Agricultural Sci. J. 38 : 5 (Suppl.) : 379-382 (2007) ว. วิทย. กษ. 38 : 5 (พิเศษ) : 379-382 (2550)

การผลิตปลาหมึกอบกรอบด้วยเครื่องไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุน

Production of crispy dried-squid by microwave vacuum dryer with rotating basket

จิรวัฒน์ กันต์เกรียงวงศ์[1] ภัสรา เนียมพิบูลย์[1] วาริสา สุระแหง[1] ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์[1] และ วรพจน์ สุนทรสุข[1]
Jirawat Kunkriengwong[1], Patsara Neampiboon[1], Warisa Surahang[1], PravateTuitumwong[1] and Worapot Suntornsuk[1]

Abstract

This research was to study the suitable process of dried squid products by a microwave vacuum drier with rotating basket (MiVac) developed by KMUTT. Results indicated that dried squids made by freezing fresh squid meat at -60°C for 6 hours followed by 6 minutes drying with MiVac (2450 MHz, 1.18 kW, at the vacuum pressure of 60 mmHg) gave white, smooth skin, puffy texture and good smell. The product had water activity of 0.2, moisture content of 4.15%, and brightness (L*) of 67.25. They had strength and crispiness of 39.80 N/mm^2, and 16.00 with the rehydration ratio and volume of 1.17 and 8.0 cm^3/20grams, respectively. These products were highly accepted by the consumers tested.

Keywords: microwave vacuum drier with rotating basket, crispy dried-squid

บทคัดย่อ

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตของกระบวนการผลิตปลาหมึกอบกรอบ โดยใช้เครื่องไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุน (MiVac) ที่พัฒนาขึ้นในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พบว่า การใช้เนื้อปลาหมึกสดมาแช่แข็งที่อุณหภูมิ –60 °ซ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ตามด้วยการอบด้วยเครื่อง MiVac ที่ใช้คลื่นไมโครเวฟความถี่ 2450 เมกกะเฮิรทซ์ กำลังไฟฟ้า 1.18 กิโลวัตต์ ความดันสุญญากาศ 60 มิลลิเมตรปรอท เป็นเวลา 6 นาที ได้ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกมีผิวเรียบเนียน ตัวพองป่อง มีสีขาวและกลิ่นหอมของปลาหมึก ลักษณะเนื้อสัมผัสที่กรอบ เนื้อฟู ไม่ยุ่ย มีค่า water activity เท่ากับ 0.20 ปริมาณความชื้น เท่ากับ 4.15% มีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 67.25ความแข็งและความกรอบ (strength and crispness) เท่ากับ 39.80 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรและ 16.00 ตามลำดับ อัตราการดูดน้ำกลับ (rehydration ratio) เท่ากับ 1.17 ปริมาตรของปลาหมึกอบกรอบมีค่าเท่ากับ 8.00 ลูกบาศก์เซนติเมตร/20กรัม ทั้งนี้ผู้บริโภคที่ทดสอบยอมรับปลาหมึกกรอบนี้มากกว่าปลาหมึกกรอบลักษณะอื่นๆ

คำสำคัญ: เครื่องไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุน ปลาหมึกอบกรอบ

