

ผลของกระบวนการอบแห้งแบบสุญญากาศต่อสมบัติทางกายภาพ-เคมีและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ
ของน้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผง

Effect of Vacuum Drying on Physico-Chemical Properties and Antioxidant Activity of
Coconut Juice Mixed with Coconut Flesh Powder

ถาวร จันทโชติ^{1*}

Thavorn Juntachote^{1*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกระบวนการทำแห้งแบบสุญญากาศต่อคุณสมบัติทางกายภาพ-เคมี และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผง จากการศึกษาสภาวะการอบแห้งแบบสุญญากาศที่ อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 60 kPa ระยะเวลา 6 ชั่วโมง พบว่าเมื่ออุณหภูมิการอบแห้งสูงขึ้น จะส่งผลให้น้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าว (อัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก) ผงมีปริมาณความชื้น ค่าความหนาแน่นจำเพาะ ค่าสีแดง (a^*) และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดลดลงอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ขณะที่ค่าการเกิด สีน้ำตาล ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีเหลือง (b^*) สูงขึ้นอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูล DPPH• ค่า Ferric ion reducing activity และ ค่า Superoxide anion radical scavenging activity สูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ อาจเนื่องมาจากปฏิกิริยาการเกิด สีน้ำตาลแบบไม่มีเอนไซม์เข้าเกี่ยวข้องที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการอบแห้ง

คำสำคัญ: มะพร้าว การอบแห้งแบบสุญญากาศ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ค่าการเกิดสีน้ำตาล

¹อ. ดร. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93110

*Corresponding author: e-mail: tjuntachote@hotmail.com Tel. 074-336369

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 23 ปี 2556

Abstract

The objective of this research is to study the effect of vacuum drying on physico-chemical properties and the antioxidant activity of coconut juice mixed with coconut flesh (ratio 1:1, w/w) powder. The vacuum drying condition at different temperature levels (70, 80 and 90°C) under vacuum pressure of 60 kPa and drying time of 6 hours were investigated. It was found that increasing drying temperature resulted in decreasing moisture content, bulk density, a^* value and total phenolics content while browning value, total soluble solids content, L^* value and b^* value increased. The radical scavenging activities as assessed by DPPH, FRAP and SASA assays showed higher values at high temperature than at low temperatures, which might be due to increase in non-enzymatic browning during the drying process.

Keywords: Coconut, Vacuum drying, Antioxidant activity, Browning value

บทนำ

มะพร้าวจัดเป็นพืชเขตร้อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของไทย และมีการปลูกกันอย่างแพร่หลาย ทั้งในภาคตะวันออกและภาคใต้ของประเทศไทย น้ำมะพร้าวและเนื้อมะพร้าวอุดมไปด้วยสารอาหารที่คุณค่าทางโภชนาการต่อสุขภาพ ที่ประกอบด้วยวิตามินบี 2 บี 3 บี 5 บี 6 วิตามินซี กรดโฟลิก กรดอะมิโน น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว อย่างกลูโคส สารต้านอนุมูลอิสระ และเอนไซม์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีผลช่วยชะลอการเกิดโรคอัลไซเมอร์ การต้านมะเร็ง อีกทั้งสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตและการแบ่งเซลล์ได้ดี [1] แต่น้ำมะพร้าวและเนื้อมะพร้าวเกิดการเสื่อมเสียค่อนข้างง่ายและมีอายุการเก็บรักษาสั้น ดังนั้นเพื่อให้สะดวกต่อการบริโภคและง่ายต่อการเก็บรักษา การอบแห้งจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น การอบแห้งเป็นกระบวนการลดความชื้นของอาหารด้วยการระเหยน้ำ เทคโนโลยีการอบแห้งนั้นมีหลากหลายขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้งาน โดยคำนึงถึงลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ผลระยะเวลาการอบแห้ง คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ต้นทุนการผลิต และพลังงานที่ใช้ในการอบแห้ง เป็นต้น การอบแห้งด้วยสุญญากาศเป็นกระบวนการลดความดันในขณะอบแห้งเพื่อช่วยให้น้ำในเนื้อผลิตภัณฑ์ระเหยได้ที่อุณหภูมิต่ำ จึงสามารถรักษาคุณภาพทางด้านสี กลิ่น รส และคุณค่าทางอาหารไว้ได้ดี ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอบแห้งแบบสุญญากาศที่มีต่อคุณภาพทางกายภาพ-เคมีและกิจกรรมของการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผง

วิธีการวิจัย

การเตรียมวัตถุดิบก่อนการอบแห้ง

นำมะพร้าวน้ำหอมพันธุ์ต้นเตี้ย (*Cocos nucifera* Linn) มาผ่านการเตรียมด้วยวิธีต่างๆ ก่อนการอบแห้ง ดังนี้
1) ผ่าและกรองเอาส่วนน้ำมะพร้าว (TSS = 7.16 °Brix) และปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดให้ได้ เท่ากับ

