเสีย สาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย และวิเคราะห์เพื่อนำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา รวมถึงการศึกษาความคุ้มค่าของแนวทางในการจัดการเพื่อลดการสูญเสียทรัพยากรได้อย่างเหมาะสมของการผลิตยาสมุนไพรแผนโบราณ คลินิกแพทย์แผนไทย โรงพยาบาลท่าชะ จังหวัดชุมพร ซึ่งจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ภายในโรงพยาบาลได้

2. วิธีการวิจัย

2.1 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยข้อมูลสำคัญ 2 ประเภท คือ ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ในเชิงลึกแบบกึ่งโครงสร้าง ซึ่งผู้วิจัยได้มีการตั้งคำถามที่เกี่ยวกับทรัพยากร และวิธีการทำงานของพนักงาน และสังเกตการทำงานของพนักงานแบบไม่มีส่วนร่วม เพื่อหาข้อมูลเบื้องต้นของคลินิกแพทย์แผนไทย โดยใช้แบบประเมินตามหลักเทคโนโลยีสะอาด และข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บลงบันทึกของคลินิกแพทย์แผนไทย โรงพยาบาลท่าชะแฉ่งที่เกี่ยวข้องกับวัตถุดิบ วัสดุ จำนวนผลิตภัณฑ์ จำนวนพลังงาน และยอดขาย หน่วยผลิตภัณฑ์ ร่วมกับการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิโดยการสืบค้นจากตำรา วารสาร งานวิจัย กฎหมาย กฎระเบียบและข้อบังคับต่างๆ แนวคิดและทฤษฎีการประเมินรายงานการศึกษาและเอกสารอื่นๆ และการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้องกับการทำเทคโนโลยีสะอาด

2.2 วิเคราะห์ข้อมูลและจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหา

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหภายในคลินิกแพทย์แผนไทย โรงพยาบาลท่าชะแฉ่ง โดยวิเคราะห์ข้อมูลตามหลักเทคโนโลยีสะอาดมี 2 ลักษณะดังนี้ ข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งจะถูกนำไปใช้เปรียบเทียบโดยวิธีการจัดอันดับคะแนน (Score & ranking Method) ซึ่งเป็นวิธีการให้คะแนนจัดลำดับความสำคัญด้านปริมาณ และ

ผลกระทบจากกระบวนการผลิต เพื่อเสนอแนวทางในการจัดการต่อไป ข้อมูลเชิงปริมาณนี้จะนำไปใช้สนับสนุนข้อมูลเชิงคุณภาพที่ใช้ในการสัมภาษณ์ได้ สำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพ คือ ข้อมูลที่ได้จากการที่ผู้ศึกษาเข้าไปสัมภาษณ์ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสังเกตสภาพแวดล้อมการทำงาน รวมถึงสภาพโดยรวมของคลินิกแพทย์แผนไทย

2.3 สรุปประเด็นปัญหาและนำเสนอแนวทางการแก้ไขตามหลักเทคโนโลยีสะอาด

ประเด็นปัญหาต่างๆ หลังจากทำการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาต่างๆ ภายในคลินิกแพทย์แผนไทย โรงพยาบาลท่าชะแฉ่งแล้ว จึงทำการนำเสนอแนวทางปฏิบัติและแนวทางแก้ไขตามแนวทางของเทคโนโลยีสะอาด เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตและการประกอบกิจกรรมต่างๆ ภายในคลินิก ให้มีการใช้วัตถุดิบและทรัพยากรต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดประโยชน์สูงสุด โดยเน้นไปที่การจัดการและการปรับปรุงในประเด็นปัญหาที่มีความสำคัญมากที่สุด จากผลการจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาต่างๆ ที่ได้จากการประเมินจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็น และทำการประเมินร่วมกันกับผู้วิจัย หลังจากที่มีการประยุกต์ใช้แนวทางตามหลักเทคโนโลยีสะอาดแล้ว นำข้อมูลมาเปรียบเทียบมูลค่าการสูญเสียที่ลดลง คำนวณมูลค่าความประหยัด และระยะเวลาคืนทุนตามลำดับ

2.4 ประเมินผลและวิเคราะห์ข้อสรุป

นำผลการประเมินแต่ละข้อเสนอกับที่เลือกจะดำเนินการ มาวิเคราะห์หาข้อสรุปการเลือกนำข้อเสนอมานำเป็นแนวทางในการปฏิบัติที่ดีในการเพิ่ม

ประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษที่เฉพาะของคลินิกแพทย์แผนไทย ให้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1 ข้อมูลสถานที่ตั้งและพนักงาน

คลินิกแพทย์แผนไทย โรงพยาบาลท่าแซะ สร้างขึ้นเป็นอาคารคอนกรีตชั้นเดียวขนาด 12x20 เมตร (2,400 ตารางเมตร) ภายในอาคารประกอบด้วยห้องต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตยาสมุนไพร จำนวน 15 ห้อง โดยมีพนักงานผู้ปฏิบัติงานทั้งสิ้น 7 คน ซึ่งปฏิบัติงานตั้งแต่เวลา 8.00 น. ถึง 20.00 น. แบ่งการทำงานเป็นเวร มีช่วงเวรเช้า (8.00 – 17.00) และเวรบ่าย (17.30 – 20.00) โดยแต่ละผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่รับผิดชอบประจำแผนก ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลพื้นฐานของพนักงานโดยการสอบถามจากพนักงานโดยตรง และดูเอกสารแฟ้มข้อมูลประจำตัว รวมถึงสอบถามจากหัวหน้างาน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของพนักงานร่วมกับการประสานงานเก็บผลข้อมูลวิจัย และการสังเกตระหว่างพนักงานปฏิบัติงานพบว่าวุฒิการศึกษา และอายุการทำงานมีผลต่อการปฏิบัติงาน และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากผู้ที่มีวุฒิการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือสูงกว่าสามารถเข้าใจวิธีปฏิบัติงานได้ดีกว่า และสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมตามคำแนะนำได้ สำหรับอายุการทำงานมีผลต่อการปฏิบัติงานโดยผู้ที่มีอายุงานมากกว่า สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ดีและรวดเร็วกว่าผู้ที่มีอายุงานน้อย ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดการสูญเสียน้อยลง

3.2 กระบวนการผลิตยาและผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแคปซูลและยาธาตุสูตรอบเชย

จากการลงพื้นที่ปฏิบัติงานเพื่อสำรวจกระบวนการผลิตยาขมิ้นชันแคปซูล และสอบถามจากผู้ปฏิบัติงาน ทั้งสภาพแวดล้อมในการทำงาน ลักษณะการทำงานของแต่ละบุคคล ปริมาณพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต และขั้นตอนการปฏิบัติงานพบว่ากระบวนการผลิตมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) การเตรียมวัตถุดิบ ทางคลินิกจะรับซื้อวัตถุดิบจากเกษตรกรเป็นเหง้าขมิ้นชันสด ซึ่งในขั้นตอนนี้พนักงานจะทำการคัดแยกสิ่งปนเปื้อนออกจากเหง้าขมิ้นชัน และตัดแต่งเหง้าขมิ้นชันให้สะดวกในการล้าง
- 2) การล้างเหง้าขมิ้นชันสด นำเหง้าขมิ้นชันสดล้างทำความสะอาด โดยล้างและขัดในตะแกรงให้น้ำไหลผ่าน ดังรูปที่ 1 แล้วใส่ตะแกรงผึ่งลมให้หมาดๆ



รูปที่ 1 การล้างเหง้าขมิ้น

- 3) การย่อยขนาดเหง้าขมิ้นชันสด นำเหง้าขมิ้นชันสดที่ผ่านการล้างทำความสะอาด และผึ่งจนแห้งแล้ว มาเข้าเครื่องหั่นสมุนไพร แล้วใช้กระป๋องร่อนวัตถุดิบ เพื่อนำไปตากในท้องตากวัตถุดิบ
- 4) การตาก ตากขมิ้นชันสดที่หั่นแล้วในท้องตากสมุนไพรที่เป็นกระเบื้องโปร่งแสง โดยใช้พลังงาน

แสงอาทิตย์ ภายในห้องมีการปิดมิดชิดเพื่อป้องกันสัตว์หรือแมลง ระยะเวลาในการตากประมาณ 3 วัน ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ

5) การอบขม้นชั้น นำขม้นชั้นที่ตากแห้งแล้ว ใส่ ถาดสแตนเลส ถาดละประมาณ 1 กิโลกรัม แล้ว นำเข้าตู้อบ อุณหภูมิ 50 – 55 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 24 ชั่วโมง

6) การอบขม้นชั้น นำขม้นชั้นที่อบแห้งเรียบร้อยแล้ว มาบดด้วยเครื่องบดละเอียด เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