คำนำ

การทำแห้งปลาหมึกโดยใช้เครื่องไมโครเวฟแบบสุญญากาศที่มีถังหมุน เป็นกรรมวิธีในการผลิตให้ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกแห้งมีคุณภาพดีกว่าปลาหมึกแห้งทั่วไปตามท้องตลาด ทั้งทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นและเนื้อสัมผัส เนื่องจากการใช้เครื่องไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุน เป็นการอบแห้งภายใต้สภาวะสุญญากาศทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ระเหยได้ที่อุณหภูมิต่ำ มีการถ่ายเทมวลและพลังงานได้รวดเร็ว อีกทั้งไม่มีออกซิเจน ในระหว่างกระบวนการทำแห้ง จะเป็นการป้องกันการการหืนอันเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของสีและสารอาหาร ดังนั้น คุณค่าของผลิตภัณฑ์จึงไม่ถูกทำลายมากนัก (Yongsawadigul and Gunasekaran,1996) และการอบแห้งแบบนี้เป็นการใช้พลังงานจากคลื่นไมโครเวฟทำให้ความร้อนเกิดขึ้นในตัวผลิตภัณฑ์ การระเหยของน้ำเกิดความดันไอออกมาสู่ผิวนอก ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรูปร่างพองตัวที่สวยงาม ไม่เหี่ยวย่น รวมไปถึงถังหมุนที่อยู่ภายในจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีการเคลื่อนไหวและรับความร้อนได้อย่างทั่วถึง มีผู้ได้ทำวิจัยการทำแห้งในอาหารต่างๆ โดยใช้ เครื่องไมโครเวฟสุญญากาศแต่ไม่มีระบบถังหมุน เช่น ศึกษาการเกิด model ของการเกิด fruit gel (Drouzas *et al*, 1999) ความคงตัวของคาร์โรทีนนอยในแครอท และคลอโรฟิลล์ในใบ Chinese chive (Cui *et al*., 2004) การทำแห้งcanberries เชื่อม (Beaudry *et al*, 2004) พริกแห้งไมโครเวฟสุญญากาศ (จิรวัฒน์และคณะ,2549) รวมถึงปลาbighead carp (Zhang *et al*. 2007) และมันฝรั่ง (Bondaruk *et al*., 2007)

[1] สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
[1] Food Science and Technology, Department of Microbiology, Faculty of Science, King Mongkut's University of Technology Thonburi

ผลการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้เครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศ ได้ลักษณะและคุณภาพดีกว่าการอบแห้งโดยใช้วิธีทั่วไป การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งเน้นศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตปลาหมึกอบกรอบในเครื่องอบไมโครเวฟสุญญากาศที่มีระบบถังหมุน และศึกษาถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

นำปลาหมึกกล้วยขนาดลำตัวยาว 3-4 นิ้ว มาล้างทำความสะอาด ลอกเอาหนัง ตา ไส้ และส่วนของเครื่องในออก ล้างน้ำทำความสะอาดอีกครั้ง แบ่งตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ ปลาหมึกสด ปลาหมึกแช่แข็งที่อุณหภูมิ –60 °ซ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ปลาหมึกลวกในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 °ซ เป็นเวลา 15 วินาที และ แช่แข็งที่อุณหภูมิ –60 °ซ เป็นเวลา 24, 48, 72 ชั่วโมง นำปลาหมึกที่เตรียมได้มาอบด้วยเครื่องไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุน (MiVac) ที่ใช้คลื่นไมโครเวฟที่มีความถี่ 2450 เมกกะเฮิรทซ์ กำลังไฟฟ้า 1.18 กิโลวัตต์ ความดันสุญญากาศ 60 มิลลิเมตรปรอท เป็นเวลา 6 นาที

นำตัวอย่างปลาหมึกที่ได้มาวัดค่า Water Activity (A_w) โดยใช้ เครื่อง (Novacina, Sprint) ปริมาณความชื้น (Moisture Content) วัดความสว่าง (L^*) โดยใช้เครื่อง Hunter's Color Spectrophotometer ความแข็งและความกรอบด้วยเครื่อง Texture Analyzer โดยใช้ หัวแบบ Spherical P/5s การดูดกลืนน้ำกลับ (rehydration rate) การหาค่าปริมาตร (volume) ของปลาหมึก ทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้านความชอบ (Modified Descriptive Test) ด้วยสเกลแบบ Unstructured line scale ทางด้านลักษณะปรากฏ ,สี , ลักษณะสัมผัส กลิ่น และเนื้อสัมผัส ข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติโดยใช้ Complete Randomize Design (CRD) และวิเคราะห์หาความแตกต่างโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์

Table 1 Aw, moisture content, strength, crispness, volume, rehydration rate and brightness of squid dried using microwave vacuum dryer at various conditions

