วารสารวิจัย ราชภัฏเชียงใหม่

ประจำปีที่ 11 ฉบับที่ 2 เมษายน - กันยายน 2553

ISSN 1513-8410

วารสารวิจัยราชภัฏเชียงใหม่

RAJABHAT CHIANG MAI RESEARCH JOURNAL

ประจำปีที่ 11 ฉบับที่ 2 เมษายน – กันยายน 2553 ISSN 1513-8410

ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองเดช วงศ์หล้า อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

ผู้ทรงคุณวุฒิ

ศ.ดร.กิตติชัย วัฒนานิกร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศ.ดร.มนัส สุวรรณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.น.สพ.ดร.สุริชัย โรจนเสถียร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.โกสุม สายใจ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
ศ.อำนวย ขนันไทย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร.สินธุ์ สโรบล มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รศ.ดร.สมพงษ์ วิทยศักดิ์พันธุ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร.ทัตพร คุณประดิษฐ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ดร.เฉลิมชัย ไชยชมพู มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
รศ.สนิท สัตโยภาส มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ดร.เกตุมณี มากมี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
รศ.น.สพ.ศุภชัย ศรีธิวงค์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
รศ.ศิริพร ปัญญาบาล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
รศ.ดร.วรรณวดี ม้าลำพอง อดีตอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
รศ.ดร.อมรา ทีปะปาล อดีตคณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บรรณาธิการ

ผศ.มนตรี ศิริจันทร์ชื่น ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ผศ.ดร.ชวิศ จิตรวิจารณ์ รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
ผศ.วิไลลักษณ์ กิติบุตร รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

นางวราภรณ์ กิจจนศิริ รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

กองบรรณาธิการ

นางสุมาลี แก้วไสย หัวหน้าสำนักงานสถาบันวิจัยและพัฒนา
น.ส.ณัฐธยาน์ สมาเกตุ นักวิชาการศึกษา
น.ส.กรทอง ลีสุวรรณ์ นักวิชาการวิจัย
น.ส.ศิริพร ริพล นักวิเคราะห์นโยบายและแผน
นายปรัชญา ไชยวงค์ นักวิชาการคอมพิวเตอร์
น.ส.กรรณิการ์ ซาซง นักวิชาการเงินและพัสดุ
นายวชิราวุธ สุวรรณคำ เจ้าหน้าที่ธุรการ

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

อาคารราชภัฏเฉลิมพระเกียรติ ชั้น 14 เลขที่ 202 ถนนโชตนา ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300
โทรศัพท์/โทรสาร 0-5388-5950

ข้อความหรือข้อคิดเห็นในวารสารนี้เป็นของผู้เขียนมิใช่ความรับผิดชอบของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

คำนำ

วารสารวิจัยราชภัฏเชียงใหม่เป็นวารสารทางวิชาการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่แลกเปลี่ยนประสบการณ์ ความรู้ งานวิจัย งานวิชาการและงานวิทยานิพนธ์ของคณาจารย์ บุคลากร นักศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่และสถาบันการศึกษาอื่นๆ ตลอดจนนักวิจัยทั่วไป มีการพิมพ์เผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ (ประจำเดือนตุลาคม-เดือนมีนาคม และเดือนเมษายน-เดือนกันยายน) ดำเนินการเผยแพร่โดยจัดส่งให้สถาบันอุดมศึกษาทุกสถาบัน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สำนักงานการอุดมศึกษา และหน่วยงานวิจัยต่างๆ การตีพิมพ์ต้นฉบับที่เสนอขอลงตีพิมพ์จะต้องไม่เคยลงตีพิมพ์ในวารสารใดๆ มาก่อนหรือไม่อยู่ระหว่างเสนอขอลงตีพิมพ์ในวารสารอื่น และต้องผ่านการประเมินกลั่นกลองให้ความเห็นและตรวจแก้ไขโดยผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่เกี่ยวข้อง เมื่อได้รับการตีพิมพ์ในวารสารนี้ถือเป็นสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ การนำต้นฉบับไปตีพิมพ์ใหม่ต้องได้รับอนุญาตจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่และเจ้าของต้นฉบับก่อน ผลการวิจัยและความคิดเห็นที่ปรากฏในบทความต่างๆ เป็นความรับผิดชอบของผู้เขียนบทความ ทั้งนี้ไม่รวมความผิดพลาดอันเกิดจากเทคนิคการพิมพ์

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ขอขอบคุณนักวิจัยทุกท่านที่ส่งบทความวิจัยมาลงในวารสาร และหวังว่าบทความดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ในแวดวงวิชาการที่เกี่ยวข้องต่อไป

