



องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์ชาย่านางแดง ที่ย่างด้วยเครื่องแบบสองสายพาน
ลำเลียง

Chemical Compositions and Antioxidant Capacities of *Bauhinia strychnifolia* Craib : Grilling
with a Double Belt Conveyor Dryer

รัชณี นามมาตย์^{1*}, ชลธิ์ โปธ์ทอง²

Rachanee Nammatra^{1*}, Chonlatee Photong²

¹ห้องปฏิบัติการทดสอบ ผลิต และควบคุมคุณภาพชาสมุนไพร หน่วยวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพและการอนุรักษ์ สถาบันวิจัยวลัยรุกขเวช มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม, อำเภอกันทรวิชัย, จังหวัดมหาสารคาม, 44150

¹Production and Quality Control of Herbal Tea Laboratory, Research Unit of Biodiversity and Conservation, Walai Rukhvej Botanical
Research Institute, Mahasarakham University, Kantarawichai District, Maha Sarakham 44150

²หน่วยวิจัยรังสีอาทิตย์และแหล่งพลังงานสำรอง คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, อำเภอกันทรวิชัย, จังหวัดมหาสารคาม, 44150

²Solar Energy and Energy Resources Research Unit, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kantarawichai District, Maha
Sarakhm 44150

*Corresponding author: Tel: +66-6-19965554, Fax: +66-43-754407, E-mail: rachanee.n@msu.ac.th

บทคัดย่อ

การผลิตชาใบย่านางแดง สามารถผลิตได้ด้วยการย่างแบบดั้งเดิมโดยใช้เตาถ่าน ซึ่งต้องใช้แรงงานคน ระยะเวลาานาน และไม่สามารถควบคุมความร้อนได้อย่างแม่นยำและสม่ำเสมอ ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม ดังนั้นการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในชาย่านางแดงด้วยเครื่องแบบสองสายพานลำเลียงและการย่างโดยใช้เตาถ่าน จากการทดลองพบว่า เครื่องแบบนี้สามารถทำได้ที่ช่วงอุณหภูมิ 80-120°C ช่วงเวลา 2-4 mins ได้ใบชาสมุนไพรระหว่าง 11.52-19.2 kg h⁻¹ เมื่อวิเคราะห์เพื่อทดสอบปริมาณสารสำคัญด้วยวิธี High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) และการวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด โดยใช้ (+)-catechin เป็นสารมาตรฐาน พร้อมทั้งทดสอบฤทธิ์การต้านออกซิเดชันด้วยสาร 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ในใบชวย่านางแดงที่ผลิตด้วยเครื่องแบบทั้งสองแบบที่อุณหภูมิและเวลาที่ต่างกันพบว่า สารสำคัญของชวย่านางแดงที่ได้มีค่าสูงกว่าเมื่อใช้เครื่องแบบสองสายพานลำเลียง แสดงว่า เครื่องนี้สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีแบบดั้งเดิม

คำสำคัญ: ชาใบย่านาง, สารสำคัญ, เครื่องแบบสองสายพาน, ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ

Abstract

Yanang Daeng leaf tea is produced traditionally by grilling *Bauhinia strychnifolia* leaves with a charcoal stove. This method requires labor and time. Moreover, the heat cannot be controlled precisely and consistently which hinders industrial-scale production. We compare the chemical compositions and antioxidant activity in Yanang Daeng tea using grilling with the double belt conveyor dryer method (DBCD) and the charcoal stove method (CS). DBCD may be used effectively at temperatures of 80-120 °C over a period of 2-4 mins producing herbal tea leaves between 11.52-19.2 kg h⁻¹. The phenolic acid and flavonoid contents using HPLC after grilling with DBCD are generally higher than when using the conventional CS process. Total flavonoid contents (TFC) using (+) - catechin as a standard substance is higher when using DBCD than using CS. The antioxidant activity as tested using 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), revealed by both DBCD and CS are similar, showing that DBCD may be used effectively in place of CS.

Keywords: Yanang Daeng tea, Chemical compounds, Double-belts Conveyor Dryer, Natural product

1 บทนำ

การพัฒนาชาหลากหลายชนิดจากสมุนไพรไทย ที่มีสารออกฤทธิ์สำคัญในปริมาณสูง มีสรรพคุณในการรักษาสุขภาพทั้งยังให้รสชาติและกลิ่นหอมชวนดื่ม พร้อมทั้งมีกรรมวิธีผลิตที่ดีและมีข้อมูลเกี่ยวกับสารออกฤทธิ์สำคัญของสมุนไพรที่ใช้เป็นวัตถุดิบผลิต ในตำรับชาหลายชนิด เช่น ชาชับพิชที่ต้องใช้ใบย่านางแดง เป็นส่วน