Treatment	Aw	Moisture (%)	Strength (N /ml3)	Crispness	Volume (cm^3)	Rehydration ratio	Brightness L*
Fresh	$0.18^{a}\pm0.01$	$2.31^{b}\pm0.04$	$35.65^{a}\pm0.62$	$18.33^{bc}\pm1.53$	$5.33^{a}\pm0.58$	$1.11^{a}\pm0.03$	$64.83^{b}\pm1.88$
Frozen 6 hrs.	$0.20^{c}\pm0.01$	$4.15^{d}\pm0.02$	$39.80^{b}\pm0.47$	$16.00^{b}\pm1.00$	$8.00^{b}\pm1.00$	$1.17^{a}\pm0.03$	$67.25^{c}\pm2.11$
Blanched	$0.18^{a}\pm0.00$	$3.43^{c}\pm0.14$	$51.89^{c}\pm1.58$	$18.33^{bc}\pm2.08$	$5.67^{a}\pm0.58$	$1.17^{a}\pm0.03$	$55.54^{a}\pm3.06$
BF* 24 hrs.	$0.21^{d}\pm0.01$	$3.76^{cd}\pm0.12$	$49.46^{c}\pm1.26$	$22.00^{c}\pm2.65$	$9.33^{c}\pm0.58$	$1.42^{b}\pm0.67$	$56.49^{a}\pm1.21$
BF* 48 hrs.	$0.18^{a}\pm0.01$	$3.50^{c}\pm0.04$	$51.30^{c}\pm1.11$	$9.00^{a}\pm1.53$	$9.00^{bc}\pm1.00$	$1.31^{ab}\pm0.36$	$62.41^{b}\pm1.00$
BF* 72 hrs.	$0.18^{a}\pm0.00$	$3.50^{c}\pm0.03$	$51.30^{c}\pm1.04$	$20.33^{c}\pm0.58$	$10.33^{d}\pm1.53$	$2.10^{c}\pm0.07$	$70.55^{d}\pm0.51$
BF* 168 hrs.	$0.19^{b}\pm0.01$	$1.09^{a}\pm0.04$	$34.14^{a}\pm1.21$	$18.33^{bc}\pm1.53$	$8.67^{b}\pm0.58$	$1.43^{b}\pm0.08$	$69.29^{cd}\pm1.14$

The same letters with in a column are not significantly different at $P \leq 0.05$

* Blanched and Frozen

จากการทดลอง (ตารางที่1) พบว่า ค่า Aw ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกที่ได้อยู่ในช่วง 0.18 – 0.21 และมีความชื้นในช่วง 1.09 – 4.15% ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถเก็บได้นานถ้าเลือกวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่สามารถป้องกันความชื้น ออกซิเจนและแสงได้ ด้านค่าความแข็ง ถือเป็นค่าการบ่งชี้ถึงการเกิดเปลือกแข็ง (case hardening) พบว่า ตัวอย่างปลาหมึกที่ผ่านการลวกมีค่าความแข็งมากกว่าตัวอย่างสดและตัวอย่างแช่แข็ง 6 ชั่วโมง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการลวกที่ 100°ซ. 15 วินาที ทำให้เซลล์เนื้อเยื่อเสียหายไม่สามารถเก็บน้ำอิสระไว้ในเซลล์ได้ เมื่อทำแห้งแล้วจึงทำให้เกิดความแข็งหรือเปลือกแข็งมากกว่า ซึ่งให้ผลตรงข้ามกับในเซลล์ของมันฝรั่ง การลวกจะช่วยรักษาผนังเซลล์และเจลของแป้งได้ดีกว่าตัวอย่างที่ไม่ลวก (Bondaruk *et al.*,2007) ด้านความกรอบ พบว่า ปลาหมึกลวกแล้วนำไปแช่แข็งเป็นเวลา 24, 72, 168 ชั่วโมงให้ค่าความกรอบมากที่สุด

โดยไม่มีความแตกต่างกับปลาหมึกสดที่ทำแห้งทันที ด้านปริมาตร พบว่า ปลาหมึกที่ผ่านการแช่แข็งทั้งหมดมีปริมาตรสูงกว่าปลาหมึกที่ไม่ได้ผ่านการแช่แข็ง โดยปลาหมึกที่ลวกแล้วนำไปแช่แข็งเป็นเวลา 72 ชั่วโมงจะมีปริมาตรมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากการแช่แข็งเป็นการทำให้อาหารเกิดการขยายตัวมากขึ้น จากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของน้ำและค่าความหนาแน่นของน้ำที่ต่ำลงในระหว่างการแช่แข็ง ด้านอัตราการดูดน้ำกลับ (rehydration rate) พบว่า ปลาหมึกที่ลวกแล้วนำไปแช่แข็งเป็นเวลา 72 ชั่วโมงจะมีอัตราการดูดน้ำกลับมากที่สุด สอดคล้องกับ Lin *et al* (1998) ที่ทำชิ้นแครอทพบว่าตัวอย่างที่มีปริมาตรมากที่สุดหรือความหนาแน่นต่ำที่สุด จะมีค่าอัตราการดูดน้ำกลับสูงสุด เนื่องจากในโครงสร้างเกิดรูพรุนมากกว่า ด้านความสว่าง พบว่าปลาหมึกที่ลวกแล้วนำไปแช่แข็งเป็นเวลา 72 ชั่วโมงจะมีค่าความสว่างมากที่สุด โดยมีแนวโน้มการแช่แข็งช่วยให้ความสว่างดีกว่าการลวกเพียงอย่างเดียว