บรรณาธิการ
วารสารวิจัยราชภัฏเชียงใหม่

สารบัญ

5 การพัฒนาชุดฝึกทักษะการอ่านและเขียนสำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 1 ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ สำหรับครูในโรงเรียนชุมชนเมือง จังหวัดเชียงใหม่
The Development of Reading and Writing Skill Package for the Students with Learning Disabilities in First Level Primary Education for the Teachers in Urban Community Schools in Chiangmai Province
• ดร.เกตุมณี มากมี

19 การศึกษาผลการใช้กรณีศึกษาสอนเรื่องเทคนิคการฝึกอบรมในรายวิชาเทคนิคการฝึกอบรมและการประชุม
The Result of Using a Case Study Approach in Training Techniques, within Techniques in Training and Conference Course.
• ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิรวรรณ บุญมี

29 การประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา ตามหลักสูตรนิเทศศาสตรบัณฑิต โดยนักศึกษาสาขาวิชานิเทศศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
The Quality of the Educate Evaluation in the Curriculum of Bachelor of Communication Arts by the Students of Communication Arts, Faculty of Management Science Chiang Mai Rajabhat University
• ศุภณิช จันทร์สอง

39 การใช้วิธีสอนแบบโครงงาน สอนวิชาการใช้ภาษาญี่ปุ่นเพื่อการท่องเที่ยว 2
The Method Teaching by a Project to Teach for Japanese Toursim 2
• วิลาวัณย์ หงษ์อนุรักษ์

53 การจัดการความรู้การออกแบบผลิตภัณฑ์และศักยภาพธุรกิจชุมชน ตำบลลวงเหนือ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่
The Knowledge Management Process to Develop Product Designs and Analyze Community Business Potential, Luang Nua Community, Doi-Saket District, Chiang Mai
• ทัศนีพร ประภัสสร

73 การศึกษาเปรียบเทียบคำคุณศัพท์ภาษาจีนกับภาษาไทย
The Comparative Study of Chinese and Thai Adjectives
• หวง หยิงหลี่

85 ประสิทธิผลการปฏิบัติงานของพนักงานส่วนตำบลระดับผู้บริหารศึกษาเฉพาะกรณี: องค์การบริหารส่วนตำบลในเขตจังหวัดสมุทรปราการ
The Performance Effectiveness of Executive Officers: Case Study of the Subdistrict Administrative Organizations in Samutprakan Province
• อรรถสิทธิ์ มณีปุระ

97 การแปรรูปเยลลี่แห้งจากน้ำใบบัวบกด้วยวิธีอินฟราเรดภายใต้สุญญากาศ
Processing of Dried Jelly from Pennywort Juice by Vacuum Infrared
• จินตนาพร สังข์คำ, อรุณี อภิชาติสรางกูร และเกตุการ ดาจันทา

107 คุณภาพของชาใบบัวบกที่ทำแห้งโดยเครื่องอบแบบอินฟราเรดภายใต้สุญญากาศ
Quality of Pennywort Tea Dehydrated by Vacuum Infrared Dryer
• จรรยา โท๊ะนาบุตร, อรุณี อภิชาติสรางกูร และสถิระ หิรัญ

การแปรรูปเยลลี่แห้งจากน้ำใบบัวบกด้วยวิธีอินฟราเรดภายใต้สุญญากาศ

Processing of Dried Jelly from Pennywort Juice by Vacuum Infrared

จินตนาพร สังข์คำ[1], อรุณี อภิชาติสรางกูร[1] และเกตุการ ดาจันทา[2]

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[2] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ประจำปีที่ 11 ฉบับที่ 2 เมษายน – กันยายน 2553

RAJABHAT CHIANGMAI

Research Journal

การแปรรูปเยลลีแห้งจากน้ำใบบัวบกด้วยวิธีอินฟราเรดภายใต้สุญญากาศ

Processing of Dried Jelly from Pennywort Juice by Vacuum Infrared

จินตนาพร สังข์คำ[1], อรุณี อภิชาติสรางกูร[1] และเกตุการ ดาจันทา[2]

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[2] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

บทคัดย่อ

การอบแห้งเยลลีจากน้ำใบบัวบกด้วยเทคนิคอินฟราเรดภายใต้สุญญากาศ โดยใช้อุณหภูมิ 40 50 และ 60°ซ จากนั้นวิเคราะห์ค่าสี ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด และปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่กรดอะเซียติก (asiatic acid) ด้วยวิธี HPLC พบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°ซ ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณกรดอะเซียติก สารประกอบฟีนอลทั้งหมด และแคโรทีนอยด์ทั้งหมดคงเหลืออยู่สูงที่สุด

คำสำคัญ: น้ำใบบัวบก เยลลีแห้ง การอบแห้ง และอินฟราเรดภายใต้สุญญากาศ

Abstract

Jellies made from pennywort juice were dehydrated by vacuum infrared technique with temperature, 40, 50 and 60°C, subsequently, the color values, total phenolic compounds, total carotenoids as well as bioactive components (asiatic acid) were determined with HPLC. The dehydrated jelly processed at temperature 50°C gave rise to products with the highest quantity of asiatic acid also achieved high amount of total phenolic compounds and total carotenoids remaining in the products.