16 °Brix ด้วยน้ำตาลทราย 2) แยกส่วนเนื้อมะพร้าวอ่อน (TSS = 5.50 °Brix) และบดให้ละเอียด 3) ผสมน้ำมะพร้าวและเนื้อมะพร้าวเข้าด้วยกันในอัตราส่วน 1:1 (โดยน้ำหนัก) 4) เติมนมสดโคแคโรลิน ร้อยละ 7 โดยน้ำหนัก 5) ให้ความร้อนจนนมสดโคแคโรลินละลายหมด 6) แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการทดลองต่อไป

ศึกษาการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศ

นำตัวอย่างน้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวมาอบแห้งในตู้อบสุญญากาศ เพื่อศึกษาที่อุณหภูมิอบแห้ง คือ 70 80 และ 90 °C ที่ความดัน 60 kPa เวลาในการอบแห้งนาน 6 ชั่วโมง และเก็บตัวอย่างน้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผงไว้ในถุงพลาสติกปิดสนิท และเก็บไว้ในโถดูดความชื้นจนกว่าจะนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ-เคมีของน้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผง

นำน้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผงที่ผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ-เคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ด้วยวิธี AOAC [2] ค่าความหนาแน่นจำเพาะ (Bulk density) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด คำนวณด้วย spectrophotometer ในระบบ CIE $L^*a^*b^*$ และค่าการเกิดสีน้ำตาล ด้วยวิธีของ Rattanathanalerk *et al.* [3]

ศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผง

นำน้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผงที่ผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ มาวิเคราะห์ ได้แก่ ปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิก ทั้งหมด ด้วยวิธีการของ Singleton *et al.* [4] ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ด้วยวิธีการของ Hatano *et al.* [5] ค่า Superoxide anion radical scavenging activity ด้วยวิธีการของ Yen and Chen [6] และค่า Ferric ion reducing activity ด้วยวิธีการของ Benzie and Strain [7]

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) แล้วหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลอง ด้วยการทดสอบความแตกต่างโดยวิธี Duncan's Multiple Range ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำเร็จรูป SPSS

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

ผลของการอบแห้งแบบสุญญากาศต่อสมบัติทางกายภาพ-เคมีของน้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผง

จากการอบแห้งน้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวด้วยวิธีสุญญากาศที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดันที่ 60 kPa ระยะเวลา 6 ชั่วโมง พบว่าเมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งที่สูงขึ้นส่งผลให้น้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผงมีปริมาณความชื้น และค่าความหนาแน่นจำเพาะที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 1) ทั้งนี้การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงมีผลให้ปริมาณความชื้นลดลง เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ระเหยไปได้เร็ว และมีผลให้

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 23 ปี 2556

ผลิตภัณฑ์ผงมีรูพรุนอยู่ภายในมากขึ้นทำให้ค่าความหนาแน่นจำเพาะลดลง เมื่อพิจารณาค่าสี พบว่าน้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผงมีค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้น แต่ขณะที่ค่าสีแดง (a^*) ลดลง (ตารางที่ 2) แสดงว่ากระบวนการอบแห้งทำให้ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไป กล่าวคือในระหว่างการอบแห้งผลิตภัณฑ์ผงจะเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่มีเอนไซม์เข้าเกี่ยวข้อง (non-enzymatic browning) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างหมู่คาร์บอนิลในน้ำตาลรีดิวซ์กับอะมิโนอิสระที่มีอยู่ในน้ำและเนื้อมะพร้าว ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงจะมีผลให้ค่าการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 1) ทั้งนี้เนื่องจากความร้อนจะเร่งให้สารตั้งต้นได้แก่ น้ำตาลรีดิวซ์และอะมิโนอิสระ โปรตีนหรือเปปไทด์ในน้ำมะพร้าวและเนื้อมะพร้าวทำปฏิกิริยากันจนเกิดสีน้ำตาล นอกจากนี้พบว่ากระบวนการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะเพิ่มความสามารถในการระเหยของน้ำให้สูงขึ้น จึงมีผลให้น้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผงกึ่งรูปมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงขึ้น (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณความชื้น ค่าความหนาแน่นจำเพาะ ค่าการเกิดสีน้ำตาล ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผงที่อบแห้งแบบสุญญากาศ

อุณหภูมิอบแห้ง (°C)	คุณสมบัติทางกายภาพ-เคมี			
	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ค่าความหนาแน่นจำเพาะ (กรัม/มิลลิลิตร)	ค่าการเกิดสีน้ำตาล (ร้อยละ)	ปริมาณของแข็งที่ละลาย ได้ทั้งหมด (°Brix)
70	$3.84^a \pm 0.18$	$0.93^a \pm 0.06$	$1.2^b \pm 0.23$	$13.8^c \pm 0.76$
80	$3.38^b \pm 0.08$	$0.58^b \pm 0.02$	$2.3^a \pm 0.13$	$16.4^b \pm 0.40$
90	$2.61^c \pm 0.04$	$0.21^c \pm 0.01$	$2.4^a \pm 0.23$	$17.3^a \pm 0.57$