ผสมที่สำคัญนั้น จะต้องใช้วิธีการย่างเพื่อให้ได้ใบชาที่มีกลิ่นหอมจากการย่างและรสชาติที่ดีเป็นเอกลักษณ์สวยทั้งใบแห้งและน้ำชา เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ โดยต้องมีการทดสอบสรรพคุณสมุนไพรแต่ละชนิดเพื่อนำมาใช้ช่วยในการสร้างมูลค่าเพิ่มและความแตกต่างให้กับผลิตภัณฑ์ได้เป็นอย่างดี เพื่อให้ได้รับความนิยมนับสำหรับผู้สนใจเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ

การผลิตชาสมุนไพรรูปแบบใหม่นี้ พบปัญหาอุปสรรคในการผลิตในปริมาณมาก เนื่องจากการทำชาที่ดีบางชนิดจะมีกระบวนการผลิตที่ซับซ้อน พืชแต่ละชนิดจะมีกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน บางชนิดไม่สามารถทำได้ด้วยเครื่องอบแห้งธรรมดาหรือการคั่ว นวด โดยใช้แรงงานคน การทำชาที่มีคุณภาพบางประเภท ต้องใช้วิธีการย่างเพื่อให้ได้ชาที่มีกลิ่นหอม และมีคุณค่าของสารสำคัญในปริมาณสูง การย่างแบบดั้งเดิมโดยใช้เตาถ่านต้องใช้แรงงานคนสูงมากและทำได้ในปริมาณน้อย ไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด และยังไม่มีความปลอดภัยที่ช่วยในการผลิต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องเพิ่มกำลังการผลิตด้วยเครื่องจักรใหม่ที่มีกำลังการผลิตสูงขึ้น สามารถปรับอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ทำการย่างได้อย่างเหมาะสมได้ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ใบชาสมุนไพรที่มีกลิ่นหอมและให้รสชาติ น้ำชาที่ดีที่สุด คงคุณค่าสารสำคัญที่มีประโยชน์ที่เสริมสร้างสุขภาพที่ดีและมีประโยชน์ต่อร่างกาย เครื่องจักรที่ผลิตได้นี้ ควรผลิตใบชาสมุนไพรที่มีปริมาณสารสำคัญ หรือสารต้านอนุมูลอิสระใกล้เคียงกัน เมื่อเทียบกับวิธีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และอำนวยความสะดวกในการผลิตโดยมีผลผลิตอย่างน้อย 10 kg สมุนไพรสดต่อชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 180-200°C เพื่อให้ทันกับตลาดที่รองรับในประเทศไทยและสากล

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและจัดสร้างเตาย่างใบพืชสมุนไพร ด้วยกำลังการผลิต 10 kg สมุนไพรสดต่อชั่วโมง และได้ชาสมุนไพรที่ยังสามารถรักษาคุณภาพได้ และเพื่อทำการวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงคุณภาพของชาสมุนไพร ด้วยวิธี High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) ตรวจสอบหาสารสำคัญหรือสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 พืชที่ใช้ในการวิจัย

ย่านางแดง ชื่อวิทยาศาสตร์ *Bauhinia strychnifolia* Craib. อยู่ในวงศ์ Fabaceae ไม้เถาเลื้อยขนาดใหญ่มีเหง้าหัวใต้ดิน เถามีมือม้วนเป็นคู่ ๆ ตรงข้ามกันสำหรับเกาะยึด ใบเดี่ยวออกเรียงสลับ ใบรูปขอบขนานหรือรูปไข่มนรี ขนาดกว้าง 3-6 cm ยาว 6-12