Keyword: pennywort juice, dried jelly, drying and vacuum infrared

บทนำ

ผลิตภัณฑ์กลุ่มเยลลีมีส่วนแบ่งตลาดในประเทศไทยประมาณครึ่งหนึ่งของตลาดลูกกวาด และได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น (สุวรรณา, 2543) แต่เยลลีที่จำหน่ายในตลาดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากสารแต่งกลิ่นรส และสีสังเคราะห์ต่างๆ ผสมกับสารให้รสหวาน และสารที่ทำให้เกิดเจล เมื่อพิจารณาถึงคุณค่าทางโภชนาการแล้ว พบว่าสารอาหารหลักของเยลลี คือ คาร์โบไฮเดรต ซึ่งให้พลังงานเท่านั้น ในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการผลิตเยลลีแห้งจากน้ำใบบัวบก (*Centella asiatica*) เนื่องจากบัวบกมีสมบัติทางเภสัชวิทยาที่น่าสนใจมากมาย เช่น การใช้ใบสดรักษาโรคผิวหนัง รักษาโรคท้องร่วง ตับอักเสบ เยื่อหุ้มสมองอักเสบ ไขข้ออักเสบ ร้อนใน และลดความดันโลหิต ลดน้ำตาลในเลือด เป็นต้น (Wongfhun, 2010; Brinkhaus *et al*., 2000) นอกจากนี้ยังมีรายงานการวิจัยพบว่า บัวบกมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งเกิดจากองค์ประกอบสำคัญในบัวบก ได้แก่ สารประกอบฟีนอล (phenolic compounds) สารกลุ่มไตรเทอร์ปีน (triterpene) ในรูปไกลโคไซด์ ได้แก่เซียติกโคไซด์ (asiaticoside), กรดแมดดิแคสสิค (madecassic acid), แมดดิแคสโซไซด์ (madecassoside) และกรดอะเซียติก (asiatic acid) (Apichartsrangkoon, 2009) ทำให้เยลลีน้ำใบบัวบกไม่เพียงแต่ให้พลังงานเท่านั้น แต่ยังให้คุณประโยชน์ทางด้านเภสัชวิทยาอีกด้วย

การผลิตเยลลีแห้งนิยมใช้เครื่องอบแห้งแบบลมร้อนใช้อุณหภูมิที่ค่อนข้างสูง ซึ่งอาจทำลายสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของใบบัวบกได้ ดังนั้นการอบแห้งด้วยอุณหภูมิต่ำ ดังเช่น วิธีอินฟราเรดภายใต้สุญญากาศ สามารถถนอมสารเหล่านี้ได้ดีกว่า เนื่องจากรังสีอินฟราเรดจะผ่านทะลุเนื้ออาหาร ทำให้โมเลกุลของน้ำในอาหารร้อนขึ้นอย่างรวดเร็วและทั่วถึง จึงใช้เวลาในการอบแห้งน้อย นอกจากนั้นการอบแห้งในสภาวะที่เป็นสุญญากาศ ทำให้น้ำระเหยได้ที่อุณหภูมิต่ำและช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Afzal, 1999) ดังนั้นจึงสามารถลดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ สี กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์ไว้ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมเยลลีจากน้ำใบบัวบก

สกัดน้ำใบบัวบก (*Centella asiatica* (Linn.) Urban) โดยใช้อัตราส่วนของใบบัวบกต่อน้ำ 3 ต่อ 1 โดยน้ำหนัก กวนในหม้อควบคุมอุณหภูมิ 85°ซ ค่อยๆ เติมแคปปาร์-คาร์ราจีแนนร้อยละ 0.8 โลคัสต์บีนกัมร้อยละ 0.2 (GC 300: บริษัทไทยฟูดส์แอนด์เคมีคอล) และน้ำตาลซูโครสร้อยละ 10 จนละลายหมด (จากการทดลองที่ผ่านมา) เทส่วนผสมลงในแม่พิมพ์เยลลีขนาด 2x2x1 เซนติเมตร พักไว้ให้เย็น แล้วแกะออกจากพิมพ์

2. การศึกษาผลของการทำแห้งด้วยวิธีอินฟราเรดภายใต้สุญญากาศต่อคุณภาพของเยลลี น้ำใบบัวบก