Table 2 Results of sensory evaluation of microwave vacuum dried squids

Treatment	Appearance	Color	Odor	Texture
Fresh	$4.13^{a} \pm 2.69$	$4.33^{a} \pm 2.14$	$8.94^{a} \pm 3.65$	$7.43^{a} \pm 3.80$
Frozen 6 hrs	$11.79^{c} \pm 1.49$	$12.15^{c} \pm 1.40$	$8.44^{a} \pm 4.19$	$7.81^{a} \pm 4.23$
Blanched	$4.81^{a} \pm 2.84$	$5.38^{a} \pm 2.38$	$8.79^{a} \pm 2.98$	$9.00^{b} \pm 2.75$
BF 24 hrs.	$8.45^{b} \pm 2.77$	$7.97^{b} \pm 2.84$	$9.71^{a} \pm 2.07$	$8.13^{ab} \pm 2.77$
BF 48 hrs.	$8.44^{b} \pm 2.92$	$8.68^{b} \pm 2.89$	$9.71^{a} \pm 2.34$	$7.41^{a} \pm 3.61$
BF 72 hrs.	$10.42^{bc} \pm 1.84$	$9.39^{b} \pm 2.49$	$9.71^{a} \pm 2.04$	$10.28^{c} \pm 2.70$

The same letters with in a column are not significantly different at $P \leq 0.05$

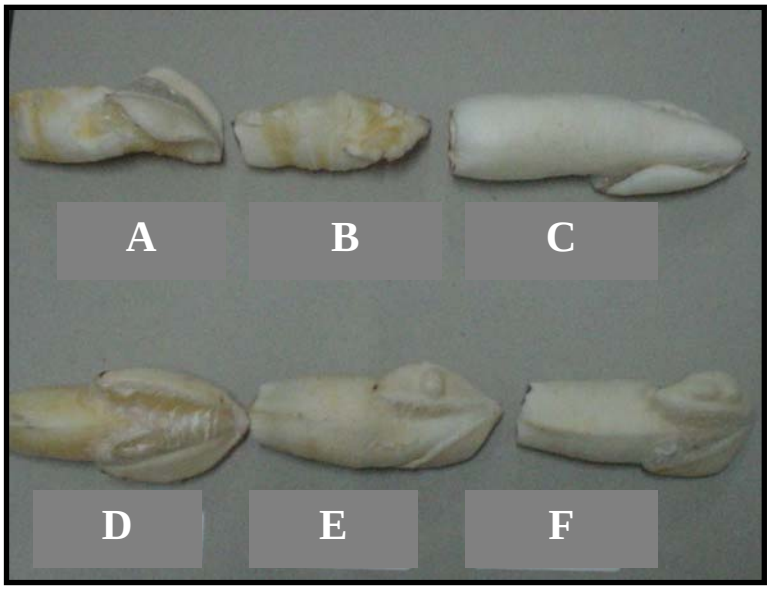

Figure 1 Microwave vacuum dried squid

A = fresh + 6 min. drying; B = blanched + 6 min. drying; C = 6 hrs.frozen + 6 min. drying;
D = blanched+ 12 hrs.frozen + 6 min. drying; E = blanched + 48 hrs.frozen+ 6 min. drying;
F = blanched + 72 hrs.frozen + 6 min. drying