cm ผิวใบเกลี้ยงและเป็นมันสีเขียว(Figure 1(a)) ใบยอดอ่อนสีออกแดง ดอกเป็นช่อยาวเรียวตามปลายกิ่งมีลักษณะเป็นหลอดกลวงโค้งเล็กน้อย มีจำนวนมาก ดอกกลุ่มทางโคนช่อแผ่ออก 2 ข้างของก้านช่อกลิบริงดอกสีแดง โคนกลีบเชื่อมติดกันเป็นกรวยปลายแยกเป็นแฉกแหลมๆ 5 แฉก กลีบดอกสีแดงคล้ำ (Figure 1(b)) ฝักเป็นฝักแบน ๆ มีขนสีน้ำตาลนุ่มคล้ายฝักฝาง สีเขียวอ่อน (พีระพล และคณะ, 2558) สรรพคุณของย่านางแดง ได้แก่ เหง้าฝนกับน้ำหรือน้ำชาข้าวหรือต้มดื่ม ใช้กระทุ้งพิษไข้ กินพิษยาเบื่อเมา ยาสั่ง ยาสำแดง ถอนพิษ และแก้พิษไข้ทั้งปวง (Bunluepuech et al., 2013) ชับพิชโลหิตและน้ำเหลือง แก้ท้องผูก เถา ใช้ดับพิษร้อน ถอนพิษไข้ แก้พิษทั้งปวง พิษเบื่อเมา ถอนพิษผิดสำแดง แก้ไข้พิษ ไข้กาฬ ไข้หัว ไข้เชื่องซึม ไข้สุกใส ไข้ป่าเรื้อรัง ไข้ทับระดู ไข้กลับไข้ซ้ำ (Wutthithammavet, 1997) ใบและเถา ชงเป็นชาล้างสารพิษได้ แก้อาการต่างจากยาฆ่าแมลงและเกิดอาการแพ้ต่างๆ โดยใช้ใบ หรือ ใช้เถาต้มดื่มเป็นประจำ จะช่วยลดอาการดังกล่าวได้ หรือกินแทนน้ำ (รัชณี และไชยา, 2556)



(a) ใบย่านางแดง



(b) ดอกย่านางแดง

Figure 1 *Bauhinia strychnifolia* Craib.

2.2 เครื่องอย่างแบบสองสายพานลำเลียง (Double belt conveyor dryer)

เครื่องอย่างใบชาสมุนไพรถูกออกแบบเป็นระบบสองสายพานที่ไหลต่อเนื่อง สามารถปรับความเร็วในการลำเลียงใบชาเพื่ออย่างชาสมุนไพรสดได้ที่อัตราการผลิตไม่น้อยกว่า 10 kg h^{-1} ดังแสดงใน Figure 2 โดยมีองค์ประกอบดังนี้

2.2.1 สายพานลำเลียง

สายพานลำเลียงที่เลือกใช้คือ สายพานลวดสแตนเลส ซึ่งใช้สำหรับงานลำเลียงวัสดุไปตามแนวที่ต้องการได้ ทั้งในระยะทางไกลและระยะทางใกล้ เหมาะสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรมเบา เช่น ลำเลียงแก้วและเซรามิก ฯลฯ ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ใช้ในการลำเลียงบอร์ดและชิ้นส่วนอื่นๆ อีกทั้งยังสามารถลำเลียงวัสดุผ่านความร้อนเข้าตู้อบได้อีกด้วย

2.2.2 มอเตอร์และชุดควบคุม

ใช้มอเตอร์ AC ยี่ห้อ Suntech รุ่น DC05GU 150 ที่มีกำลัง 150 วัตต์ แรงดัน 24 โวลต์ ความเร็วสูงสุด 1800 รอบต่อนาที และมีกระแส 0.9 แอมป์ ทำหน้าที่เคลื่อนที่สายพานตะแกรงเข้าสู่เครื่องอย่างโดยมีชุดควบคุมเป็นตัวควบคุมความเร็วของการหมุนของสายพาน และสามารถบอกเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของถาดวัสดุออกจากเครื่องอย่างได้ด้วยเช่นกัน โดยใช้มอเตอร์ 1 ตัว และชุดควบคุม 1 ชุด ในระบบลำเลียงแบบสองสายพาน

2.2.3 สแตนเลส

สแตนเลสที่ใช้ในการสร้างเป็นโครงตัวถังของเครื่องอย่างใบชา มี 2 แบบ คือ แบบสแตนเลสแผ่น และแบบสแตนเลสฉาก ในส่วนแบบสแตนเลสแผ่นใช้ สแตนเลสเบอร์ 301S ที่มีขนาด ยาว 3,048 mm x กว้าง 1,219 mm x หนา 3 mm เนื่องจากสแตนเลส เบอร์ 301S เป็นวัสดุที่สามารถทนความร้อนได้ดีสูง ประมาณ $1,150^{\circ}\text{C}$ ซึ่งเหมาะกับงานประเภท เตอบ เตาลอม และเตาย่าง

2.2.4 ฉนวนกันความร้อน

ฉนวนกันความร้อนใช้เพื่อป้องกันความร้อนออกจากตัวเครื่อง เป็นฉนวนใยแก้วกันความร้อน ที่สามารถทนความร้อนได้ถึง 540°C และมีความยืดหยุ่นจึงสามารถคืนตัวได้ดี หลังการกดทับจึงไม่สูญเสียความเป็นฉนวน และยังมีวัสดุปิดผิวกันความชื้นเมื่อเลือกความหนาแน่นที่เหมาะสมจะไม่เกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำจากความแตกต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอก สามารถคงความสภาพการเป็นฉนวนได้ยาวนาน และไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์