นำเยลลีน้ำใบบัวบก ไปอบแห้งด้วยวิธีอินฟราเรดภายใต้สุญญากาศ (vacuum infrared dryer, บริษัท เฟบิกซ์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด, ประเทศไทย) จนมีความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 20-30 โดยใช้ช่วงอุณหภูมิ 3 ช่วงคือ 40 50 และ 60°ซ จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ จุลชีววิทยา และประสาทสัมผัส ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design: CRD) ทดสอบความแตกต่างด้วยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Range Test)

3. การวิเคราะห์ปริมาณกรดอะเซียติก (asiatic acid) ด้วย HPLC โดยดัดแปลงจากวิธีการวิเคราะห์ของ Inamdar (1996)

นำเยลลีแห้งจากน้ำใบบัวบก 1 กรัม สกัดด้วยเมทานอล (methanol, HPLC grade; Fisher Scientific, UK.) ความเข้มข้นร้อยละ 90 ปรับปริมาตรให้ได้ 10 mL นำไปกรองด้วย Nylon filter 0.45 mm (Chromex

Scientific, UK.) นำไปวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง HPLC (Shimasu, Japan) โดยใช้คอลัมน์ Reversed phase C18 (GL Science Inc, Japan) ใช้ส่วนผสมของอะซีโตไนไตร์ (solvent A) และน้ำ (solvent B) เป็น mobile phase ขับเคลื่อนด้วยวิธี gradient system -0 min B 80% A 20%, 30 min B 45% A 55% และ 45 min B 80% A 20% ใช้ flow rate 1.4 mL/min วิเคราะห์ที่อุณหภูมิ 25°ซ ใส่ปริมาณตัวอย่าง 20 mL ใช้ photodiode-array detector ความยาวคลื่น 220 nm จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณจากพื้นที่กราฟโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน

4. ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดโดยใช้วิธีทางสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ตามวิธีการวิเคราะห์ของ (Ketsa *et al.*, 1998)

นำเยลลีแห้งจากน้ำใบบัวบก 1 กรัม สกัดด้วยเอทานอล (Analyticals grade; Fisher Scientific, UK.) ความเข้มข้นร้อยละ 80 ปรับปริมาตรให้ได้ 10 mL นำไปเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 4°ซ เป็นเวลา 20 นาที ปิเปตมา 0.5 mL ใส่ในหลอดทดลอง เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent (Merck, Germany) ความเข้มข้นร้อยละ 12 ปริมาตร 2.5 mL ทิ้งไว้เป็นเวลา 8 นาที เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Merck, Germany) ความเข้มข้นร้อยละ 7.5 ปริมาตร 2 mL ทิ้งไว้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำไปวิเคราะห์โดยใช้เครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ (Rotina 46R, Germany) ที่ความยาวคลื่น 765 nm จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณโดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก

5. ปริมาณสารประกอบแคโรทีนอยด์โดยใช้วิธีทางสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ดัดแปลงจาก AOAC (2000)

นำเยลลีแห้งจากน้ำใบบัวบก 1 กรัม สกัดด้วยตัวทำละลายผสมอะซีโตน 10% กับเฮกเซน 90% นำไปกวนบนเครื่อง hot plate stirrer นาน 10 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แยกกากเยลลีกับส่วนใส โดยเก็บส่วนใสในกรวยแยกขนาด 250 mL ล้างกากเยลลีด้วยอะซีโตน 25 mL ซ้ำ 2 ครั้ง และเฮกเซน 25 mL อีก 1 ครั้ง นำส่วนใสของอะซีโตนและเฮกเซนที่ใช้ล้างกากเยลลีรวมกับส่วนแรกที่อยู่ในกรวยแยก ทำการล้างแยกเอาอะซีโตนออก ด้วยน้ำกลั่นครั้งละ 100 mL 5 ครั้ง แยกส่วนของน้ำที่มีอะซีโตนผสมอยู่ออกจากส่วนที่เป็นเฮกเซนที่มีสารแคโรทีนอยด์ละลายอยู่ นำสารผสมแคโรทีนอยด์ในเฮกเซนไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 2 สารที่กรองได้ไประเหยในตู้ ดูดควันจนแห้ง นำสารที่ระเหยแห้งแล้วมาละลายด้วยสารละลายผสมอะซีโตนความเข้มข้นร้อยละ 10 ใน เฮกเซน ปรับปริมาตรให้ครบ 50 mL นำไปวิเคราะห์โดยใช้เครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ (Rotina 46R, Germany) ที่ความยาวคลื่น 450 nm จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณโดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของเบต้าแคโรทีน