7) การร่อนขม้นชั้นเพื่อคัดขนาด นำขม้นชั้นที่ บดละเอียดแล้วมาร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 80 มีขนาดรู ตะแกรง 0.8 มิลลิเมตร ส่วนขม้นชั้นที่ขนาดใหญ่ไม่ สามารถผ่านตะแกรงได้นำไปบดซ้ำอีกครั้ง

8) การอบไล่ความชื้น นำผงขม้นชั้นที่ผ่านการ ร่อนใส่ถาดสแตนเลส นำไปอบไล่ความชื้นครั้งที่ 2 เพื่อให้แห้งสนิท ในตู้อบ อุณหภูมิ 50 – 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

9) การบรรจุแคปซูล นำผงขม้นชั้นมาบรรจุใส่ แคปซูล ซึ่งบรรจุขม้นชั้นได้ 500 มิลลิกรัม โดยใช้ เครื่องบรรจุแคปซูลแบบกึ่งอัตโนมัติที่ใช้พลังงาน ความคุม สามารถบรรจุแคปซูลได้ครั้งละ 150 แคปซูล ต่อถาด

10) การบรรจุขวด นำขม้นชั้นที่บรรจุแคปซูล เรียบร้อยแล้ว บรรจุลงในขวดพลาสติกทึบแสง โดยใช้ เครื่องนับแคปซูลอัตโนมัติ ยาสมุนไพรขม้นชั้นแคปซูล 1 ขวด บรรจุ 70 แคปซูล ปิดฝาให้แน่น ผึ่งด้วย พลาสติกตราโรงพยาบาล และหุ้มด้วยพลาสติกใสโดย ใช้ไดร์เป่าลมร้อน ได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปนำไปจัดเก็บ เพื่อเตรียมจำหน่าย

3.3 ปัญหาที่พบและแนวทางการปรับปรุงเพิ่ม ประสิทธิภาพการผลิต

หลังจากที่ผู้วิจัยได้รวบรวมผลการปฏิบัติงาน และ ระยะเวลาการผลิตยาขม้นชั้นแคปซูลในแต่ละ กระบวนการ เพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนย่อยของการผลิต ช่วงใดที่เป็นสาเหตุของการสูญเสีย หลังจากนั้นนำเข้าสู่การลำดับประเด็นการใช้ทรัพยากรที่เกี่ยวข้องใน ขั้นตอนการผลิตย่อยนั้นๆ ประกอบการจัดลำดับ ความสำคัญในการหาประเด็นการเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิตของขั้นตอนย่อยที่คัดเลือก ซึ่งเป็นส่วนที่ เกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรน้ำ ไฟฟ้า วัตถุดิบ และ มลพิษต่างๆ พบว่าจุดรับวัตถุดิบที่นำมาส่ง และ ขั้นตอนการย่อยขนาดวัตถุดิบ มีการสูญเสียวัตถุดิบที่ เกิดความจำเป็น เนื่องจากของเสียที่เกิดขึ้นนั้น เกิด จากการที่เกษตรกรนำวัตถุดิบที่ไม่ได้คุณภาพ (เหง้า ขม้นอ่อนเกินไป, เหง้าขม้นเล็กเกินไปจนเป็นเศษ และ มีดินติดมากเกินไป) มาส่งให้แก่โรงพยาบาล ทำให้ มีการคัดทิ้งเป็นจำนวนมาก สำหรับขั้นตอนการล้าง วัตถุดิบนั้น มีปริมาณการใช้น้ำที่สูงมาก เนื่องจาก ผู้ปฏิบัติงานเปิดน้ำไหลผ่านตลอดระยะเวลาการล้าง ทำให้สิ้นเปลืองทรัพยากรน้ำเป็นจำนวนมาก ส่วน ขั้นตอนการอบแห้งสมุนไพรรด้วยตู้อบไฟฟ้า และอบผง ยาเพื่อลดความชื้น มีตัวเลขการใช้ทรัพยากรไฟฟ้าที่ สูงมาก ผู้วิจัยพบประเด็นปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้น จึงได้ มีการจัดประชุมโดยผู้กำกับดูแลการผลิต ซึ่งเป็นเภสัช กรชำนาญการประจำโรงพยาบาลร่วมกับแพทย์แผน ไทยซึ่งเป็นตัวแทนของฝ่ายบริหารในการให้คะแนน เกณฑ์แต่ละหน่วยการผลิตที่จะดำเนินการปรับปรุง ตามแนวทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด (CT-Option) โดยมีผู้ปฏิบัติงานทั้งหมดมาร่วมการประชุมด้วย