2.2.5 ถาดตะแกรง

ถาดตะแกรงทำหน้าที่ในการวางวัสดุหรือชิ้นงานที่เราต้องการอย่างก่อนที่จะนำไปวางในสายพานลำเลียง ถาดตะแกรงจะทำให้วัสดุหรือชิ้นงานรับความร้อนได้ทั้งด้านบนและด้านล่าง ซึ่งถาดตะแกรงที่ใช้ทำมาจากสแตนเลสเนื่องจากมีคุณสมบัติทนความร้อนได้ดี และไม่ก่อให้เกิดสนิม และเพื่อความปลอดภัยและความ

สะอาดของวัสดุหรือชิ้นงาน ซึ่งจะมีขนาดความกว้าง 50 cm และความยาว 50 cm

2.2.6 ชุดรางล้อเลื่อน

ชุดรางล้อเลื่อนทำหน้าที่ในการลำเลียงถาดวัสดุเข้าไปเก็บในชั้นวางถาดเพื่อให้ถาดคลายคลายความร้อนได้ง่ายขึ้น ซึ่งเมื่อถาดวัสดุออกจากเตาย่างแล้วจะสามารถเลื่อนออกออกจากเตาย่างเข้าไปเก็บในชั้นได้เองโดยมีชุดรางล้อเลื่อนในการลำเลียง

2.2.7 ชั้นวางถาด

ชั้นวางถาดจะทำหน้าที่เก็บถาดวัสดุเมื่อถาดลำเลียงออกจากเตาย่าง โดยถาดจะเข้าไปเก็บในชั้นถาดเองอัตโนมัติ โดยไม่ต้องให้คนจับถาดไปวางเนื่องจากถาดจะยังมีความร้อนอยู่ โดยจะมีชุดล้อเลื่อนช่วยในการเก็บถาดด้วย ทั้งยังมีล้อที่ขาของชั้นวางถาดเพื่อให้เคลื่อนย้ายชั้นวางถาดได้สะดวกและใช้จำนวนคนน้อยลง โครงสร้างของชั้นวางถาดผลิตจากสแตนเลส เนื่องจากสแตนเลสสามารถทนความร้อนได้ดี และไม่ก่อให้เกิดสนิม

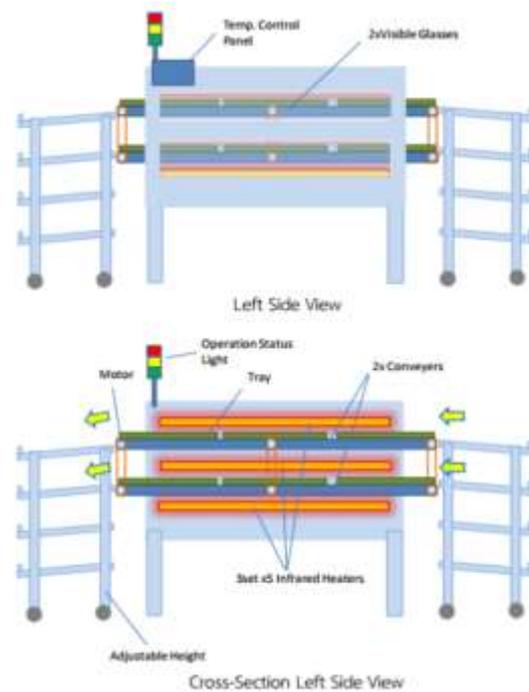


Figure 2 Structure of Infrared double belt conveyor dryer.



Figure 3 Grilling with Charcoal stove.

2.3 การทดสอบปริมาณสารสำคัญ

การวิเคราะห์ทดสอบเพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์บางชนิด ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพของชาสมุนไพรด้วยวิธี High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) ตามวิธีของ Jorjong et al. (2015) โดยการนำสารสกัดสมุนไพรมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC-DAD system (Shimadzu, Japan) ที่ประกอบด้วยปั๊มรุ่น LC-20AC และตัวตรวจวัดรุ่น SPD-M20A และใช้คอลัมน์ คอลัมน์ Inertsil ODS-3 (GL Science Inc., Japan) (4.6 mm x 250 mm, 5µm) ใช้ส่วนป้องกันคอลัมน์ Inertsil ODS-3 (GL Science Inc., Japan) (4 mm x 10 mm, 5µm) ตั้งปริมาตรฉีดที่ 20 µl สารละลายของเฟสเคลื่อนที่ของสารฟลาโวนอยด์คือ อะซิโตรไนโตร-น้ำปราศจากไอออน (2: 97.8 ปริมาตรต่อปริมาตร) ซึ่งประกอบด้วย 0.2% กรดฟอสฟอริก (สารละลาย A) และอะซิโตรไนโตร-น้ำปราศจากไอออน (97.8: 2 ปริมาตรต่อปริมาตร) ซึ่งประกอบด้วย 0.2% กรดฟอสฟอริก (สารละลาย B) ตั้งอัตราการไหลที่ 0.6 ml/min อุณหภูมิคอลัมน์ 40°C โดยตรวจวัดด้วยเครื่อง diode array detector ที่ความยาวคลื่นที่ 254 nm ใช้ระบบการชะแบบเกรเดียนต์นี้ เริ่มที่ 20% ของสารละลาย B จนถึง 50% ของสารละลาย B ในเวลา 30 นาที, และ 60% ของสารละลาย B ในเวลาที่ 35 และ 20% ของสารละลาย B ในเวลาที่ 40 หลังจากนั้นใช้ความเข้มข้นคงที่ที่ 20% ของสารละลาย B จนถึงเวลาที่ 55 หาปริมาณสารโดยเทียบกับสารมาตรฐานโดยใช้สภาวะเดียวกัน

การวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดโดยนำตัวอย่างที่ซัดที่ทราบความเข้มข้นมา 0.5 ml เติมสารละลาย NaNO₂ (7%) ปริมาณ 0.15 ml ผสมให้เข้ากันบ่มเป็นเวลา 6 นาที แล้วเติม AlCl₃ (10%) ปริมาณ 0.3 ml รอ 5 mins แล้วเติมสารละลาย 1 M ของ NaOH ปริมาณ 1 ml ผสมให้เข้ากันก่อนนำไปตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 nm ดัดแปลงจากวิธีการของ Wanyo et al. (2011) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ สารมาตรฐานที่ใช้ทำกราฟปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดคำนวณโดยใช้ (+)-catechin เตรียมที่ความเข้มข้น 0-400 µg ml⁻¹ เป็นสารมาตรฐาน แสดงผลในหน่วย mg CE (10g⁻¹ DW)

ทดสอบฤทธิ์การต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากตัวอย่าง ด้วยสาร 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ตามวิธีการของ Kaisoon et al. (2005) แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm ด้วยเครื่อง UV-vis spectrophotometer (UV-1700, Shimadzu, Japan) คำนวณประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ (% Inhibition) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{Inhibition (\%)} = [(A_{\text{DPPH}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{DPPH}}] \times 100.$$

เมื่อ A_{DPPH} = ค่าดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH

A_{sample} = ค่าดูดกลืนแสงของตัวอย่างหลังทำปฏิกิริยากับสารละลาย DPPH

2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญอย่างน้อย 3 ซ้ำ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Windows SPSS แสดงผลด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ (P value < 0.05) โดยใช้ Duncan's new multiple range test

3 ผลและวิจารณ์

เครื่องอบชาสมุนไพรที่ทำการออกแบบสามารถอย่างชาสมุนไพรสดได้ปริมาณที่เพียงพอต่อการผลิตที่ 10 kg ต่อชั่วโมง เครื่องอบชาสมุนไพรได้ถูกออกแบบเป็นระบบสองสายพานที่ไหลต่อเนื่อง สามารถปรับความเร็วในการลำเลียงใบชาได้ (Figure 4) สายพานแต่ละตัวมีพื้นที่วางใบชาสมุนไพรขนาด 60 cm x 120 cm = 7,200 cm² ดังนั้นจะมีพื้นที่วางใบชาสมุนไพรรวมเป็น 14,400 cm² ใบย่นางแดงสด แต่ละใบมีขนาดพื้นที่และน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 15 cm² และ 1 g ตามลำดับ จะได้ว่า ในหนึ่งรอบการทำงานของเครื่องสามารถจุใบชาได้ประมาณ 960 ใบ คิดเป็น 0.96 kg ซึ่งจากการทดสอบใบย่นางแดงสดดังกล่าวสามารถอย่างสุกกรอบได้ภายในเวลาไม่เกิน 5 mins ที่ระดับอุณหภูมิแหล่งความร้อนประมาณ 80 – 100°C หรือในหนึ่งชั่วโมงจะสามารถอย่างใบย่นางแดงสดได้ 11.52 kg และหากเพิ่มอุณหภูมิขึ้นเป็น 120-150 °C เครื่องจะสามารถอย่างใบย่นางแดงให้สุกกรอบได้ด้วยเวลาไม่เกิน 3 mins ดังนั้นในหนึ่งชั่วโมงก็จะสามารถอย่างใบย่นางแดงสดได้คิดเป็น 19.2 kg ต่อชั่วโมงโดยประมาณ ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้



Figure 4 Double belt conveyor dryer: อนุสิทธิบัตร เลขที่ 10845 (ชลธิ และรัชณี, 2558).

