บทที่ 4
ผลการทดลอง และวิจารณ์

4.1 คุณภาพทางเคมีของวัตถุดิบหลัก

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของวัตถุดิบทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ แป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวเจ้า ข้าวเหนียวหัก และข้าวเจ้าหัก พบว่า คุณภาพทางด้านเคมีของวัตถุดิบแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่ข้าวเจ้าหักมีปริมาณความชื้นสูงที่สุดเป็นร้อยละ 11.90±0.03 (ตารางที่ 4.1) ส่วนวัตถุดิบที่เหลือมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณความชื้นของวัตถุดิบทุกชนิดยังถือว่าอยู่ในระดับที่สามารถเก็บรักษาได้ ปริมาณโปรตีนในข้าวเหนียวหักมีค่าสูงสุดเป็นร้อยละ 11.09±0.10 แต่แป้งข้าวเจ้ามีปริมาณโปรตีนต่ำสุดเป็นร้อยละ 6.58±0.35 การที่โปรตีนในแป้งมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าข้าวทั้งเมล็ด อาจเนื่องจากแป้งข้าวเจ้าที่ใช้เป็นแป้งที่ได้จากการโม่เปียก ซึ่งจะมีโปรตีนบางส่วนละลายไปกับน้ำในการผลิตแป้ง (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2546)

ตารางที่ 4.1 คุณภาพทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ	คุณภาพทางเคมี[1/]				
	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)[2/]	แป้ง (%)[2/]	อะไมโลส (%)[2/]	วอเตอร์แอคติวิตี
แป้งข้าวเหนียว	10.61[a] ±0.05	7.77[a] ±0.14	69.05[a] ±0.83	8.95[a] ±0.00	0.50[a] ±0.00
แป้งข้าวเจ้า	10.55[a] ±0.12	6.58[a] ±0.35	78.03[b] ±0.51	31.30[c] ±0.00	0.50[a] ±0.00
ข้าวเหนียวหัก	10.72[a] ±0.06	11.09[b] ±0.10	85.04[c] ±1.86	8.40[a] ±0.00	0.60[c] ±0.00
ข้าวเจ้าหัก	11.70[b] ±0.03	7.10[a] ±0.50	73.88[a] ±1.00	28.31[b] ±0.00	0.54[b] ±0.00

หมายเหตุ 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในแต่ละกลุ่มปัจจัย ตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2/ คำนวณฐานน้ำหนักแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับปริมาณแป้ง พบว่า ข้าวเหนียวหักมีปริมาณแป้งสูงสุดคือ ร้อยละ 85.04±1.86 ส่วนปริมาณอะไมโลส พบว่า ข้าวเหนียวหักมีปริมาณต่ำสุดเป็นร้อยละ 8.40 ในขณะเดียวกันแป้งข้าวเจ้ามีปริมาณอะไมโลสสูงสุดเป็นร้อยละ 31.30 จะเห็นได้ว่าวัตถุดิบทั้งสองชนิดนี้ มีปริมาณอะไมโลสที่แตกต่างกันมาก เนื่องจากในเมล็ดข้าวเจ้าประกอบไปด้วยอะไมโลสประมาณร้อยละ 15─30 แต่ในเมล็ดข้าวเหนียวประกอบด้วยอะไมโลสเพียง ร้อยละ 5–7 (กาญจนภิเษก, 2548) ในด้านปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (a_w) พบว่า ข้าวเหนียวหักมีค่า a_w สูงสุด คือ 0.6 ค่า a_w ในช่วงนี้เชื้อจุลินทรีย์ทุกชนิดจะหยุดการเจริญเติบโต (นิธิยา, 2545)

4.2 ผลของการเติมแป้งข้าวเจ้า และระยะเวลาอบแห้งต่อคุณภาพขนมอบพอง

จากการศึกษาผลของปัจจัยเดี่ยวในการเติมแป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งข้าวเหนียวที่ระดับต่างกันคือร้อยละ 0 5 10 20 และ 30 โดยทำการผลิตขนมอบพองตามวิธีการในข้อ 3.3.2 เมื่อได้ผลิตภัณฑ์ขนมอบพองนำไปวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส พบว่า การเติมแป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งข้าวเหนียวที่ระดับต่างกัน มีผลทำให้ปริมาณอะไมโลสในขนมอบพองเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 8.00 10.00 13.00 14.00 และ 17.00 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2) เมื่อวิเคราะห์ความชื้นของขนมก่อนอบพองและค่าแรงต้านการเจาะทะลุของขนมอบพองมีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยปริมาณความชื้นของขนมก่อนอบพองอยู่ในช่วงร้อยละ 31.67 – 34.45 และมีค่าแรงต้านการเจาะทะลุอยู่ในช่วง 58.84 – 85.72 Newton นอกจากนี้การเติมแป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งข้าวเหนียวที่ระดับต่างกันทำให้อัตราการพองตัว และความหนาแน่นของขนมอบพองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่การไม่เติมแป้งข้าวเจ้าให้อัตราการพองตัวสูงสุด (3.62±0.52) มีความหนาแน่นต่ำสุด (0.24±0.06 g/cm^3) และการเติมแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 30 จะให้อัตราการพองตัวต่ำสุด (3.22±0.17) มีความหนาแน่นสูงสุด (0.39±0.12 g/cm^3) แสดงว่าการเติมแป้งข้าวเจ้ามากขึ้น (ปริมาณอะไมโลสสูงขึ้น) จะส่งผลให้อัตราการพองตัวของขนมมีแนวโน้มลดลง และความหนาแน่นมีแนวโน้มสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากอะไมโลสจะทำให้โครงสร้างร่างแหในแป้งมีการยึดเกาะกันแน่นขึ้น ทำให้เกิดการพองตัวได้ต่ำ (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2546) ดังนั้นแป้งที่เหมาะจะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตขนมอบพองจึงควรมีปริมาณอะไมโลสต่ำๆ (อะไมโลเพคทินสูงๆ) เพื่อการพองตัวที่ดี เนื้อสัมผัสโปร่งไม่แข็ง นอกจากนี้การเติมแป้งข้าวเจ้าในปริมาณที่เหมาะสมยังช่วยให้ขนมอบพองมีการพองตัวสม่ำเสมอทั่วทั้งชิ้น เมื่อพิจารณาผลของปัจจัยเดี่ยวด้านระยะเวลาในการอบแห้งที่ระดับต่างกัน คือ 1 2 และ 3 ชั่วโมง พบว่า ระยะเวลาในการอบมีผลต่อปริมาณความชื้นของขนมก่อนอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะ เวลาอบนานขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ความชื้นลดลงเป็นร้อยละ 39.14±1.74 32.28±1.80 และ 26.38±2.38 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2) นอกจากนี้ยังพบว่า ความชื้นก่อนการอบพองไม่มีผลต่ออัตราการพองตัวของขนม แต่ส่งผลต่อความหนาแน่น และค่าแรงต้านการเจาะทะลุของขนมอบพอง เมื่อความชื้นก่อนการอบพองสูงขึ้น ความหนาแน่นและค่าแรงต้านการเจาะทะลุของขนมอบพองก็สูงขึ้นเช่นกันซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Qing *et al.* (2005) พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณความชื้นในการผลิตขนมขบเคี้ยวจากแป้งสาลี จะทำให้ขนมมีการพองตัวต่ำ มีความหนาแน่นสูง และมีความแข็งมากขึ้น และยังพบว่า การอบนาน 2 และ 3 ชั่วโมง มีความหนาแน่น (0.31±0.09 และ 0.25±0.11 g/cm ^{3} ตามลำดับ) และค่าแรงต้านการเจาะทะลุ (71.55±17.25 และ 57.82±18.38 Newton ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