ผลและวิจารณ์

1. คุณภาพทางกายภาพ และเคมีของเยลลีน้ำใบบัวบกที่ผ่านการอบแห้งด้วยวิธีอินฟราเรดภายใต้สุญญากาศ

ผลของอุณหภูมิในการอบแห้งด้วยวิธีอินฟราเรดภายใต้สุญญากาศ ต่อค่าสีของเยลลีน้ำใบบัวบก แสดงใน Table 1

Table 1 Physico-chemical qualities of dried jelly made from pennywort juice dehydrated by vacuum infrared dryer

Quality	Temperature/time(°C/h.)		
	40/5.30	50/2.30	60/1.30
moisture content (% wet basis)	$29.6^{b} \pm 0.10$	$29.8^{a} \pm 0.09$	$28.6^{c} \pm 0.16$
water activity	$0.80^{a} \pm 0.00$	$0.80^{a} \pm 0.00$	$0.79^{b} \pm 0.00$
toughness (N)	$151^{c} \pm 9.1$	$172^{b} \pm 9.86$	$183^{a} \pm 3.85$
L	$28.4^{c} \pm 0.26$	$28.7^{ab} \pm 0.13$	$28.8^{a} \pm 0.14$
*a**	$1.46^{b} \pm 0.04$	$1.11^{c} \pm 0.05$	$1.90^{a} \pm 0.07$
*b**	$2.25^{a} \pm 0.03$	$2.23^{a} \pm 0.02$	$2.18^{b} \pm 0.02$

[a-d]Means values within each row with the different superscript letters were significantly different (P≤0.05)

การอบแห้งเยลลี่น้ำใบบัวบกที่อุณหภูมิ 40°ซ เป็นเวลา 5.30 ชั่วโมงและ 50°ซ เป็นเวลา 2.30 ชั่วโมง เกิดการเปลี่ยนแปลงสีน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 60°ซ เป็นเวลา 1.30 ชั่วโมง เยลลี่น้ำใบบัวบกที่อบแห้งด้วยอุณหภูมิสูงและใช้เวลาในการอบแห้งสั้นจะมีแนวโน้ม ของค่าสี L เพิ่มขึ้น ส่วนค่าสี *a** และ *b** จะมีค่าลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Mujumdar (1987) ซึ่งรายงานว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ มีค่าความเป็นสีแดง (a*) เพิ่มสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งเพิ่มขึ้น โดยการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงจะเกิดสีน้ำตาลได้มากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ สอดคล้องกับค่า *a** ที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เกิดจากหลายสาเหตุ ซึ่งได้แก่ การสลายตัวของสารสี และการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลจากเอนไซม์ และปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ใช่เกิดจากเอนไซม์ (Martinez and Whitaker, 1995)

ค่าความชื้นและ a^{w} ของเยลลี่น้ำใบบัวบกที่อบแห้งด้วยอุณหภูมิสูง อยู่ในช่วงความชื้นของอาหารกึ่งแห้ง ซึ่งกำหนดให้มีความชื้นอยู่ร้อยละ 15-30 และค่า a^{w} อยู่ในช่วง 0.75-0.80 (สุวรรณา, 2543) เมื่อพิจารณาค่าความเหนียวของเยลลี พบว่า เยลลี่ที่อบแห้งด้วยอุณหภูมิสูงมีค่าความเหนียวมากกว่าเยลลี่ที่อบแห้งที่อุณหภูมิต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงจะทำให้น้ำระเหยได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้ผิวหน้าของอาหารแห้งแข็ง (Achanta and Okos, 2000) โดยจากการศึกษาของ Mujumdar (1987) พบว่าการอบแห้งแบบสุญญากาศทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นรูพรุนมากกว่าการอบแห้งแบบลมร้อน ซึ่งการยุบตัวของโครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงรูพรุน รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสระหว่างการอบแห้งเป็นปัจจัยสำคัญในการยอมรับของผู้บริโภค

ผลของอุณหภูมิในการอบแห้งเยลลี่น้ำใบบัวบกด้วยเครื่องอบแห้งแบบอินฟราเรดภายใต้สุญญากาศต่อปริมาณกรดอะเซียติก ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และปริมาณแคโรทีนอยด์ แสดงใน Table 2

Table 2 Chemical qualities of dried jelly made from pennywort juice dehydrated by vacuum infrared dryer

Temperature/time (°C/h.)	asiatic acid (mg/100 g)	phenolic compounds (mg GAE/100 g)	carotenoids (mg BCE/100 g)
40/5.30	$3.91^{b} \pm 0.06$	$217^{c} \pm 0.85$	$4.16^{c} \pm 0.24$
50/2.30	$4.55^{a} \pm 0.25$	$265^{a} \pm 1.04$	$4.66^{a} \pm 0.43$
60/1.30	$4.14^{b} \pm 0.21$	$235^{b} \pm 0.84$	$4.42^{b} \pm 0.30$