ผลการให้คะแนนและคัดเลือก CT-Option การผลิตขมิ้นชันแคปซูลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1) การคัดเลือกขั้นตอนการผลิต(ย่อย)ของกระบวนการผลิตขมิ้นชันแคปซูล เพื่อนำไปสู่การลำดับความเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พบว่า มีขั้นตอนการผลิตย่อยที่ทำให้เกิดของเสียและของทิ้งจำนวนมากซึ่งไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ โดยใช้เกณฑ์ในการเลือกคือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (ปริมาณ/ความเป็นพิษ) การลงทุน โอกาสในการปรับปรุง และความสนใจร่วมมือของผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง คือ การรอบวัตถุดิบและอบผงยาเป็นขั้นตอนการผลิตย่อยที่มีคะแนนสูงเป็นอันดับหนึ่ง การเพิ่มขั้นตอนการตรวจรับวัตถุดิบมีคะแนนเป็นอันดับที่สอง และการล้างวัตถุดิบมีคะแนนเป็นอันดับสาม

2) การจัดลำดับความสำคัญประเด็นการใช้ทรัพยากรและการเกิดของเสียจากขั้นตอนการผลิต นำหน่วยผลิตที่คัดเลือกได้จากข้อ 1) มาจัดลำดับความสำคัญของประเด็นการทำเทคโนโลยีสะอาด พบว่า การใช้ไฟฟ้าเป็นประเด็นที่มีความสำคัญเป็นอันดับแรก เนื่องจากการผลิตสมุนไพรมีการการอบสมุนไพรต้องใช้พลังงานไฟฟ้า อันดับที่สองคือการใช้ น้ำ เนื่องจากขั้นตอนย่อยของการผลิตสมุนไพรมีการใช้น้ำในการล้างวัตถุดิบเป็นจำนวนมาก โดยที่น้ำล้างถูกทิ้งไปอย่างเปล่าประโยชน์ และประเด็นสำคัญอื่นๆ ได้แก่ การใช้อุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสม กลิ่น เสีย และมลพิษทางอากาศ

3) การประเมินหาสาเหตุการสูญเสียในขั้นตอนการผลิตย่อยที่ถูกคัดเลือกเป็นประเด็นศึกษา จากข้อ

1) พบว่า ขั้นตอนย่อยบริเวณจุดรับวัตถุดิบ คือ ขมิ้นชัน จากเกษตรกรในพื้นที่ที่มีการสูญเสียวัตถุดิบเนื่องจากเกษตรกรนำวัตถุดิบที่ไม่ได้คุณภาพมาส่ง เช่น ขมิ้นที่อ่อนหรือแก่จนเกินไป วัตถุดิบบางรุ่นยังอ่อนเกินไปส่งผลให้ตัวยาหรือสารสำคัญเคอร์คูมินอยด์ (Curcuminoids) ลดลง ทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องคัดแยกทิ้งเกิดเป็นของเสียจำนวนมาก อีกทั้งยังมีขมิ้นบางส่วนที่มีขนาดเล็กจนเป็นพิเศษ ไม่สามารถนำมาผลิตได้ และมีดินติดมาจำนวนมาก เนื่องจากไม่มีขั้นตอนการตรวจรับวัตถุดิบ ในขั้นตอนการล้างวัตถุดิบนั้น ผู้ปฏิบัติงานได้นำเหง้าขมิ้นชันมาล้างโดยการขัดบนตะแกรงและเปิดน้ำไหลผ่านตลอดระยะเวลาในการล้าง ทำให้สูญเสียน้ำปริมาณมากโดยเปล่าประโยชน์ สำหรับการรอบวัตถุดิบผู้ปฏิบัติงานใช้เวลาในการรอบ 24 ชั่วโมง และการอบผงยาใช้เวลา 8 ชั่วโมง ซึ่งเกินความจำเป็น ทำให้สูญเสียพลังงานไฟฟ้า และทำให้ต้นทุนการผลิตสูงเนื่องจากพนักงานมีความรู้ไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติงาน

4) การกำหนดทางเลือกทางเทคโนโลยีสะอาด จากข้อมูลผลการศึกษาและข้อมูลในข้อที่ 1) – 3) ได้ทราบสาเหตุของการสูญเสียที่เกิดขึ้นของขั้นตอนการผลิตย่อยที่ควรปรับปรุง คือ การตรวจรับวัตถุดิบ การล้างวัตถุดิบ และการอบวัตถุดิบ จากการสังเกตวิเคราะห์ และศึกษาจากแหล่งความรู้ รวมถึงการแสดงความคิดเห็นจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต จึงนำไปสู่แนวทางเลือกที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาปรับใช้เพื่อนำมาปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการผลิตย่อย รวมถึง

เทคนิคการปฏิบัติที่หน้างานอย่างง่ายๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดการสูญเสียวัตถุดิบและการใช้ทรัพยากร สรุปดังตารางที่ 1

5) การคัดเลือกทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด จากการคัดเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่สามารถปฏิบัติได้ พบว่ารายการที่สามารถทำได้ทันที คือ การเพิ่มขั้นตอนการตรวจรับวัตถุดิบ และการเพิ่มข้อตกลงและให้ความรู้กับเกษตรกร การล้างวัตถุดิบในอ่างล้าง การหาสมมูลของระยะเวลาในการอบวัตถุดิบ และการปรับเปลี่ยนระยะเวลาในการอบผงยาโดยการอบรมผู้ปฏิบัติงาน

ตารางที่ 1 รายการทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด

ขั้นตอนการผลิตย่อย	ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด	เทคนิคเทคโนโลยีสะอาด
การตรวจรับวัตถุดิบ	ปรับวิธีการผลิต	เพิ่มขั้นตอนการตรวจรับวัตถุดิบ เพิ่มข้อตกลงและให้ความรู้เพิ่มเติมแก่เกษตรกร
การล้างวัตถุดิบ	ปรับอุปกรณ์	ล้างวัตถุดิบในอ่างล้าง เพื่อช่วยประหยัดน้ำ
การอบวัตถุดิบ	ปรับวิธีการผลิต	หาสมมูลของระยะเวลาในการอบขม้นชั้น
การอบผงยา	ปรับวิธีการผลิต	อบรมผู้ปฏิบัติงานให้ปฏิบัติตามข้อกำหนด

6) การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดด้านเทคนิค เมื่อนำทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดทุกรายการจากข้อ 5) ถูกลำดับเข้าสู่การประเมินความเป็นไปได้ทางเทคนิค พบว่า จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ทางเลือกทางเทคนิคของประเด็นปัญหาที่สามารถปฏิบัติได้ทันที ได้แก่ การ

เพิ่มขั้นตอนการตรวจรับวัตถุดิบ และการเพิ่มข้อตกลงและให้ความรู้กับเกษตรกร การล้างวัตถุดิบในอ่างล้าง การหาสมมูลของระยะเวลาในการอบวัตถุดิบ และการปรับเปลี่ยนระยะเวลาในการอบผงยาโดยการอบรมผู้ปฏิบัติงาน มีคะแนนความเป็นไปได้ทางเทคนิคเป็น 9, 8, 9 และ 9 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งทุกทางเลือกมีความเป็นไปได้ทางเทคนิคที่จะนำไปประยุกต์ใช้

7) การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดด้านเศรษฐศาสตร์ เมื่อนำทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดทุกรายการจากข้อ 5) มาทำการประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน ทางเลือกทางเศรษฐศาสตร์ของประเด็นปัญหาที่สามารถปฏิบัติได้ทันที ได้แก่ การเพิ่มขั้นตอนการตรวจรับวัตถุดิบ และการเพิ่มข้อตกลงและให้ความรู้กับเกษตรกร การล้างวัตถุดิบในอ่างล้าง การหาสมมูลของระยะเวลาในการอบวัตถุดิบ และการปรับเปลี่ยนระยะเวลาในการอบผงยาโดยการอบรมผู้ปฏิบัติงาน มีคะแนนความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์เป็น 6, 6, 5 และ 5 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งทุกทางเลือกมีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ที่จะนำไปประยุกต์ใช้

8) การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดด้านสิ่งแวดล้อม เมื่อนำทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดทุกรายการจากข้อ 5) มาทำการประเมินความเป็นไปได้ทางสิ่งแวดล้อม พบว่า จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน ทางเลือกทางสิ่งแวดล้อมของประเด็นปัญหาที่สามารถปฏิบัติได้ทันที ได้แก่ การเพิ่มขั้นตอนการตรวจรับวัตถุดิบ และการเพิ่มข้อตกลงและให้ความรู้กับเกษตรกร การล้างวัตถุดิบในอ่างล้าง การหาสมมูลของระยะเวลาในการอบวัตถุดิบ และการปรับเปลี่ยนระยะเวลาในการอบผงยาโดยการอบรม