เมื่อพิจารณาผลของปัจจัยร่วมทั้งสองปัจจัย คือ การเติมแป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งข้าวเหนียวและระยะเวลาในการอบแห้ง พบว่า การเติมแป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งข้าวเหนียวในทุกระดับแล้วนำไปอบในเวลานานเท่ากัน มีแนวโน้มของปริมาณความชื้นก่อนการอบพองอยู่ในช่วงใกล้กัน โดยการเติมแป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งข้าวเหนียวในทุกระดับแล้วนำไปอบนาน 1 ชั่วโมง มีความชื้นก่อนการอบพองอยู่ในช่วงร้อยละ 38.01 – 40.36 การเติมแป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งข้าวเหนียวในทุกระดับแล้วนำไปอบนาน 2 ชั่วโมง มีความชื้นก่อนการอบพองอยู่ในช่วงร้อยละ 31.40 – 34.67 การเติมแป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งข้าวเหนียวในทุกระดับแล้วนำไปอบนาน 3 ชั่วโมง มีความชื้น ก่อนการอบพองอยู่ในช่วงร้อยละ 24.81 ─ 28.31 นอกจากนี้ยัง พบว่า ความชื้นก่อนการอบพอง ไม่มีผลต่ออัตราการพองตัวของขนม แต่ส่งผลต่อความหนาแน่น โดยการเติมแป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งข้าวเหนียวร้อยละ 30 และอบนาน 1 ชั่วโมง มีความหนาแน่นสูงสุดเป็น 0.48±0.70 (g/cm ^{3}) ขณะที่การเติมแป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งข้าวเหนียว และระยะเวลาในการอบอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างกันอยู่ในช่วง 0.19 – 0.46 (g/cm ^{3}) ความชื้นก่อนการอบพองยังส่งผลต่อค่าแรงต้านการเจาะทะลุของขนมอบพอง โดยการเติมแป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งข้าวเหนียวในทุกระดับ และอบนาน 2 และ 3 ชั่วโมง (ยกเว้นการเติมแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 30 และอบนาน 2 ชั่วโมง) มีค่าแรงต้านการเจาะทะลุไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีแนวโน้มอยู่ในช่วง 46.22-81.53 Newton ขณะที่การเติมแป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งข้าวเหนียวในทุกระดับ (ยกเว้นการไม่เติมแป้งข้าวเจ้า) และอบนาน 1 ชั่วโมง มีแนวโน้มค่าแรงต้านการเจาะทะลุอยู่ในช่วง 85.25-102.95 Newton

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.2 ผลของปัจจัยเดี่ยวในการเติมแป้งข้าวเจ้าลงในส่วนผสม และระยะเวลาอบแห้งต่อความชื้นของขนมก่อนการอบพอง และคุณภาพทางกายภาพ และเคมีของขนมอบพอง[1/]

ปัจจัยเดี่ยว	ความชื้นก่อนอบพอง (%)	ลักษณะหลังอบพอง			
		อะไมโลส (%)	อัตราการพองตัว	ความหนาแน่น (g/cm^3)	ค่าแรงต้านการเจาะทะลุ (newton)
แป้งข้าวเจ้าที่เติม (% W/W)	ns				ns
0	32.86 ±4.92	8.00^{a} ±0.00	3.62^{c} ±0.52	0.24^{a} ±0.06	58.84 ±20.96
5	34.45 ±5.43	10.00^{b} ±0.00	3.57^{b} ±0.13	0.24^{a} ±0.06	70.54 ±22.91
10	31.79 ±6.24	13.00^{c} ±1.00	3.52^{bc} ±0.22	0.36^{b} ±0.18	74.06 ±23.10
20	31.67 ±5.99	14.00^{d} ±0.00	3.41^{abc} ±0.21	0.34^{ab} ±0.10	81.02 ±23.46
30	33.14 ±5.37	17.00^{e} ±1.00	3.22^{a} ±0.17	0.39^{b} ±0.12	85.72 ±22.53
ระยะเวลาอบแห้ง (ชั่วโมง)			Ns		
1	39.14^{c} ±1.74		3.472 ±0.29	0.37^{b} ±0.14	92.73^{b} ±20.90
2	32.38^{b} ±1.80		3.363 ±0.38	0.31^{ab} ±0.09	71.55^{a} ±17.27
3	26.83^{a} ±2.38		3.392 ±0.25	0.25^{a} ±0.11	57.82^{a} ±18.38

หมายเหตุ 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในแต่ละกลุ่มปัจจัย ตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.3 ผลของปัจจัยร่วมในการเติมแป้งข้าวเจ้าลงในส่วนผสม และระยะเวลาอบแห้งต่อความชื้นของขนมก่อนการอบพอง และคุณภาพทางกายภาพ และเคมีของขนมอบพอง [1/]

แป้งข้าวเจ้าที่เติม (% W/W)	ระยะเวลาอบแห้ง (ชั่วโมง)	ความชื้นก่อนอบพอง (%)	ลักษณะหลังอบพอง		
			อัตราการพองตัว[ns]	ความหนาแน่น (g/cm^3)	ค่าแรงต้านการเจาะทะลุ (newton)
0	1	38.71 [d] ±2.28	3.86 ±0.12	0.27 [abc] ±0.01	77.68 [abcd] ±15.50
	2	31.97 [c] ±1.32	3.39 ±0.87	0.25 [ab] ±0.08	52.62 [ab] ±12.81
	3	27.91 [a] ±0.80	3.61 ±0.35	0.19 [a] ±0.07	46.22 [a] ±22.87
5	1	40.36 [d] ±1.66	3.20 ±0.12	0.29 [ab] ±0.05	94.21 [cd] ±19.77
	2	34.67 [c] ±2.02	3.28 ±0.14	0.23 [ab] ±0.02	61.61 [abc] ±7.89
	3	28.31 [ab] ±1.38	3.33 ±0.14	0.19 [ab] ±0.06	55.81 [ab] ±18.99
10	1	38.93 [d] ±1.32	3.56 ±0.24	0.46 [ab] ±0.28	94.64 [cd] ±12.18
	2	31.64 [c] ±1.31	3.53 ±0.25	0.37 [ab] ±0.06	76.75 [abcd] ±19.43
	3	24.81 [a] ±1.73	3.48 ±0.27	0.26 [ab] ±0.12	50.77 [ab] ±12.15
20	1	38.01 [d] ±2.27	3.47 ±0.23	0.38 [abc] ±0.03	102.95 [d] ±23.39
	2	31.40 [bc] ±1.82	3.40 ±0.24	0.34 [abc] ±0.11	81.53 [abcd] ±6.06
	3	25.60 [a] ±4.42	3.36 ±0.24	0.30 [abc] ±0.14	58.57 [ab] ±1.86
30	1	39.67 [d] ±1.21	3.26 ±0.22	0.48 [c] ±0.70	94.17 [cd] ±4.98
	2	32.22 [c] ±1.21	3.21 ±0.20	0.36 [abc] ±0.09	85.25 [bcd] ±7.04
	3	27.54 [a] ±0.47	3.18 ±0.15	0.32 [abc] ±0.13	77.73 [abcd] ±7.71

หมายเหตุ 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในแต่ละกลุ่มปัจจัย ตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะที่สังเกตได้ของขนมก่อนการอบพอง พบว่า หากมีปริมาณความชื้นสูงตัวขนมจะติดกันเป็นกลุ่มแยกออกจากกันได้ยาก หากมีปริมาณอะไมโลสสูงตัวขนมจะแห้งและร่วน เมื่อแกะออกจากกันจะแตกและหักได้ง่าย ในขณะที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำตัวขนมจะเหนียว เมื่อแยกออกจากกันยังคงรูปร่างเดิมไว้ได้ เมื่อนำขนมมาทำการอบพองด้วยไมโครเวฟที่ระดับความร้อนสูงสุดจะใช้เวลาอยู่ในช่วง 2 - 4 นาที ระยะเวลาที่ใช้ในการอบพองขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นของขนมก่อนการอบพอง ขนมที่อบได้ที่จะมีการพองตัวเต็มที่ และมีสีเข้มขึ้นจนออกเหลืองเล็กน้อย ลักษณะการพองตัวของขนมจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นและอะไมโลส โดยขนมที่มีปริมาณความชื้นและอะไมโลสต่ำ ขนมจะพองตัวออกทางด้านข้างมีความกว้างมากขึ้น แต่มีความหนาเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนขนมที่มีปริมาณความชื้นและอะไมโลสสูง ขนมจะพองตัวในลักษณะที่มีความหนาเพิ่มขึ้น แต่ความกว้างไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