จาก Table 1 ผลการทดลองอย่างไบบ่างแดงด้วยเครื่องอย่างแบบสองสายพาน (Figure 4) เทียบอุณหภูมิน้ำหนักของวัตถุดิบ และเวลา พบว่า ที่อุณหภูมิ 80°C น้ำหนักของวัตถุดิบ 50 g เวลาในการย่างที่เหมาะสม อยู่ในระยะเวลาประมาณ 3-4 mins ที่อุณหภูมิ 90 °C น้ำหนักของวัตถุดิบ 50 g เวลาในการย่างที่เหมาะสม อยู่ในระยะเวลาประมาณ 3 mins ที่อุณหภูมิ 100 °C น้ำหนักของวัตถุดิบ 50 g เวลาในการย่างที่เหมาะสม อยู่ในระยะเวลาประมาณ 2-3 mins ที่อุณหภูมิ 110 °C น้ำหนักของวัตถุดิบ 50 g เวลาในการย่างที่เหมาะสม อยู่ในระยะเวลา 2 mins ที่อุณหภูมิ 120°C น้ำหนักของวัตถุดิบ 50 g เวลาในการย่างที่เหมาะสม อยู่ในระยะเวลา 2 mins เมื่อเทียบกับการย่างด้วยเครื่องเตาถ่านธรรมดา (Figure 3) น้ำหนักวัตถุดิบจำนวน 50 g สามารถวัดอุณหภูมิการย่างได้ 112°C โดยใช้เวลานานถึง 20 นาที

Table 1 *B. strychnifolia* 50 g grilling with double belt conveyor dryer (DBCD: test 1-6) and charcoal stove (CS: test 7) at different temperatures (°C) and times (mins).

Test ^a	Grilling with	Temperature (°C)	Time (mins)
1	DBCD	80	3
			4
2	DBCD	90	3
3	DBCD	100	2
4	DBCD	110	2
5	DBCD	112	2
6	DBCD	120	2
7	CS	112	20

^a*B. strychnifolia* grilling with double belt conveyor dryer (Figure 4) and charcoal stove (Figure 3) for tea product

จาก Table 2 พบว่า สารสำคัญประเภท Gallic acid จะมีปริมาณสูงเมื่อทำผลิตภัณฑ์อย่างแดงด้วยเครื่องอย่างแบบสองสายพานด้วยอุณหภูมิสูง และใช้เวลาสั้นกว่า เช่น การย่างด้วยเครื่องอย่าง ที่อุณหภูมิ 110-112°C เป็นเวลา 2 mins และให้ผลใกล้เคียงกับการย่างด้วยเครื่องอย่างที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 3 mins สารสำคัญประเภท Syringic acid และ P-cumaric acid จะมีค่าสูงกว่าเมื่อทำการย่างอย่างแดง อุณหภูมิต่ำกว่าคือ 80°C.

Table 2 Comparison of Phenolic acid content (mg (10g1) DW) of *B. strychnifolia* using HPLC after grilling with double belt conveyor dryer (DBCD) and charcoal stove (CS) at different temperatures (°C) and times (mins).

Process	Phenolic acid content ^a (mg/10g DW)		
	Gallic acid	Syringic acid	P-cumaric acid
DBCD 80°C, 3 mins	5.17± 0.12b	1.01±0.60b	2.21±0.33c
DBCD 80°C, 4 mins	4.18±0.05d	.97±0.09b	3.89±0.06a
DBCD 90°C, 3 mins	5.13±0.28b	.61±0.14bc	2.24±0.27c
DBCD100°C, 2 mins	2.97±0.06e	.71±0.34bc	3.27±0.13b
DBCD 110°C, 2 mins	5.22±0.25b	.67±0.06bc	3.56±0.31ab
DBCD 112°C, 2 mins	5.13±0.18b	.51±0.01c	1.34±0.12d
DBCD 120°C, 2 mins	4.48±0.02c	.60±0.03bc	2.30±0.28c
CS 112°C, 20 mins	4.75±0.25c	.92±0.03bc	3.30±0.16b

^a Values are means± SD (n=3). Values in the columns with different letters are significantly different (P < 0.05), according to Duncan's multiple range test