[a-d]Means values within each column with the different superscript letters were significantly different (P≤0.05)

เยลลี่น้ำใบบัวบกที่อบแห้งด้วยอุณหภูมิ 50°ซ เป็นเวลา 2.30 ชั่วโมง มีปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพคงเหลืออยู่สูงกว่าหน่วยทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) (กรดอะเซียติก เท่ากับ 4.55 mg/100 g สารประกอบฟีนอลทั้งหมด เท่ากับ 265 mg GAE/100 g และแคโรทีนอยด์ทั้งหมด เท่ากับ 4.66 mg BCE/100 g) ส่วนเยลลี่น้ำใบบัวบก ที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 40°ซ เป็นระยะเวลา 5.30 ชั่วโมง มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพคงเหลืออยู่ต่ำที่สุด (กรดอะเซียติก เท่ากับ 3.91 mg/100 g สารประกอบฟีนอลทั้งหมด เท่ากับ 217 mg GAE/100 g และแคโรทีนอยด์ทั้งหมด เท่ากับ 4.16 mg BCE/100 g) อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบกับเยลลี่ที่ไม่ผ่านการอบแห้ง พบว่า เยลลี่น้ำใบบัวบกที่ผ่านการอบแห้งในทุกสภาวะมีกรดอะเซียติก สารประกอบฟีนอลทั้งหมด และแคโรทีนอยด์ทั้งหมด คงเหลืออยู่ร้อยละ 51-60 53-65 และ 59-66 ตามลำดับ ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมา เกี่ยวกับการแปรรูปเยลลี่แห้งจากน้ำบัวบกด้วยวิธีปั๊มความร้อนภายใต้รังสีอัลตราไวโอเลต พบว่ามีปริมาณกรดอะเซียติก สารประกอบฟีนอลทั้งหมด และแคโรทีนอยด์ทั้งหมด คงเหลืออยู่ร้อยละ 33-49 30-48 และ 41-59 ตามลำดับ กล่าวได้ว่าเยลลี่ที่อบแห้งด้วยวิธีอินฟราเรดภายใต้สุญญากาศมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพดังกล่าวคงเหลืออยู่มากกว่า เนื่องจากวัตถุดิบดูดซับความร้อนจากรังสีอินฟราเรดได้ดีกว่าการถ่ายเทความร้อนด้วยการพาความร้อนจากลมร้อน นอกจากนั้นการอบแห้งในสภาวะที่เป็นสุญญากาศ ทำให้น้ำระเหยได้ที่อุณหภูมิต่ำ ช่วยลดการสูญเสียของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้ (Ratti and Mujumdar, 1995) ซึ่งการสูญเสียสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพนั้นเกิดจากผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้ง สอดคล้องกับการรายงานของ Kormin (2005) ที่ได้ศึกษาการแปรรูปน้ำบัวบกผงชงดื่ม ด้วยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย พบว่า การแปรรูปด้วยความร้อนส่งผลต่อการสูญเสียสารประกอบไตรเทอร์พีนไกลโคไซด์ทั้งหมด เนื่องจากเกิดการเสื่อมสลายจากปฏิกิริยาเคมี และการเปลี่ยนแปลงของอะเซียติโคไซด์และแมดดิแคสโซไซด์ไปเป็นสารประกอบอื่นๆ ระหว่างการแปรรูป

นอกจากนั้น Lin *et al*.(1998) ได้เปรียบเทียบปริมาณเบต้าแคโรทีนในแครอทหั่นบาง ที่ผ่านการอบแห้งด้วยไมโครเวฟภายใต้สุญญากาศ และการอบแห้งแบบลมร้อน พบว่าการอบแห้งแบบลมร้อนส่งผลให้เกิดการสูญเสียปริมาณสารเบต้าแคโรทีนมากกว่า เนื่องวิธีการอบแห้งแบบไมโครเวฟภายใต้สุญญากาศ ความร้อนจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงใช้เวลาในการอบแห้งสั้นรวมไปถึงปริมาณออกซิเจนที่ต่ำ จึงทำให้เกิดการสลายตัวของแคโรทีนอยด์เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันต่ำ ซึ่งระดับของปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้นอยู่กับเวลาในการอบแห้ง อุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจน (Suvarnakuta *et al*., 2005)

2. การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของเยลลี่น้ำใบบัวบกที่ผ่านการอบแห้งด้วยวิธีอินฟราเรดภายใต้สุญญากาศ

จากการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของเยลลีจากน้ำใบบัวบกที่ทำแห้งด้วยเครื่องอินฟราเรดภายใต้สุญญากาศที่อุณหภูมิ 40 50 และ 60°ซ พบว่า มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 2.95 2.85 และ 2.76 log CFU/g ตามลำดับ มีปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 2 log CFU/g ในทุกสิ่งทดลอง และปริมาณ *E. coli* น้อยกว่า 3 MPN/g ในทุกสิ่งทดลอง จะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิในการอบแห้ง 60°ซ มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยที่สุด เนื่องจากใช้อุณหภูมิในการอบแห้งที่สูงกว่า ทำให้สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้มากกว่า อย่างไรก็ตาม ปริมาณจุลินทรีย์ในทุกสิ่งทดลอง ถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเยลลีแห้ง (มผช. 520/2547) ซึ่งกำหนดว่าผลิตภัณฑ์เยลลีแห้งจะต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 4 log CFU/g มียีสต์และราน้อยกว่า 2 log CFU/g และมีปริมาณ *E. coli* น้อยกว่า 3 MPN/g

3. คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเยลลีจากน้ำใบบัวบกที่อบแห้งด้วยวิธีอินฟราเรดภายใต้สุญญากาศ

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเยลลีน้ำใบบัวบกที่ผ่านการอบแห้งด้วยอบแห้งอินฟราเรดภายใต้สุญญากาศที่อุณหภูมิ 40 50 และ 60°ซ เป็นเวลา 5.30 2.30 และ 1.30 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยใช้ผู้บริโภคทั่วไปเป็นผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ประเมินความชอบที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์เยลลีแห้งจากน้ำใบบัวบก ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นบัวบก ความยืดหยุ่น ความเหนียวขณะเคี้ยว และความชอบรวม แสดงใน Table 3

การอบแห้งเยลลีน้ำใบบัวบกที่อุณหภูมิแตกต่างกันไม่มีผลต่อความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นบัวบก และความยืดหยุ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.50-3.62 6.36-6.40 และ 5.42-5.48 ส่วนการยอมรับด้านสี ความเหนียวขณะเคี้ยว และความชอบรวม มีแนวโน้มลดลงเมื่ออบแห้งเยลลีด้วยอุณหภูมิสูง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.26-6.74 4.96-5.40 และ 3.64-4.02 ตามลำดับ แสดงว่า ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์อบแห้งด้วยอุณหภูมิต่ำมากกว่าหน่วยทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

Table 3 Sensory evaluation of dried jelly from pennywort juice by vacuum infrared dryer

Temp/Time (°C/h.)	Appearance ^{ns}	Color	Odour ^{ns}	Elasticity ^{ns}	Chewiness	Acceptability
40/5.30	3.62 ± 1.10	6.26^{b} ± 1.05	6.36 ± 1.10	5.48 ± 0.58	5.40^{a} ± 0.99	4.02^{a} ± 0.69
50/2.30	3.54 ± 1.20	6.74^{a} ± 1.07	6.40 ± 1.10	5.44 ± 0.58	5.02^{b} ± 0.89	3.84^{ab} ± 0.87
60/1.30	3.50 ± 1.11	6.34^{ab} ± 1.04	6.36 ± 1.10	5.42 ± 0.54	4.96^{c} ± 1.05	3.64^{b} ± 0.78

$^{a-d}$Means values within each column with the different superscript letters were significantly different (P≤0.05)

ns = non significant difference (P>0.05)

สรุป

อุณหภูมิที่เหมาะสมของการอบแห้งเยลลีจากน้ำใบบัวบกด้วยวิธีอินฟราเรดภายใต้สุญญากาศ คือ 50°ซ นาน 2.30 ชั่วโมง เนื่องจากการทำแห้งที่สภาวะนี้ได้ผลิตภัณฑ์เยลลีแห้งจากน้ำใบบัวบกมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ซึ่งได้แก่ กรดอะเซียติก รวมทั้งปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และแคโรทีนอยด์ทั้งหมดคงเหลืออยู่สูงที่สุด นอกจากนั้นเยลลีที่ได้ทุกสิ่งทดลองมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเยลลีแห้ง (มผช. 520/2547) ถึงแม้ว่าจะไม่ใช่หน่วยทดลองที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดก็ตาม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงอุตสาหกรรม. (2547). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. "เยลลีแห้ง". (มผช. 520/2547)**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.

สุวรรณา สุภิมารส. (2543). **เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช๊อกโกแลต.** พิมพ์ครั้งที่ 1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

อรุณี อภิชาติสรางกูร. (2547). *เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์การอาหารขั้นสูง*. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

Achanta, S. and Okos, M.R. (2000). Quality changes during drying of food polymers. In Mujumdar, A.S. and Suvachittanont. S, editors. *Developments in Drying, vol. II* (pp.195-203), Kasetsart University Press, Thailand.