เมื่อนำขนมอบพองที่ผ่านการผลิตโดยมีการเติมแป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งข้าวเหนียว และระยะเวลาในการอบแห้งแตกต่างกันมาทำการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 15 คน พบว่า ผลของปัจจัยเดี่ยวในการเติมแป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งข้าวเหนียวทั้ง 5 ระดับ ผู้ทดสอบให้การยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ใช้ในการทดสอบทั้ง 4 ด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการเติมแป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งข้าวเหนียวร้อยละ 5 ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏสูงสุดเป็น 6.40±1.59 (ตารางที่ 4.4) ขนมที่ไม่เติมแป้งข้าวเจ้าเลยได้รับคะแนนความชอบด้านความแข็ง ความกรอบ และความชอบรวมสูงสุดเป็น 6.22±1.72 6.29±1.56 และ 6.22±1.62 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) สำหรับปัจจัยเดี่ยวด้านระยะเวลาในการอบแห้งทั้ง 3 ระดับ ผู้ทดสอบให้การยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ใช้ในการทดสอบทั้ง 4 ด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยในทุกๆ ด้านการอบแห้งขนมนาน 3 ชั่วโมง ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดเป็น 6.73±1.48 6.56±1.69 6.60±1.52 และ 6.68±1.53 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.4 ผลของการเติมแป้งข้าวเจ้าลงในส่วนผสม และระยะเวลาอบแห้งต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมอบพอง

ปัจจัยเดี่ยว	คุณภาพทางประสาทสัมผัส[1/]			
	ลักษณะปรากฏ	การกัดให้แตก	การเคี้ยว	ความชอบรวม
แป้งข้าวเจ้าที่เติม (% W/W)				
0	6.22 ^{bc} ±1.52	6.22 ^{e} ±1.72	6.29 ^{d} ±1.56	6.22 ^{c} ±1.62
5	6.40 ^{c} ±1.59	5.78 ^{de} ±2.08	6.00 ^{c} ±1.86	6.09 ^{c} ±1.81
10	6.13 ^{bc} ±1.65	5.27 ^{bc} ±2.32	5.38 ^{bc} ±2.12	5.42 ^{b} ±2.06
20	5.71 ^{ab} ±1.58	4.84 ^{b} ±1.81	5.11 ^{b} ±1.89	5.13 ^{b} ±1.83
30	5.44 ^{a} ±1.66	4.00 ^{a} ±2.01	4.11 ^{a} ±2.04	4.11 ^{a} ±1.93
ระยะเวลาอบแห้ง (ชั่วโมง)				
1	5.16 ^{a} ±1.59	3.81 ^{a} ±1.84	4.17 ^{a} ±1.98	4.15 ^{a} ±1.84
2	6.05 ^{b} ±1.40	5.29 ^{b} ±1.89	5.36 ^{b} ±1.82	5.36 ^{b} ±1.73
3	6.73 ^{c} ±1.48	6.56 ^{c} ±1.69	6.60 ^{c} ±1.52	6.68 ^{c} ±1.53
ปัจจัยร่วม				
แป้งข้าวเจ้าที่เติม (% W/W)	**ระยะเวลาอบแห้ง (ชั่วโมง)**			
0	1	5.47 ^{abc} ±1.06	4.60 ^{bcd} ±1.64	5.33 ^{cde} ±1.68	4.80 ^{bcd} ±1.42
	2	6.40 ^{cdef} ±1.50	6.87 ^{ef} ±1.19	6.60 ^{efg} ±1.24	6.73 ^{fgh} ±1.16
	3	6.80 ^{def} ±1.70	7.20 ^{f} ±0.94	6.93 ^{fg} ±1.33	7.13 ^{gh} ±1.25
5	1	5.13 ^{ab} ±1.73	4.20 ^{bc} ±1.61	4.80 ^{bcd} ±1.82	4.80 ^{bcd} ±1.66
	2	6.67 ^{cdef} ±1.05	5.73 ^{de} ±1.83	5.93 ^{def} ±1.53	5.87 ^{def} ±1.46
	3	7.40 ^{f} ±0.99	7.40 ^{f} ±1.45	7.27 ^{g} ±1.39	7.60 ^{h} ±1.06
10	1	5.60 ^{abcd} ±1.59	3.73 ^{ab} ±2.09	4.20 ^{bc} ±2.24	4.27 ^{bc} ±2.31
	2	5.93 ^{abcde} ±1.62	4.87 ^{bcd} ±2.13	4.80 ^{bcd} ±1.70	4.93 ^{bcde} ±1.53
	3	6.87 ^{ef} ±1.55	7.20 ^{f} ±1.15	7.13 ^{fg} ±1.06	7.07 ^{fgh} ±1.03
20	1	4.80 ^{a} ±1.61	3.93 ^{bc} ±1.71	3.87 ^{b} ±1.77	4.00 ^{ab} ±1.69
	2	5.80 ^{abcde} ±1.32	4.87 ^{bcd} ±1.36	5.33 ^{cde} ±1.76	5.27 ^{bcde} ±1.53
	3	6.53 ^{cdef} ±1.36	5.73 ^{de} ±1.94	6.13 ^{defg} ±1.46	6.13 ^{efg} ±1.68
30	1	4.80 ^{a} ±1.90	2.60 ^{a} ±1.68	2.67 ^{a} ±1.45	2.87 ^{a} ±1.51
	2	5.47 ^{abc} ±1.30	4.13 ^{bc} ±1.77	4.13 ^{bc} ±1.92	4.00 ^{ab} ±1.77
	3	6.07 ^{bcde} ±1.58	5.20 ^{cd} ±1.72	5.53 ^{de} ±1.68	5.47 ^{cde} ±1.64

หมายเหตุ 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในแต่ละกลุ่มปัจจัย ตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อพิจารณาปัจจัยร่วมระหว่างการเติมแป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งข้าวเหนียว และระยะเวลาในการอบแห้ง พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ใช้ในการทดสอบ ทั้ง 4 ด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ขนมอบพองที่มีการเติมแป้งข้าวเจ้า ร้อยละ 5 และอบแห้งนาน 3 ชั่วโมง ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ ความแข็ง ความกรอบ และความชอบรวมดีที่สุดเป็น 7.40±0.99 7.40±1.45 7.27±1.39 และ 7.60±1.06 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

เมื่อเทียบผลทางด้านประสาทสัมผัสกายภาพและเคมีของขนมก่อนและหลังการอบพอง พบว่า ขนมอบพองที่มีการเติมแป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งข้าวเหนียวร้อยละ 5 และอบแห้งนาน 3 ชั่วโมง ให้ลักษณะของขนมก่อน และหลังการอบพองดีที่สุด โดยมีปริมาณความชื้นร้อยละ 28.31±1.38 อัตราการพองตัวอยู่ในเป็น 3.33±0.14 ความหนาแน่นมีค่าต่ำสุดเป็น 0.19±18.99 (g/cm^3) และ ค่าแรงต้านการเจาะทะลุเป็น 55.81±18.99 Newton ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ ประชา และจุฬาลักษณ์ (2543) ทำการพัฒนาขนมกรอบที่มีข้าวโพดเกล็ด – ปลายข้าวเป็นองค์ประกอบหลัก ขนมกรอบที่มีคุณภาพดีที่สุดมีอัตราการพองตัวเป็น 3.7 และผลิตขนมกรอบเพิ่มคุณค่าโภชนาการด้วยแป้งถั่วเหลือง ขนมกรอบที่มีคุณภาพดีที่สุดมีอัตราการพองตัวเป็น 3.9 จึงเหมาะที่จะเลือกไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