Table 3 Comparison of Flavonoid constituents of *B. strychnifolia* using HPLC after grilling with double belt conveyor dryer (DBCD) and charcoal stove (CS) at different temperatures (°C) and times (mins)

process	Flavonoid constituents ^a (mg CE /10g DW)			
	(+)-Catechin	Myricentin	Quercetin	Kaempferol
DBCD 80°C, 3 mins	13.42±3.27cd	136.40±0.71c	ND	ND
DBCD 80°C, 4 mins	16.82±0.12b	206.81±1.57a	ND	ND
DBCD 90°C, 3 mins	10.17±2.13e	122.01±3.27d	ND	ND
DBCD100°C, 2 mins	5.03±1.05d	203.96±3.66a	ND	ND
DBCD110°C, 2 mins	4.82±0.45d	200.29±1.88a	ND	ND
DBCD112°C, 2 mins	14.98±0.99bc	94.32±0.90e	ND	ND
DBCD120°C, 2 mins	11.87±0.82e	162.73±13.27b	ND	ND
CS 112°C, 20 mins	17.54±0.20b	56.29±1.67f	ND	ND

^a Values are means± SD (n=3) ; ND, not detected. Values in the columns with different letters are significantly different (P < 0.05), according to Duncan's multiple range test.

จาก Table 3 พบว่า สารสำคัญประเภท (+)-Catechin จะมีปริมาณสูงเมื่อทำผลิตย้านางแดงด้วยอุณหภูมิสูง และใช้เวลาสั้น เช่น การย่างที่อุณหภูมิ 112°C เป็นเวลา 2 mins และให้ผลใกล้เคียงกับการย่างที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่า คือ 80°C ในเวลาที่ยานางกว่าเล็กน้อย คือ 4 mins สารสำคัญประเภท Myricetin จะมีค่าสูงกว่าเมื่อทำการย้านางแดงที่อุณหภูมิต่ำกว่าคือ 80°C เป็นเวลา 4 mins และที่อุณหภูมิ 100-110°C เป็นเวลา 2 mins สารสำคัญประเภท Quercetin และ Kaempferol ตรวจไม่พบในใบย้านางแดงเมื่อใช้วิธีการวัดด้วยเครื่อง HPLC

จาก Table 4 พบว่า การตรวจวัดปริมาณฟลาโวนอยด์โดยรวม จะมีปริมาณสูงกว่าเมื่อย้านางแดงด้วยเครื่องแบบสองสายพานลำเลียงที่อุณหภูมิสูง และใช้เวลาสั้น เช่น การย่างที่อุณหภูมิ 120 °C เป็นเวลา 2 mins และให้ผลใกล้เคียงกับการย่างที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่า คือ 80 °C ในเวลาที่ยานางกว่าเล็กน้อย คือ 4 mins ซึ่งมีค่า 77.91 และ 71.45 mgCE/100g DW ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าปริมาณฟลาโวนอยด์ของใบย้านางแดงที่ได้จากการอบด้วยตู้อบลมร้อน มีค่าเท่ากับ 122.10 mgCE/100g DW (Kaeothaisong et al., 2016)

Table 4 Comparison of total flavonoid content (TFC) and antioxidant activity (VCEAC) of *B. strychnifolia* grilling with double belts conveyor dryer (DBCD) and charcoal stove (CS) at different temperatures (°C) and times (mins)

Process	TFC (mgCE/100g DW)	VCEAC (mmolVCEAC/g DW)
DBCD 80°C, 3 mins	54.26±4.02bc	93.43±0.24a
DBCD 80°C, 4 mins	71.45±5.59ab	93.72±0.57a
DBCD 90°C, 3 mins	65.61±4.20b	93.50±0.16a
DBCD 100°C, 2 mins	65.51±1.26b	94.00±0.24a
DBCD 110°C, 2 mins	67.59±9.41b	93.91±0.29a
DBCD 112°C, 2 mins	51.86±2.62c	92.43±0.14b
DBCD 120°C, 2 mins	77.91±10.22a	93.59±0.25a
CS 112°C, 20 mins	63.43±4.16bc	93.87±0.43a

^a Values are means± SD (n=3) ; ND, not detected.

Values in the columns with different letters are significantly different ($P < 0.05$), according to Duncan's multiple range test.

สารต้านอนุมูลอิสระเมื่อวัดด้วยวิธี VCEAC จะมีค่าใกล้เคียงกันเมื่อทำการย้านางที่อุณหภูมิระหว่าง 80-120 °C เป็นเวลา 2-4 mins และใกล้เคียงกับการย้านางแดงด้วยอุณหภูมิ 112°C เป็นเวลา 20 mins แสดงว่า การผลิตชาสมุนไพรย้านางแดง การย่างด้วยเครื่องแบบสองสายพานลำเลียงมีคุณภาพในการต้านอนุมูลอิสระ ใกล้เคียงกับวิธีย่างด้วยเตาถ่าน