Afzal, T.M., Abe, T. and Hikida Y. (1999). Energy and quality aspects during combined FIR-convection drying of barley. *Journal of Food Engineering*, 42; 177-182

AOAC. (2000). Official Method of Analysis of AOAC Association. 17th ed. The International of Official Analytical Chemists, Washington D.C., U.S.A.

Apichartsrangkoon, A., Wongfhun, P. and Gordon, M.H. (2009). Flavor characterization of sugar-added Pennywort (*Centella asiatica* L.) juices treated with ultra-high pressure and thermal processes. *Journal of Food Science*, 74; 643-646.

Brinkhaus B., Lindner M., Schuppan D. and Hahn E.G. (2000). Chemical, phamarcological and clinical profile of the East Asia medical plant *Centella asiatica***.** *Journal of Phytomedicine*, 7(5); 427-448.

Inamdar, P. K., Yeole, R. D., Ghogare, A. B. and Souza, N. J. (1996). Determination of biologically active constituents in *Centella asiatica***.** *Journal of Chromatography*, 742; 127-130.

Ketsa, S. and Atantee, S. (1998). Phenolics, lignin, peroxidase activity and increased firmness of damaged pericarp of mangosteen fruit after impact. *Postharvest Biology and Technology*, 14; 117-124.

Kormin, S. B. (2005). *The effect of heat processing on triterpene glycosides and antioxidant activity of herbal pegaga (Centella asiatica* (L.) Urban*)*. Master's. Thesis in Bioprocess: Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia.

Lin, T.M., Durance, T.M. and Scaman, C.H. (1998). Characterization of vacuum microwave, air and freeze-dried carrot slices. *Food Research International*, 31; 111-117.

Martinez, M.V. and Whitaker, J.R. (1995). The biochemistry and control of enzymatic browning. *Journal of Trends in Food Science and Technology*, 6(3); 195-200.

Mujumdar A.S. (1987). *Handbook of industrial drying. 2nd ed*. New York (USA): Marcel Dekker.

Ratti, C. and Mujumdar, A.S. (1999). *Infrared Drying in Handbook of Industrial Drying*, 3rd ed. New York: CRC Press Taylor and Francis Group and Informa Business, 567-588.

Rocha, T., Lebert, A. and Marty-Audouin, C. (1993). Effect of pre-treatments and drying conditions on drying rate and colour retention of basil. Lebensm-Wiss. *Journal of Technology*, 26; 456-463.

Suvarnakuta, P., Devahastin, S. and Mujumdar, A.S. (2005). Drying kinetics and ß-carotene degradation in carrot undergoing different drying processes. *Journal of Food Science*, 70(8); S521-S526.

Wongfhun, P., Apichartsrangkoon, A. and Gordon, M.H. (2009). Flavor characterisation of fresh and processed pennywort (*Centella asiatica* L.) juices. *Food Chemistry*, 119; 69-74.

บทปริทรรศน์

การแปรรูปเยลลีแห้งจากน้ำใบบัวบกด้วยวิธีอินฟราเรดภายใต้สุญญากาศ

Processing of Dried Jelly from Pennywort Juice by Vacuum Infrared

ดร.ศรัล วรุณพันธุ์
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

งานวิจัยที่เน้นการทำผลิตภัณฑ์ขนมหวานให้มีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยอาศัยพืชผักสมุนไพรพื้นบ้านที่มีสรรพคุณทางเภสัชวิทยาเป็นตัวช่วย โดยการวิจัยได้ศึกษาถึงขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการผลิตเยลลี เพื่อให้ได้มาซึ่งกระบวนการที่เหมาะสมที่สุดที่จะทำให้เยลลีที่ผลิตได้มีคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคพร้อมทั้งคงคุณค่าทางเภสัชวิทยาของใบบัวบกไว้ให้ได้มากที่สุด ดังนั้นผลงานวิจัยที่ได้จึงเป็นข้อมูลที่น่าสนใจ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ทางการค้าหรือเชิงอุตสาหกรรมต่อไป อีกทั้งสามารถเป็นต้นแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหวาน ซึ่งโดยทั่วไปถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ด้อยคุณค่าทางโภชนาการนั้นให้กลายมาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ โดยอาจประยุกต์กับพืชผักสมุนไพรพื้นบ้านอื่นๆ ที่มีศักยภาพต่อไป

RAJABHAT CHIANGMAI RESEARCH JOURNAL

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
โทรศัพท์/โทรสาร 0-5388-5950
http://www.research.cmru.ac.th