ผู้ปฏิบัติงาน มีคะแนนความเป็นไปได้ทางสิ่งแวดล้อม เป็น 5, 6, 4 และ 4 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งทุกทางเลือกมีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ที่จะนำไปประยุกต์ใช้

9) การคัดทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่เหมาะสมเพื่อนำไปปฏิบัติ เมื่อได้ผลการประเมินในด้านต่างๆ จากข้อที่ 6) - 8) แล้วได้ทำการสรุปความเหมาะสมของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งพบว่า ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่สามารถนำมาปฏิบัติได้ทันที คือ การเพิ่มขั้นตอนการตรวจรับวัตถุดิบ และการเพิ่มข้อตกลงและให้ความรู้กับเกษตรกร การล้างวัตถุดิบในอ่างล้าง การหาสมดุลของระยะเวลาในการอบวัตถุดิบ และการปรับเปลี่ยนระยะเวลาในการอบผงยา โดยการอบรมผู้ปฏิบัติงาน

3.4 การประยุกต์ใช้ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด (CT-Option) และผลการปฏิบัติ

การประยุกต์ใช้ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดและผลการปฏิบัติ จากข้อมูลทีกล่าวมาข้างต้น พบแหล่งกำเนิดและประเด็นปัญหาที่ทำให้เกิดการสูญเสียจากกระบวนการผลิต และแนวทางการแก้ไขดังนี้

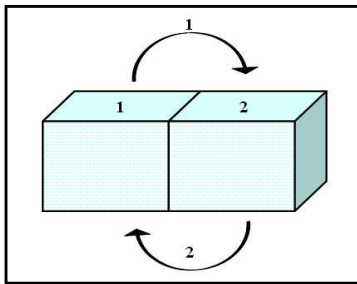
1) การเพิ่มขั้นตอนการตรวจรับวัตถุดิบ วัตถุดิบที่เกษตรกรนำมาส่งยังไม่ได้คุณภาพ เนื่องจากวัตถุดิบบางรุ่นยังอ่อนเกินไปส่งผลให้ตัวยาล้างหรือสารสำคัญเคอร์คูมินอยด์ (Curcuminoids) ลดลง ทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องคัดแยกทิ้งเกิดเป็นของเสียจำนวนมาก และจะทำให้เกิดปัญหาในการผลิตอีกหลายประเด็นดังนี้ คือทำให้ขั้นตอนการหั่นลำข้าว เนื่องจาก

ในขม้นอ่อนมียางอยู่มาก ทำให้ยางติดใบมีดในเครื่องหั่น ผู้ปฏิบัติงานต้องหยุดทำงาน เพื่อขูดยางออกจากเครื่อง และล้างทำความสะอาดเครื่องเพื่อดำเนินการต่อ ทำให้เสียเวลา และน้ำโดยเปล่าประโยชน์ อีกทั้งยังทำให้วัตถุดิบเสียสภาพ ขม้นชั้นบางส่วนของขม้นที่นำมาส่งนั้นก็มีความเล็กเกินไปจนเป็นเศษไม่สามารถนำมาผลิตได้ และมีดินติดมาก ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางการปรับปรุง โดยการเสนอแนะให้แพทย์ประจำคลินิกแพทย์แผนไทย โรงพยาบาลท่าชะนะ เพิ่มข้อตกลงและให้ความรู้เพิ่มเติมแก่เกษตรกร โดยขม้นที่เหมาะสมแก่การนำมาผลิตเป็นยานั้นต้องมีอายุอย่างน้อย 9-12 เดือน และต้องไม่เก็บไว้นานเกินไปด้วย ไม่เช่นนั้นน้ำมันหอมระเหย (Volatile Oil) จะหายหมด ที่สำคัญต้องเก็บไว้ไม่ให้ถูกแสงแดดด้วยเช่นกัน และห้ามเก็บเกี่ยวในระยะที่ขม้นชั้นเริ่มแตกหน่อ เพราะจะทำให้สารเคอร์คูมินอยด์