4 สรุป

เครื่องแบบสองสายพานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในอุณหภูมิที่สอดคล้องกับระยะเวลาในการย่างที่ใช้เวลาน้อย เมื่อใช้เครื่องที่อุณหภูมิ 110°C ใช้เวลา 2 mins ปริมาณวัตถุดิบ 50 g จะได้ใบย้านางแดงที่กรอบทั่วทั้งใบ ให้กลิ่นหอมได้ดีที่สุด และในระยะเวลา 2 mins โดยความเร็วรอบของมอเตอร์อยู่ที่ 3.16 rpm ต่อวินาที ในการย่างใบย้านางแดงนี้ด้วยระบบลำเลียงแบบสองสายพานที่ได้ออกแบบไว้ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ออกมาทั้งหมด 200 g เมื่อคิดเป็นชั่วโมงจะได้ผลิตภัณฑ์ถึง 6 kg ต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือ สามารถผลิตได้มากกว่า 10 kg ต่อวัน

เมื่อใช้อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม เครื่องแบบสองสายพานลำเลียง สามารถให้ค่าขององค์ประกอบทางเคมีสูงกว่า และสารต้านอนุมูลอิสระใกล้เคียงกันกับการย่างด้วยเตาถ่าน ดังนั้น เครื่องแบบสองสายพานจึงเป็นเครื่องที่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5 กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความร่วมมือและความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ขอขอบพระคุณแหล่งทุนวิจัยทุนอุดหนุนโครงการวิจัยในการบ่มเพาะธุรกิจวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ขอขอบคุณศูนย์ความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และผู้บริหาร และบุคลากรของศูนย์ความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมทุกท่าน ขอขอบคุณ บริษัท เดอะ กิฟวิง ที่ จำกัดและขอขอบคุณผู้บริหาร และ บุคลากรสถาบันวิจัยวลัยรุกขเวช ศูนย์เครื่องมือกลาง ศูนย์นวัตกรรมใหม่ ที่ได้มีส่วนร่วมในการวิจัย และการให้การอำนวยความสะดวกในการวิจัยครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

6 เอกสารอ้างอิง

ชลธิ์ โพธิ์ทอง และ รัชณี นามมาตย์. (2558). อนุสิทธิบัตร เลขที่ 10845. เครื่องแบบปรับอุณหภูมิได้ด้วยหลอดอินฟราเรด ที่มีสองสายพาน. กรุงเทพฯ: กรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์.
 พิระพล ไสสะอาด, วรณชัย ชาแทน สุริรา มณีฉาย. 2015. ความหลากหลายของพืชสกุลชงโค (*Buahinia* L.) ในภาค

- ตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. วารสารวิจัย มสค สาขา
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 8(2), 87-116.
- รัชนี้ นามมาตย์ และไชยา สนิท. (2556). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชา
สมุนไพรจากสมุนไพรพื้นบ้านในผลิตภัณฑ์ชาเพื่อสุขภาพ
(รายงานผลการวิจัย). มหาสารคาม: ศูนย์ความร่วมมือกับ
ภาคอุตสาหกรรม.
- Bunluepuech, K., Wattanapiromsakul, C., Madaka, F.,
Tewtrakul, S. 2013. Anti-HIV-1 and anti-allergic
activities of *Bauhinia strychnifolia*. Songklanakarin
Journal of Science and Technology. 35(6), 659-664.
- Jorjong, S., Butkhup, L., Samappito, S. 2015.
Phytochemicals and antioxidant capacities of Mao-
Luang (*Antidesma bunius* L.) cultivars from
Northeastern Thailand. Food Chemistry 181, 248-
255.
- Kaisoon, O., Siriamornpun, S., Weerapreeyakul, N.,
Meeso, N. 2011. Phenolic compounds and
antioxidant activities of edible flowers from
Thailand. Journal of Functional Foods 3, 88-99.
- Kaeothaisong, N., Nam-Matra, R. and Khammuang, S.
2016. Pancreatic Lipase Inhibitory Activity of
Selected Herbal infusions. In: Moongngam, A.,
Ruangwittayanusorn, K., Butkhup, L.,
Duangkhamchan, W., Keewduangta, W.,
Thaimuangphol, W., Sutthi, N. (Eds). Proceedings of
the Third International Postgraduate Symposium on
Food Agriculture & Biotechnology, 103-114. Faculty
of Technology, Mahasarakham University: IPSFAB
International. 7-8 September 2016, Maha Sarakham,
Thailand.
- Wanyo, P., Siriamornpun, S., Meeso, N. 2011.
Improvement of quality and antioxidant properties
of dried mulberry leaves with combined far-infrared
radiation and air convection in Thai tea process.
Food and Bioproducts Processing 89, 22-30.
- Wutthithammavet, W. 1997. Thai Traditional Medicine.
Odean Store Press. Bangkok.