4.3 ผลของความหนาก่อนการอบพอง และระยะเวลาอบแห้งต่อคุณภาพขนมอบพอง

จากการศึกษาผลของปัจจัยเดี่ยว ในการแบ่งความหนาของแป้งก่อนการอบพองออกเป็น 3 ระดับ คือ ประมาณ 2.5 3.5 และ 4.5 มม. โดยทำการผลิตขนมอบพองตาวิธีการข้อ 3.3.2 ในระหว่างการผลิตทำการตรวจวิเคราะห์ความชื้นของขนมก่อนอบพอง พบว่า ความหนาของแป้งก่อนการอบพองที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อความชื้นของขนมก่อนการอบพองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยปริมาณความชื้นของขนมก่อนอบพองอยู่ในช่วงร้อยละ 29.69 - 36.92 และเมื่อนำขนมที่ผลิตได้มาทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพ พบว่า ความหนาของแป้งก่อนการอบพองที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อหนาแน่นของขนมอบพองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 0.27 – 0.31 (g/cm^3) นอกจากนี้พบว่า ความหนาของแป้งก่อนการอบพองที่ระดับต่างกันมีผลต่ออัตราการพองตัวของขนม โดยแป้งที่มีความหนาประมาณ 2.5 และ 3.5 มม. มีอัตราการพองตัวไม่ต่างกัน (3.28±0.32 และ 3.14±0.32) ขณะที่ความประมาณ 4.5 มม. มีอัตราการพองตัวต่ำสุด (2.82±0.35) และเมื่อนำขนมมาทำการวัดค่าแรงต้านการเจาะทะลุ พบว่า ความหนาของแป้งก่อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การอบพองที่ระดับต่างกันมีผลต่อค่าแรงต้านการเจาะทะลุของขนมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อความหนาเพิ่มขึ้นค่าแรงต้านการเจาะทะลุมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน(41.32±7.22 63.50±14.47 และ85.65±26.30 Newton ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาผลของปัจจัยเดี่ยวด้านระยะเวลาในการอบแห้งทั้ง 3 ระดับคือ 1 2 และ 3 ชั่วโมง พบว่า ระยะเวลาในการอบมีผลต่อปริมาณความชื้นของขนมก่อนอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาอบนานขึ้นความชื้นลดลงเป็นร้อยละ 39.85±2.55 33.13±2.27 และ 26.40±4.66 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5) นอกจากนี้ยังพบว่า ขนมที่ผ่านการอบนาน 3 ชั่วโมง มีอัตราการพองตัว ความหนาแน่น และค่าแรงต้านการเจาะทะลุแตกต่างกับขนมที่ผ่านการอบ 1 และ 2 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยขนมที่ผ่านการอบนาน 3 ชั่วโมง มีอัตราการพองตัวสูงสุด (3.43±0.22) ความหนาแน่น และค่าแรงต้านการเจาะทะลุต่ำสุด (0.20±0.02 g/cm^3และ 44.39±9.70 Newton) ซึ่งความหนาแน่นของขนมที่ได้สอดคล้องกับการรายงานของ Ding *et al*.(2004) พบว่า ขนมขบเคี้ยวที่ผลิตจากข้าวที่มีคุณภาพดีควรมีความหนาแน่น 0.25 (g/cm^3) แสดงว่า เมื่อความชื้นก่อนการอบพองสูงขึ้น อัตราการพองตัวลดลงความหนาแน่นและค่าแรงต้านการเจาะทะลุสูงขึ้น

จากผลของปัจจัยร่วมทั้งสองปัจจัย คือ การแบ่งความหนาของแป้งก่อนการอบพองและระยะเวลาอบแห้ง พบว่า ปัจจัยร่วมมีผลต่อความชื้นของแป้งก่อนการอบพองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.5) โดยแป้งที่มีความหนาก่อนการอบพองประมาณ 2.5 มม. และผ่านการอบนาน 3 ชั่วโมง มีปริมาณความชื้นต่ำสุด (ร้อยละ 21.39±0.96) แตกต่างจากแป้งที่มีความหนาก่อนอบพองและผ่านการอบในระดับอื่น ปริมาณความชื้นของขนมก่อนการอบพองให้ผลใกล้เคียงกับการรายงานของ Jomduang (1994) พบว่า ปริมาณความชื้นก่อนการอบพองที่เหมาะสมของข้าวเกรียบว่าว คือ ร้อยละ 14-20 สำหรับอัตราการพองตัวของขนมอบพองที่ได้จากการทดลอง พบว่าแป้งที่มีความหนาก่อนการอบพองประมาณ 2.5 มม. และผ่านการอบนาน 3 ชั่วโมง มีอัตราการพองตัวสูงสุด (3.64±0.18) แตกต่างจากแป้งที่มีความหนาก่อนอบพอง และผ่านการอบในระดับอื่น นอกจากนี้ยังพบว่า แป้งที่มีความหนาแตกต่างกันทั้ง 3 ระดับ และผ่านการอบที่ 3 ชั่วโมง มีความหนาแน่นไม่แตกต่างกัน (0.19±0.01 0.20±0.01 และ0.21±0.02 g/cm^3 ตามลำดับ) (ตารางที่ 4.5) ขณะที่แป้งที่มีความหนาก่อนการอบพองประมาณ 3.5 มม. และผ่านการอบนาน 1 ชั่วโมง มีความหนาแน่นสูงสุด (0.43±0.05 g/cm^3) ด้านค่าแรงด้านการเจาะทะลุ พบว่า แป้งที่มีความหนาก่อนการอบพองประมาณ 2.5 มม. และผ่านการอบนาน 3 ชั่วโมง มีค่าแรงต้านการเจาะทะลุต่ำสุด (32.80±2.21 Newton) แตกต่างจากแป้งที่มีความหนาก่อนอบพอง และผ่านการอบในระดับอื่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะที่สังเกตได้ของขนมก่อนการอบพอง พบว่า ขนมที่มีความหนาของขนมก่อนการอบพอง 2.5±0.5 มม. และผ่านการอบแห้งนาน 3 ชั่วโมง ตัวขนมจะแยกจากกันเป็นชิ้นๆ ไม่เกาะติดกันง่ายต่อการนำไปอบพอง และใช้เวลาในการอบพองเพียง 2 นาที ลักษณะการพองตัวของขนมจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้น โดยขนมที่มีปริมาณความชื้นต่ำ ขนมจะพองตัวออกทางด้านข้างมีความกว้างมากขึ้น แต่มีความหนาเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนขนมที่มีปริมาณความชื้นสูงขนมจะพองตัวในลักษณะที่มีความหนาเพิ่มขึ้น แต่ความกว้างไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

เมื่อนำขนมอบพองที่ผ่านการผลิตโดยความหนาก่อนการอบพอง และระยะเวลาในการอบแห้งแตกต่างกันมาทำการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 15 คน พบว่า ความหนาของขนมก่อนการอบพองทั้ง 3 ระดับ ผู้ทดสอบให้การยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ใช้ในการทดสอบด้านลักษณะปรากฏ และความกรอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.6) โดยคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏอยู่ในช่วง 5.53 – 6.18 และด้านความกรอบอยู่ในช่วง 5.31 – 6.09 แต่ในด้านความแข็ง และความชอบรวม ผู้ทดสอบให้การยอมรับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ด้านความแข็งมีค่าสูงสุดเป็น 6.27±1.51 และ ความชอบรวมมีค่าสูงสุดเป็น 6.36±1.30 (ตารางที่ 4.6) สำหรับระยะเวลาในการอบแห้งทั้ง 3 ระดับ ผู้ทดสอบให้การยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ใช้ในการทดสอบทั้ง 4 ด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) โดยในทุกๆ ด้านการอบแห้งขนมนาน 3 ชั่วโมงได้รับคะแนนความชอบสูงสุดเป็น 6.56±1.49 7.09±0.87 7.11±0.80 และ 7.22±0.90 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6)