ลดลงซึ่งจะทำให้สรรพคุณในการรักษาโรคหายไป [3] สำหรับทางคลินิกแพทย์แผนไทย โรงพยาบาลท่าชะนะนั้น ต้องมีการเพิ่มขั้นตอนในการตรวจรับวัตถุดิบจากเกษตรกร โดยพิจารณาจากคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ เหง้าขม้นชั้นต้องมีสีเหลืองเข้ม จนสีแสดจัด เลือกขม้นชั้นที่แก่ ต้องไม่อ่อนจนเป็นสีขาวมากนัก อีกทั้งยังต้องตรวจสอบขนาดของเหง้าขม้นที่นำมาส่งด้วย จะทำให้ลดปริมาณการเกิดของเสียได้ 1.5 กิโลกรัม/รุ่นการผลิต ลดต้นทุนการผลิตได้ประมาณ 45 บาท

2) ในขั้นตอนการล้างวัตถุดิบนั้น พนักงานได้นำเหง้าขม้นชั้นมาล้างโดยการขัดบนตะแกรง และเปิดน้ำไหลผ่านตลอดระยะเวลาในการล้าง ทำให้สูญเสียน้ำ

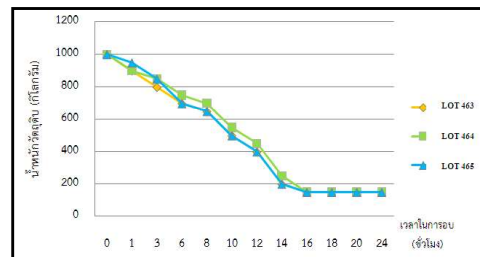
ปริมาณมาก ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางการปรับปรุงคือให้ผู้ปฏิบัติงานล้างเหง้าขมิ้นชันในอ่างล้าง ซึ่งทางคลินิกจัดเตรียมไว้ โดยแนะนำให้ผู้ปฏิบัติงานแช่ขมิ้นลงในอ่างที่ 1 แล้วใช้แปรงขัดเหง้าขมิ้น เหง้าขมิ้นที่ขัดแล้วใส่ลงในอ่างที่ 2 ทำการล้างอีกครั้ง และหลังจากล้างแล้วให้นำเหง้าขมิ้นไปล้างน้ำขึ้นสุดท้ายในอ่างที่ 1 ที่ผ่านการทำความสะอาดแล้ว ($1 > 2 > 1$) มีลักษณะดังรูปที่ 2 ทำให้ประหยัดปริมาณการใช้น้ำซึ่งจากเดิมใช้ปริมาณ 2.88 ลูกบาศก์เมตร/รุ่นการผลิต หลังจากปรับปรุงขั้นตอนการล้าง ปริมาณการใช้น้ำลดลงเหลือ 0.576 ลูกบาศก์เมตร/รุ่นการผลิต มูลค่าความประหยัดเท่ากับ 36.86 บาท/รุ่นการผลิต โดยประหยัดได้ 1,326.96 บาท/ปี และทำให้วัตถุดิบมีความสะอาดมากขึ้น



รูปที่ 2 การล้างวัตถุดิบในอ่างล้าง

3) การอบ ผู้ปฏิบัติงานได้ใช้เวลาในการอบวัตถุดิบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ผู้วิจัยจึงได้ทดลองนำวัตถุดิบมาอบเพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจำนวน 3 รุ่นการผลิต กำหนดช่วงการเก็บข้อมูลที่ระยะเวลา 1, 3, 6, 8, 12, 14, 16, 18, 20 และ 24 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักของขมิ้นชันลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อระยะเวลาการอบเพิ่มขึ้น ระยะเวลาที่สมดุลในการอบวัตถุดิบ

ขมิ้นชันที่ 16 ชั่วโมงเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมเพียงพอต่อการทำให้ขมิ้นชันมีน้ำหนักคงที่ โดยเมื่อเพื่อเวลามากกว่า 16 ชั่วโมง ก็ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักจะลดลงได้อีก (รูปที่ 3) ซึ่งหากลดระยะเวลาจาก 24 ชั่วโมง เป็น 16 ชั่วโมง สามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้จาก 54,528 วัตต์/รุ่นการผลิต เป็น 36,352 วัตต์/รุ่นการผลิต สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ 2,347.20 บาท/ปี และประหยัดเวลาในการปฏิบัติงานมากกว่า 8 ชั่วโมง