จากการประเมินประสาทสัมผัส (ตารางที่ 2) ด้านลักษณะปรากฏและด้านสี พบว่าผู้ทดสอบมีความชอบในตัวอย่างปลาหมึกที่ผ่านการแช่แข็ง เป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยมีลักษณะผิวเรียบเนียน ตัวป่อง มีสีขาวคล้ายปลาหมึกสด(ดังภาพที่ 1) ด้านกลิ่นพบว่า ปลาหมึกแห้งทุกตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งเนื่องจากการทำแห้งใช้เวลาค่อนข้างน้อยและขณะทำแห้งอยู่ใน

สภาพไม่มีออกซิเจน จึงทำให้สามารถรักษากลิ่นไว้ได้ ขณะที่ด้านเนื้อสัมผัส ปลาหมึกที่ผ่านการแช่แข็ง เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และผ่านการลวกแล้วนำมาแช่แข็ง 24, 48 ชั่วโมงให้ค่าเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกับปลาหมึกสดที่นำมาทำแห้งทันที โดยมีลักษณะกรอบ เนื้อฟู ไม่ยุ่ย และตัวอย่างปลาหมึกที่ผ่านการลวกแล้วนำมาแช่แข็ง 72 ชั่วโมง ผู้ชิมให้คะแนนมากที่สุด ซึ่งมีลักษณะที่กรอบกว่า

สรุป

จากการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งปลาหมึกด้วยเครื่องไมโครเวฟสุญญากาศถังหมุน (MiVac) พบว่าการนำปลาหมึกแช่แข็งที่ – 60 °ซ เป็นเวลา 6 ชั่วโมงโดยมีค่า A_W เท่ากับ 0.20 ค่าความชื้นเท่ากับ 4.15% ปริมาตรของปลาหมึกอบกรอบมีค่าเท่ากับ 8.00 ลบ.ซม^3/20กรัม ลักษณะเนื้อสัมผัส ค่าความแข็ง (strength) และ ค่าความกรอบ (crispiness) เท่ากับ 39.80 นิวตัน/ตร.มม. และ 16.00 ตามลำดับ ค่าความสว่าง เท่ากับ 67.25 โดยใช้ปลาหมึก 1 ตัว (15-20 กรัม) ใช้เวลาในการอบกรอบปลาหมึก 6 นาที ซึ่งให้ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสโดยมีลักษณะ ผิวเรียบเนียน ตัวป่อง มีสีขาวและยังคงกลิ่นของปลาหมึก ลักษณะเนื้อสัมผัสที่กรอบ เนื้อฟู ไม่ยุ่ย

เอกสารอ้างอิง

จิรวัฒน์ กันต์เกรียงวงศ์, วรพจน์ สุนทรสุข, และ ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์. 2549. การผลิตพริกแห้งแบบใหม่โดยเครื่องไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 37(2) ฉบับพิเศษ การสัมมนาวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว/หลังการผลิตแห่งชาติ ครั้งที่ 3, หน้า 178 – 181.

Beaudry, C., G. S. V. Raghavan, C. Ratti, and T. J. Rennie. 2004. Effect of four drying methods on the quality of osmotically dehydrated cranberries. Drying Technology, 22 : 521–540.

Bondaruk, J., M. Markowski, and W. Blaszczak. 2007. Effect of drying conditions on the quality of vacuum-microwave dried potato cubes. Journal of Food Engineering, 81: 306–312.

Cui, Z.W., S.Y. Xu, and D.-W. Sun. 2004. Effect of microwave-vacuum drying on the carotenoids retention of carrot slices and chlorophyll retention of Chinese chive leaves. Drying Technology, 22: 563–565.

Drouzas, A. E., E.Tsami, and G. D. Saravacos.1999. Microwave-vacuum drying of model fruit gels. Journal of Food Engineering, 39: 117–122.

Lin, T.M., T. D. Durance, and C.H. Scaman. 1998. Characterization of vacuum microwave, air and freeze dried carrot slices. Food Research International, 31(2): 111-117.

Youngsawatdigul, J. and S. Gunasekaran. 1996. Microwave-vacuum drying of cranberries: Part II. Quality evaluation. Journal of Food Processing and Preservation. 20: 145-156.

Zhang, J., M. Zhang, L. Shan, and Z. Fang. 2007. Microwave-vacuum heating parameter for processing savory crisp big head carp (*Hypophthalmichthys nobilis*) slices. Journal of Food Engineering, 79: 885 –891.