เมื่อพิจารณาปัจจัยร่วมระหว่างความหนาก่อนการอบพอง และระยะเวลาในการอบแห้ง พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ใช้ในการทดสอบทั้ง 4 ด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ขนมที่มีความหนาก่อนการอบพอง 2.5±0.5 มม. และ ผ่านการอบแห้งนาน 3 ชั่วโมง ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ ความแข็ง ความกรอบและความชอบรวมดีที่สุดเป็น 6.20±1.78 7.27±0.70 7.33±0.72 และ 7.40±0.91 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6) เมื่อเทียบผลทางด้านประสาทสัมผัสกับคุณภาพก่อนละหลังการอบพองทางด้านกายภาพ และเคมี พบว่า ขนมที่มีความหนาก่อนการอบพอง 2.5±0.5 มม. และผ่านการอบแห้งนาน 3 ชั่วโมง มีคุณภาพในด้านต่างๆ อยู่ในเกณฑ์ดีจึงเหมาะที่จะเลือกไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.5 ผลของความหนาก่อนการอบพอง และระยะเวลาอบแห้งต่อเคมี และกายภาพของขนมอบพอง[1/]

ปัจจัยเดี่ยว	ความชื้นก่อนอบพอง (%)	ลักษณะหลังอบพอง		
		อัตราการพองตัว	ความหนาแน่น (g/cm^3)	ค่าแรงต้านการเจาะทะลุ (Newton)
ความหนา (มม.)	ns		ns	
2.5±0.5	29.69±6.79	3.28 ^{b} ±0.32	0.27 ±0.07	41.32 ^{a} ±7.22
3.5±0.5	32.77±6.28	3.14 ^{ab} ±0.32	0.31 ±0.11	63.50 ^{b} ±14.47
4.5±0.5	36.92±4.69	2.82 ^{a} ±0.35	0.29 ±0.08	85.65 ^{c} ±26.30
ระยะเวลาอบแห้ง (ชั่วโมง)				
1	39.85 ^{c} ±2.55	3.03 ^{a} ±0.36	0.35 ^{a} ±0.07	72.61 ^{b} ±18.92
2	33.13 ^{b} ±2.72	2.78 ^{a} ±0.16	0.34 ^{a} ±0.06	73.47 ^{b} ±31.47
3	26.40 ^{a} ±4.66	3.43 ^{b} ±0.22	0.20 ^{b} ±0.02	44.39 ^{a} ±9.70

ปัจจัยร่วม					
ความหนา (มม.)	**ระยะเวลาอบแห้ง (ชั่วโมง)**				
2.5±0.5	1	36.89 ^{d} ±0.53	3.23 ^{c} ±0.15	0.30 ^{b} ±0.02	49.11 ^{bc} ±1.29
	2	30.80 ^{c} ±0.36	2.97 ^{b} ±0.07	0.34 ^{b} ±0.04	42.05 ^{ab} ±1.04
	3	21.39 ^{a} ±0.96	3.64 ^{d} ±0.18	0.19 ^{a} ±0.01	32.80 ^{a} ±2.21
3.5±0.5	1	40.13 ^{e} ±0.94	3.29 ^{c} ±0.07	0.43 ^{c} ±0.05	78.44 ^{e} ±3.63
	2	32.28 ^{c} ±1.78	2.75 ^{a} ±0.06	0.31 ^{b} ±0.05	66.27 ^{d} ±2.19
	3	25.91 ^{b} ±1.33	3. 38 ^{c} ±0.21	0.20 ^{a} ±0.01	45.78 ^{bc} ±1.63
4.5±0.5	1	42.53 ^{f} ±0.90	2.56 ^{a} ±0.10	0.31 ^{b} ±0.04	90.28 ^{f} ±8.33
	2	36.31 ^{d} ±1.40	2.63 ^{a} ±0.06	0.37 ^{bc} ±0.08	112.09 ^{g} ±12.64
	3	31.93 ^{c} ±0.18	3.28 ^{c} ±0.09	0.21 ^{a} ±0.02	54.58 ^{c} ±3.02

หมายเหตุ 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในแต่ละกลุ่มปัจจัย ตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.6 ผลของความหนาก่อนการอบพอง และระยะเวลาอบแห้งต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมอบพอง

ปัจจัยเดี่ยว	คุณภาพทางประสาทสัมผัส [1/]			
	ลักษณะปรากฏ	การกัดให้แตก	การเคี้ยว	ความชอบรวม
ความหนา (มม.)	Ns		ns	
2.5±0.5	6.18±1.60	6.27 ^{b}±1.51	6.09±1.55	6.36 ^{b}±1.30
3.5±0.5	6.16±1.52	5.91 ^{b}±1.40	5.53±1.47	5.87 ^{b}±1.31
4.5±0.5	5.53±1.77	5.11 ^{a}±1.87	5.31±1.81	5.04 ^{a}±1.94
ระยะเวลาอบแห้ง (ชั่วโมง)				
1	6.04 ^{b}±1.54	5.22 ^{a} ±1.48	5.09 ^{a}±1.40	5.27 ^{a}±1.30
2	5.27 ^{a}±1.68	4.98 ^{a} ±1.67	4.73 ^{a}±1.48	4.78 ^{a}±1.46
3	6.56 ^{b}±1.49	7.09 ^{b} ±0.87	7.11 ^{b}±0.80	7.22 ^{b}±0.90

ปัจจัยร่วม					
ความหนา (มม.)	**ระยะเวลาอบแห้ง (ชั่วโมง)**				
2.5±0.5	1	6.80 ^{d} ±0.94	6.27 ^{de} ±1.22	5.73 ^{c} ±1.44	6.20 ^{d} ±0.86
	2	5.53 ^{abc} ±1.77	5.27 ^{bc} ±1.75	5.20 ^{bc}±1.52	5.47 ^{cd} ±1.30
	3	6.20 ^{bc} ±1.78	7.27 ^{f} ±0.70	7.3 3 ^{d} ±0.72	7.40 ^{e} ±0.91
3.5±0.5	1	5.93 ^{bcd} ±1.53	4.80 ^{b} ±1.15	4.60 ^{ab}±1.06	5.07 ^{bc} ±0.96
	2	5.80 ^{bcd} ±1.42	5.87 ^{cd} ±1.13	5.13 ^{bc}±1.36	5.40 ^{cd} ±1.06
	3	6.73 ^{cd} ±1.53	7.07 ^{e} ±0.88	6.87 ^{d} ±0.92	7.13 ^{e} ±0.83
4.5±0.5	1	5.40 ^{ab} ±1.76	4.60 ^{ab} ±1.50	4.93 ^{bc}±1.49	4.53 ^{b} ±1.46
	2	4.47 ^{a} ±1.64	3.80 ^{a} ±1.42	3.87 ^{a} ±1.25	3. 47 ^{a} ±1.06
	3	6.73 ^{d} ±1.10	6.9 3 ^{e} ±1.03	7.13 ^{d} ±0.74	7.13 ^{e} ±0.99

หมายเหตุ 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในแต่ละกลุ่มปัจจัย ตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4 ผลของการนวดแป้งนึ่งสุกก่อนการอบแห้ง และภาชนะที่ใช้อบพองด้วยไมโครเวฟต่อคุณภาพขนมอบพอง

จากผลของปัจจัยเดี่ยวในการนวดแป้งนึ่งสุกก่อนการอบแห้ง 3 ระดับ คือ 0 10 และ 20 นาที พบว่า การนวดแป้งนึ่งสุกก่อนการอบแห้งไม่มีผลต่อคุณภาพของขนมก่อนอบพอง และหลังอบพองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.7) โดยความชื้นก่อนการอบพองอยู่ในช่วงร้อยละ 19.55 – 20.54 อัตราการพองตัวอยู่ในช่วง 3.21 – 3.51 ความหนาแน่นอยู่ในช่วง 0.09 – 0.10 (g/cm^3) และค่าแรงต้านการเจาะทะลุอยู่ในช่วง 29.99 – 33.21 Newton