รูปที่ 3 สมดุลเวลาและน้ำหนักคงที่ในการอบวัตถุดิบขมิ้นชัน

4) การอบผงยาหลังจากที่ผ่านกระบวนการอบบด และร่อนแล้ว ก่อนนำผงยาไปบรรจุ ผู้ปฏิบัติงานได้นำผงยาไปอบด้วยตู้อบไฟฟ้าเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้อ้างอิงจากเอกสารข้อกำหนดในการผลิตยาของคลินิกแพทย์แผนไทยพบว่า ระยะเวลาที่กำหนดคือ 1 ชั่วโมง จึงได้เสนอแนะให้ผู้ปฏิบัติงาน ปฏิบัติตามข้อกำหนด เพื่อลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน สามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้จาก 18,176 วัตต์/รุ่นการผลิต เป็น 2,272 วัตต์/รุ่นการผลิต และสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ 2,105.28 บาท/ปี

4. สรุป

งานวิจัยนี้เป็นการหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตยาสมุนไพรของคลินิกแพทย์

แผนไทย โดยใช้หลักเทคโนโลยีสะอาด กรณีศึกษา โรงพยาบาลท่าชะ จังหวัดชุมพร โดยการตรวจประเมินกระบวนการผลิตเพื่อหาหน่วยการผลิต (ย่อย) ที่มีการสูญเสีย และสาเหตุของการสูญเสีย ตลอดจนเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดการใช้ทรัพยากร และลดปริมาณการเกิดของเสียจากกระบวนการผลิต และนำข้อเสนอแนะที่สามารถปฏิบัติได้ทันทีนำไปประยุกต์ใช้ ซึ่งจากการศึกษาหาสาเหตุของการสูญเสียสรุปผลได้ดังนี้

เกิดการสูญเสียเนื่องจากไม่มีการตรวจรับวัตถุดิบ ทำให้วัตถุดิบที่เกษตรกรนำมาส่งไม่ได้คุณภาพ ทำให้ต้องคัดทิ้งเกิดเป็นของเสียจำนวนมาก หลังจากที่ได้เสนอแนะแนวทางการแก้ไข โดยการให้ทางคลินิกแพทย์แผนไทย โรงพยาบาลท่าชะ ให้ความรู้และเพิ่มข้อตกลงต่อเกษตรกรแล้ว ทำให้ของเสียที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนดังกล่าว มีปริมาณลดลง 1.50 กิโลกรัม/รุ่นการผลิต ประหยัดต้นทุนได้ 1,620 บาท/ปี สำหรับในขั้นตอนการล้างวัตถุดิบ สูญเสียน้ำปริมาณมาก ผู้วิจัยเสนอแนวทางการปรับปรุงให้พนักงานล้างเหง้าขมิ้นชันในอ่างล้าง ทำให้สามารถลดปริมาณการปริมาณการใช้น้ำซึ่งจากเดิมใช้ได้ร้อยละ 80 ปริมาณ 2.88 ลูกบาศก์เมตร/รุ่นการผลิต หลังจากปรับปรุงขั้นตอนการล้าง ปริมาณการใช้น้ำลดลงเหลือ 0.576 ลูกบาศก์เมตร/รุ่นการผลิต มูลค่าความประหยัดเท่ากับ 1,326.96 บาท/ปี และทำให้วัตถุดิบมีค่าสะอาดมากขึ้น และขั้นตอนการอบ ทดลองนำวัตถุดิบมาอบเพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบ พบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบ คือ 16 ชั่วโมง สามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้จาก 54,528 วัตต์/

รุ่นการผลิต เป็น 36,352 วัตต์/รุ่นการผลิต และการอบผงยา ก่อนนำผงยาไปบรรจุ ผู้ปฏิบัติงานได้นำผงยาไปอบด้วยตู้อบไฟฟ้าเป็นเวลา 8 ชั่วโมง โดยเสนอแนะให้ผู้ปฏิบัติงาน ปฏิบัติตามข้อกำหนด เพื่อลดระยะเวลาในการปฏิบัติงานเหลือ 1 ชั่วโมง สามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้จาก 18,176 วัตต์/รุ่นการผลิต เป็น 2,272 วัตต์/รุ่นการผลิต สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ 4,452.48 บาท/ปี และประหยัดเวลาในการปฏิบัติงาน

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ให้การสนับสนุนในงานวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Bureau of Policy and Strategy. Ministry of Health. The Ministry of Public Health Strategic Plan 2009-2012. 2013 [cited 2014 June 24] Available from : URL: <http://bps.ops.moph.go.th>. (In Thai)
- [2] Bureau of Food and Drug Administration. National Drug Policy and the National Drug Strategy. 2011; 1-16. (In Thai)
- [3] Subcommittee on the Establishment of the Thai Herbal Pharmacopoeia. Thai Herbal Pharmacopoeia. Prachachon: Bangkok; 1998.