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแต่ละแถวเดียวกัน (a, b, c) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 ค่าสีของน้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผงที่อบแห้งแบบสุญญากาศ

อุณหภูมิอบแห้ง (°C)	L^*	a^*	b^*
70	$44.06^c \pm 2.47$	$2.21^a \pm 0.14$	$8.68^c \pm 0.46$
80	$62.51^b \pm 2.47$	$-1.01^b \pm 0.26$	$11.87^b \pm 1.83$
90	$69.43^a \pm 0.52$	$-1.32^c \pm 0.28$	$20.46^a \pm 0.26$

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแต่ละแถวเดียวกัน (a, b, c) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ผลของการอบแห้งแบบสุญญากาศต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผง

จากการอบแห้งน้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวด้วยวิธีสุญญากาศที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดันที่ 60 kPa ระยะเวลา 6 ชั่วโมง พบว่าเมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้นส่งผลให้น้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งอาจเกิดการเสื่อมสลายที่อุณหภูมิสูง สอดคล้องกับการรายงานของ Piga *et al.* [8] พบว่าเมื่ออุณหภูมิอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °C มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 °C จากการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ พบว่าเมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้นจำทำให้น้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผงมีค่ากิจกรรมการต้านอนุมูล DPPH• ค่า Ferric ion reducing activity และค่า Superoxide anion radical scavenging activity สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความร้อนสูงที่ใช้ในการทำแห้ง ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์จากการเกิดสื่อน้ำตาลแบบไม่มีเอนไซม์เข้าเกี่ยวข้องที่แสดงสมบัติการต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น [9]

ตารางที่ 3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูล DPPH• ค่า Ferric ion reducing activity และค่า Superoxide anion radical scavenging activity ของน้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผงที่อบแห้งแบบสุญญากาศ

อุณหภูมิ อบแห้ง °C)	ปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกทั้งหมด (ไมโครกรัม/มล.)	ค่ากิจกรรมการต้าน อนุมูล DPPH• (ร้อยละ)	ค่า Ferric ion reducing activity (มิลลิโมล/ลิตร)	ค่า Superoxide anion radical scavenging activity (ร้อยละ)
70	21.384 ^a ± 0.001	38.05 ^c ± 0.73	0.012 ^c ± 0.029	21.84 ^c ± 0.94
80	21.370 ^b ± 0.001	44.12 ^b ± 0.86	0.052 ^b ± 0.010	40.15 ^b ± 0.39
90	21.256 ^c ± 0.001	48.31 ^a ± 0.29	0.120 ^a ± 0.030	58.21 ^a ± 0.93

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน (a, b, c) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

สรุปผลการวิจัย

การอบแห้งแบบสุญญากาศเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการผลิตน้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าวผง การอบแห้งสุญญากาศที่อุณหภูมิสูงขึ้นส่งผลให้ปริมาณความชื้น ค่าความหนาแน่นจำเพาะ ค่าสี a^* และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดลดลง ในทางตรงกันข้ามค่าการเกิดสื่อน้ำตาล ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูล DPPH• ค่า Ferric ion reducing activity และค่า Superoxide anion radical scavenging activity ที่สูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] DebMandal, M. and Mandal, S. (2011). Coconut (*Cocos nucifera* L.: Areaceae): In health promotion and disease prevention. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**. **4** (3), 241-247.
- [2] AOAC (2000). **Official Methods of Analysis**. Washington, DC. Association of Official Analytical Chemists.
- [3] Rattanathanalerk, M., Chiewchan, N. and Srichumpoung, W. (2005). Effect of thermal processing on the quality loss of pineapple juice. **Journal of Food Engineering**. **66** (2), 259-265.
- [4] Singh, N. and Rajini, P. S. (2004). Free radical scavenging activity of an aqueous extract of potato peel. **Food Chemistry**. **85** (4), 611-616.
- [5] Hatano, T., Kagawa H., Yasuhara T. and Okuda, T. (1999). Two new flavonoids and other constituents in licorice root: their relative astringency and radical scavenging effects. **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**. **36** (6), 2090-2097.
- [6] Yen, G.C. and Chen, H.Y. (1995). Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. **43**, 27-37.
- [7] Benzie, I. F. F. and Stain, J. J. (1999). Ferric reducing antioxidant power assay: Direct measurement of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. **Methods in Enzymology**. **299**, 15-27.
- [8] Piga, A., Del Caro, A. and Corda, G. (2003). From plums to prunes: Influence of drying parameters on polyphenols and antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. **51** (12), 3675-3681.
- [9] Manzocco, L., Calligaris, S., Mastrocola, D., Nicoli, M. C. and Lerici, C.R. (2001). Review of nonenzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods. **Trends in Food Science and Technology**. **11**, 340-346.