เมื่อพิจารณาผลของปัจจัยเดี่ยวในการใช้ภาชนะในการอบพองด้วยไมโครเวฟแตกต่างกัน 2 ชนิด คือ จานเซรามิคและถุงกระดาษเคลือบไข พบว่า ภาชนะที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อความชื้นของขนมก่อนการอบพอง และอัตราการพองตัวของขนมอบพองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.7) โดยความชื้นก่อนการอบพองอยู่ในช่วงร้อยละ 19.56 – 20.30 และอัตราการพองตัวอยู่ในช่วง 3.28 – 3.47 แต่การใช้ภาชนะที่ต่างกันในการอบพองด้วยไมโครเวฟให้ค่าความหนาแน่นและค่าแรงต้านการเจาะทะลุแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) (ตารางที่ 4.7) โดยการใช้ถุงกระดาษให้ค่าความหนาแน่น (0.08 ± 0.01 g/cm^3) และแรงต้านการเจาะทะลุ (27.33 ± 1.60 Newton) ต่ำกว่าการใช้จานเซรามิค ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากคลื่นไมโครเวฟสามารถทะลุผ่านภาชนะที่ทำด้วยกระดาษได้ดี เกิดการกระจายตัวของความร้อนได้ดี และสม่ำเสมอ

จากผลของปัจจัยร่วมทั้งสองปัจจัย คือ การนวดแป้งนึ่งสุกก่อนการอบแห้ง และการใช้ภาชนะในการอบพองแตกต่างกัน พบว่า ปัจจัยร่วมไม่มีผลต่อความชื้นของขนมก่อนการอบพองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.7) โดยความชื้นก่อนการอบพองอยู่ในช่วงร้อยละ 19.24 – 21.13 แต่กลับมีผลต่อคุณภาพของขนมหลังอบพองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) โดยการนวดแป้งนึ่งสุกก่อนการอบแห้งนาน 10 นาที และใช้ถุงกระดาษเคลือบไขในการอบพองด้วยไมโครเวฟให้อัตราการพองตัวสูงสุด (3.97 ± 0.08) ด้านความหนาแน่นการนวดแป้งนึ่งสุกในทุกช่วงเวลา และการใช้ถุงกระดาษเคลือบไขในการอบพองไม่มีความแตกต่างกัน (0.08 ± 0.01 g/cm^3) สำหรับค่าแรงต้านการเจาะทะลุ การนวดแป้งนึ่งสุกก่อนการอบแห้งนาน 0 และ 10 นาที และใช้ถุงกระดาษเคลือบไขในการอบพองให้ค่าต่ำไม่แตกต่างกันตัว (25.70 ± 0.48 และ 27.12 ± 0.86 Newton ตามลำดับ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.7 ผลของการนวดแป้งนึ่งสุกก่อนการอบแห้ง และภาชนะที่ใช้อบพองด้วยไมโครเวฟต่อคุณภาพทางเคมี และกายภาพของขนมอบพอง[1/]

ปัจจัยเดี่ยว	ความชื้นก่อนอบพอง (%)[ns]	ลักษณะหลังอบพอง		
		อัตราการพองตัว	ความหนาแน่น (g/cm^3)	ค่าแรงต้านการเจาะทะลุ (Newton)
ระยะเวลานวดแป้ง (นาที)		ns	ns	ns
0	20.54±0.92	3.41 ±0.18	0. 10 ±0.02	29.99±4.85
10	19.55±0.69	3.21 ±0.27	0.09 ±0.02	31.00 ±4.41
20	19.71±0.90	3.51 ±0.10	0.09 ±0.01	33.21±4.53
ภาชนะที่ใช้		ns		
จานเซรามิค	20.30±0.99	3.47 ±0.09	0.11 [a] ±0.01	35.46 [a] ±2.01
ถุงกระดาษ	19.56±0.68	3.28 ±0.27	0.08 [b] ±0.01	27.33 [b] ±1.60

ปัจจัยร่วม					
ระยะเวลานวดแป้ง (นาที)	**ภาชนะที่ใช้**				
0	จานเซรามิค	21.13±0.84	3.54 [cb] ±0.13	0.11 [c] ±0.01	34.27 [c] ±1.87
	ถุงกระดาษ	19.95±0.62	3.27 [a] ±0.08	0.08 [a] ±0.01	25.70 [a] ±0.48
10	จานเซรามิค	19.59±0.99	3.46 [cb] ±0.04	0.11 [c] ±0.01	34.87 [c] ±1.69
	ถุงกระดาษ	19.51±0.45	3.97 [d] ±0.08	0.08 [a] ±0.01	27.12 [ab] ±0.86
20	จานเซรามิค	20.18±0.69	3.43 [b] ±0.05	0.10 [b] ±0.01	37.23 [d] ±1.57
	ถุงกระดาษ	19.24±0.95	3.59 [c] ±0.05	0.08 [a] ±0.001	29.18 [b] ±0.49

หมายเหตุ 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในแต่ละกลุ่มปัจจัย ตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะที่สังเกตได้ของขนมหลังการอบพอง พบว่า ขนมที่ผ่านการนวดแป้งนึ่งสุกก่อนการอบแห้งนาน 10 นาที และใช้ถุงกระดาษเคลือบไขในการอบพองด้วยไมโครเวฟ ใช้เวลาในการอบพองเพียง 1 นาที โดยขนมจะมีการพองตัวอย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอทั่วทั้งชิ้นขนม ในขณะที่การใช้จานเซรามิคเป็นภาชนะในการอบพองขนมจะพองตัวอย่างช้าๆ โดยขนมด้านที่สัมผัสกับจานเซรามิคจะพองตัวก่อนทำให้ขนมเกิดการพองตัวไม่สม่ำเสมอและใช้เวลานานกว่า

เมื่อนำขนมอบพองที่ผ่านการผลิตโดยมีการนวดแป้งนึ่งสุดก่อนการอบแห้ง และใช้ภาชนะในการอบพองด้วยไมโครเวฟแตกต่างกันมาทำการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 15 คน พบว่า การนวดแป้งนึ่งสุกก่อนการอบแห้งผู้ทดสอบให้การยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ใช้ในการทดสอบด้านลักษณะปรากฏ ความแข็ง ความกรอบ และความชอบรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.8) โดยคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏอยู่ในช่วง 5.90 – 6.25 ด้านความแข็งอยู่ในช่วง 5.95 – 6.30 ด้านความกรอบอยู่ในช่วง 5.45 – 6.50 และความชอบรวมอยู่ในช่วง 5.90 – 6.45 ภาชนะที่ใช้ในการอบพองทั้ง 2 ชนิด ไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏของขนมอบพองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยด้านลักษณะปรากฏมีคะแนนความชอบเป็น 6.10 แต่มีผลต่อการยอมรับด้านความแข็ง ความกรอบและความชอบรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยในทุกๆ ด้านการใช้ถุงกระดาษได้รับคะแนนความชอบสูงสุดเป็น 7.40±0.89 6.77±1.43 และ 6.93±1.20 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8)

เมื่อพิจารณาปัจจัยร่วมระหว่างการนวดแป้งนึ่งสุดก่อนการอบแห้ง และภาชนะที่ใช้ในการอบพอง พบว่าไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏของขนมอบพองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยด้านลักษณะปรากฏมีคะแนนความชอบอยู่ในช่วง 5.80 - 6.30 แต่มีผลต่อการยอมรับด้านความแข็ง ความกรอบ และความชอบรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ขนมที่ผ่านการนวดแป้งนึ่งสุกนาน 20 นาที และใช้ถุงกระดาษเป็นภาชนะในการอบพองได้รับคะแนนความชอบด้านความแข็งสูงสุดเป็น 7.50±0.71 ส่วนขนมที่ผ่านการนวดแป้งนึ่งสุกนาน 10 นาที และใช้ถุงกระดาษเป็นภาชนะในการอบพองได้รับคะแนนด้านความกรอบ และความชอบรวมสูงสุดเป็น 7.30±0.95 และ 7.20±0.92 (ตารางที่ 4.8) เมื่อเทียบผลทางด้านประสาทสัมผัสกับคุณภาพก่อนและหลังการอบพองทางด้านกายภาพ และเคมี พบว่า ขนมที่ผ่านการนวดแป้งนึ่งสุกนาน 10 นาที และใช้ถุงกระดาษเป็นภาชนะในการอบมีคุณภาพดีที่สุดจึงเหมาะที่จะเลือกไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.8 ผลของการนวดแป้งนึ่งสุกก่อนการอบแห้ง และภาชนะที่ใช้อบพองด้วยไมโครเวฟต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมอบพอง

ปัจจัยเดี่ยว	คุณภาพทางประสาทสัมผัส [1/]			
	ลักษณะปรากฏ[ns]	การกัดให้แตก	การเคี้ยว	ความชอบรวม
ระยะเวลานวดแป้ง (นาที)		ns	ns	Ns
0	6.25 ±1.52	5.95 ±2.06	5.45±1.70	5.90 ±1.48
10	6.15 ±1.31	6.25 ±1.83	6.50±1.64	6.45 ±1.54
20	5.90 ±1.48	6.30 ±1.81	6.30±1.69	6.35 ±1.39
ภาชนะที่ใช้				
จานเซรามิค	6.10 ±1.30	4.93^{a} ±1.80	5.40^{a}±1.71	5.53^{a} ±1.30
ถุงกระดาษ	6.10 ±1.56	7.40^{b} ±0.89	6.77^{b}±1.43	6.93^{b} ±1.20
ปัจจัยร่วม				
ระยะเวลานวดแป้ง (นาที) **ภาชนะที่ใช้**				
0 จานเซรามิค	6.20 ±1.32	4.60^{a} ±1.84	5.00^{a} ±1.70	5.30^{a} ±1.34
ถุงกระดาษ	6.30 ±1.77	7.30^{b} ±1.25	5.90^{abc}±1.66	6.50^{ab} ±1.43
10 จานเซรามิค	6.30 ±1.25	5.10^{a} ±1.91	5.70^{ab} ±1.83	5.70^{a} ±1.70
ถุงกระดาษ	6.00±1.41	7.40^{b} ±0.70	7.30^{c} ±0.95	7.20^{b} ±0.92
20 จานเซรามิค	5.80 ±1.40	5.10^{a} ±1.79	5.50^{a} ±1.72	5.60^{a} ±1.17
ถุงกระดาษ	6.00±1.63	7.50^{b} ±0.71	7.10^{bc} ±1.29	7.10^{b} ± 1.20

หมายเหตุ 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในแต่ละกลุ่มปัจจัย ตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5 ผลของรูปแบบของข้าวที่ใช้ต่อคุณภาพขนมอบพอง

จากกรรมวิธีการผลิตขนมอบพองที่ใช้วัตถุดิบหลักเป็นแป้งข้าวเหนียวมาทำการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบเป็นรูปแบบข้าวเหนียวหักบดหยาบและข้าวเจ้าหักบดหยาบ และเมล็ดข้าวเหนียวหักไม่บดและเมล็ดข้าวเจ้าหักไม่บดพบว่า ไม่มีผลต่อความชื้นของขนมก่อนอบพอง อัตราการพองตัว และความหนาแน่นของขนมหลังอบพองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.9) โดยความชื้นก่อนการอบพองอยู่ในช่วงร้อยละ 19.14 – 20.20 อัตราการพองตัวอยู่ในช่วง 2.92 – 3.09 และความหนาแน่นอยู่ในช่วง 0.06 – 0.07 (g/cm^3) แต่รูปแบบวัตถุดิบที่ต่างกันส่งผลต่อค่าแรงต้านการเจาะทะลุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) โดยการใช้วัตถุดิบในรูปแบบแป้งและข้าวหยาบมีค่าแรงต้านการเจาะทะลุต่ำไม่แตกต่างกัน (27.25 และ 28.12 Newton)

ตารางที่ 4.9 รูปแบบของข้าวที่ใช้ต่อคุณภาพทางเคมี และกายภาพของขนมอบพอง[1/]

รูปแบบวัตถุดิบ	ความชื้นก่อนอบพอง (%)[ns]	ลักษณะหลังอบพอง		
		อัตราการพองตัว[ns]	ความหนาแน่น (g/cm^3)[ns]	ค่าแรงต้านการเจาะทะลุ (Newton)
แป้ง	20.20±0.37	2.93 ±0.22	0.06 ±0.01	27.25[a] ±0.92
บดละเอียด	19.67±0.42	3.09 ±0.14	0.06 ±0.01	28.12[a] ± 1.36
เมล็ดหัก	19.14±0.91	2.92 ±0.14	0.07 ±0.01	30.77[b] ± 0.43

หมายเหตุ 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในแต่ละกลุ่มปัจจัย ตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อนำขนมอบพองที่ผ่านการผลิตด้วยกรรมวิธีที่ศึกษาได้โดยใช้วัตถุดิบในรูปแบบต่างกันทำการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 15 คน พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ ความแข็ง และความกรอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) โดยการใช้ข้าวบดหยาบเป็นวัตถุดิบได้รับคะแนนสูงสุดในด้านลักษณะปรากฏ และความกรอบ (7.53±0.62 และ 7.63±0.52) (ตารางที่ 4.10) แต่การใช้วัตถุดิบรูปแบบต่างกันส่งผลต่อความชอบด้านความเนียนละเอียดของเนื้อขนม กลิ่นหอมของข้าว และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ความชอบรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) การผลิตโดยใช้แป้งมีความเนียนละเอียดของเนื้อขนมมากที่สุด (7.80±0.77) ส่วนการใช้เมล็ดข้าวหักให้ขนมที่มีกลิ่นหอมของข้าว และความชอบโดยรวมสูงที่สุดเมื่อเทียบผลทางด้านประสาทสัมผัสกับคุณภาพก่อนละหลังการอบพอง ทางด้านกายภาพ และเคมีของขนมก่อนและหลังการอบพอง พบว่า วัตถุดิบในรูปแบบของข้าวบดหยาบ และเมล็ดหักมีคุณภาพที่ใกล้เคียงกันมาก แต่การผลิตขนมโดยใช้ข้าวเมล็ดหักมีความยุ่งยากในขั้นตอนการผลิตมากกว่า โดยเฉพาะการบดข้าวที่ผ่านการนึ่งสุกด้วยเครื่องบดเนื้อ จึงเลือกใช้ข้าวบดหยาบเป็นวัตถุดิบในการผลิตขนมอบพอง และการทดลองขั้นต่อไป นอกจากนี้การใช้เมล็ดข้าวหักยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของข้าวหักและเพิ่มช่องทางการใช้ประโยชน์ได้มากยิ่งขึ้น แต่การใช้ข้าวหักบดหยาบจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ โดยควรมีปริมาณอะไมโลสอยู่ประมาณร้อยละ 10.00-11.00

ตารางที่ 4.10 รูปแบบของข้าวที่ใช้ต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมอบพอง

รูปแบบวัตถุดิบ	คุณภาพทางประสาทสัมผัส [1/]					
	ลักษณะปรากฏ[ns]	การกัดให้แตก[ns]	การเคี้ยว[ns]	ความเนียนเนื้อ	กลิ่นของข้าว	ความชอบรวม
แป้ง	7.33 ±0.49	7.60 ±0.74	7.47 ±0.64	7.80[c] ±.0.77	5.87[a] ±0.99	7.20[b] ±0.41
บดละเอียด	7.53 ±0.62	7.30 ±0.53	7.63 ±0.52	6.90[a] ±1.07	6.80[ab] ±0.83	7.17[a] ±0.49
เมล็ดหัก	7.33 ±0.74	7.03 ±0.72	7.53 ±0.64	7.13[b] ±0.52	6.93[b] ±0.96	7.23[b] ±0.62

หมายเหตุ 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในแต่ละกลุ่มปัจจัยตัว อักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.6 ผลของการปรุงรสขนมอบพอง

จากการนำขนมที่ผ่านการศึกษาในขั้นตอนต่างๆ จนได้ขนมอบพองที่มีคุณภาพดีที่สุดมาทำการปรุงรสด้วยผงปรุงรส 4 รสชาติ คือ คือ บาร์บิคิว พริกหยวก ปาปริกา และแม็กซิกันบาร์บิคิว ในแต่ละรสชาติใช้ปริมาณผงปรุงรส 4 ระดับ คือ ร้อยละ 3 6 9 และ 12 จานนั้นทำการตรวจคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยดูผลรวมลำดับการยอมรับใช้ผู้ทดสอบชิม 10 คน พบว่า มีผลรวมลำดับการยอมรับในแต่ละรสชาติในระดับที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยทั้ง 4 รสชาติ มีผลรวมลำดับการยอมรับขนมอบพองที่ใช้ผงปรุงรสระดับสูงสุด จึงเลือกใช้ปริมาณผงปรุงรสที่ร้อยละ 12 ในการทดลองขั้นต่อไป

ตารางที่ 4.11 ปริมาณผงปรุงรสที่ใช้ต่อคุณภาพขนมอบพอง

ปริมาณผงปรุงรส	ลำดับการยอมรับรวมด้านรสชาติ[1/]			
(% w/w)	บาร์บิคิว	พริกหยวก	ปาปริกา	แม็กซิกันบาร์บิคิว
3	40.0^{b} 0±0.00	40.00^{b} ±0.00	39.00^{b} ±0.32	39.00^{b} ±0.32
6	24.00^{ab} ±0.52	27.00^{ab} ±0.48	26.00^{ab} ±0.52	28.00^{ab} ±0.42
9	19.00^{ab} ±0.88	20.00^{ab} ±0.67	18.00^{ab} ±0.63	19.00^{ab} ±0.57
12	14.00^{a} ±0.95	13.00^{a} ±0.67	14.00^{a} ±1.16	14.00^{a} ±0.97

หมายเหตุ 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในแต่ละกลุ่มปัจจัยตัว อักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.7 ผลของการเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัส ระหว่างขนมอบพอง ที่ได้กับขนมอบพองทางการค้า

เมื่อนำขนมอบพองที่ได้จากการทดลองทั้งหมด 4 รสชาติ คือ บาร์บิคิว พริกหยวก ปาปริกา และแม็กซิกันบาร์บิคิว มาทำการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ และเคมีเปรียบเทียบกับขนมอบพองทางการค้า 3 ตรา (รสดั้งเดิม) คือ โดโซะ ชินมัยและโอเซ่น พบว่า ขนมอบพองที่ได้จากการทดลองมีคุณภาพทางกายภาพและเคมี แตกต่างจากขนมอบพองทางการค้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยขนมอบพองที่ได้จากการทดลองทั้ง 4 รสชาติ มีความหนาแน่นไม่แตกต่างกันอยู่ในช่วง 0.07 - 0.09 (g/cm^3) เมื่อเทียบกับขนมอบพองทางการค้า พบว่า มีความแตกต่างกันโดยที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ขนมอบพองทางการค้าทั้ง 3 ตรา มีความหนาแน่นสูงกว่า (0.21±0.01 0.14±0.03 และ0.15±0.01 g/cm^3 ตามลำดับ) เช่นเดียวกับค่าแรงต้านการเจาะทะลุ พบว่า ขนมอบพองที่ได้จากการทดลองทั้ง 4 รสชาติ และขนมอบพองทางการค้า ตรา ชินมัย มีค่าแรงต้านการเจาะทะลุไม่แตกต่างกันอยู่ในช่วง 27.18-29.13 Newton นอกจากนี้ขนมอบพองทางการค้า ตรา โอเซ่น มีค่าแรงต้านการเจาะทะลุต่ำสุด (14.55±0.45 Newton) ปริมาณความชื้น พบว่า ขนมอบพองที่ได้จากการทดลองทั้ง 4 รสชาติ และขนมอบพองทางการค้า ตรา โอเซ่น มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอยู่ในช่วงร้อยละ 5.90 – 5.68 ขณะที่ขนมทางการค้า ตรา โดโซะ มีปริมาณความชื้นต่ำสุด (ร้อยละ 3.98±1.43) ปริมาณโปรตีน พบว่า ขนมที่ได้กับขนมทางการค้ามีปริมาณโปรตีนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยขนมที่ได้ทั้ง 4 รสชาติ มีปริมาณโปรตีนสูงกว่า (ร้อยละ 9.10 8.62 9.46 และ 9.24 ตามลำดับ) (ตารางที่4.12) ขนมทางการค้าทั้ง 3 ตรา (ร้อยละ 7.97±0.03 6.78±0.02 และ 6.58±0.13) ปริมาณไขมัน พบว่า ขนมอบพองที่ได้จากการทดลองทั้ง 4 รสชาติ มีปริมาณไขมัน ไม่แตกต่างกันอยู่ในช่วงร้อยละ 9.06 – 9.34 และมีปริมาณต่ำกว่าขนมอบพองทางการค้าทั้ง 3 ตรา ปริมาณอะไมโลส พบว่า ขนมอบพองที่ได้จากการทดลองทั้ง 4 รสชาติ มีปริมาณอะไมโลสไม่แตกต่างกันอยู่ในช่วงร้อยละ 10.60 – 11.66 และมีปริมาณต่ำกว่าขนมอบพองทางการค้าทั้ง 3 ตรา สังเกตได้ว่าคุณภาพของขนมอบพองที่ได้จากการทดลองใกล้เคียงกับขนมทางการค้า แต่ขนมที่ได้จากการทดลองยังการผลิตไม่สม่ำเสมอ จึงทำให้มีคุณภาพไม่แน่นอน

เมื่อนำขนมอบพองที่ได้จากการทดลอง มาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับขนมอบพองทางการค้า โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 15 คน พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบแตกต่างกันในทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.13) โดยด้านลักษณะปรากฏขนมตรา โดโซะ และโอเซ่นได้รับคะแนนความชอบสูงสุด (8.27) ด้านความแข็งและความกรอบ ขนมตรา โดโซะได้รับคะแนนสูงสุด (8.00±0.65 และ 8.27±0.80) ด้านความเนียนละเอียดของเนื้อขนมตรา ชินมัย ได้รับคะแนนสูงสุด (7.87±0.99) ด้านกลิ่นหอมของข้าวขนมที่ได้จากการทดลองรส แม็กซิกันบาร์บิคิว ได้รับคะแนนสูงสุด (7.27±0.46) ด้านรสชาติ และความชอบรวมขนมตรา โดโซะ ได้รับคะแนนสูงสุด (8.27±0.80 และ 8.00±0.53) จากผลการทดลองแลดงว่าว่า ขนมที่วางจำหน่ายในท้องตลาดได้รับคะแนนความชอบในด้านต่างๆ สูงกว่าขนมที่ผลิตจากการทดลอง โดยผู้ทดสอบชิมให้ข้อเสนอแนะว่า ขนมที่ผลิตจากการทดลองยังมีรูปร่างที่ไม่สม่ำเสมอ การเคลือบผงปรุงรสยังไม่ทั่วทั้งชิ้น แต่สำหรับเนื้อสัมผัสถือว่าใกล้เคียงกับขนมที่จำหน่ายในท้องตลาด หากดูจากคะแนนความชอบในด้านต่างๆ ถือว่าขนมอบพองที่ผลิตจากการทดลองได้รับการยอมรับอยู่ในเกณฑ์ดี เพราะคะแนนความชอบอยู่ในช่วง 5.87 – 7.47

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพ และเคมีระหว่างขนมอบพองที่ได้จากการทดลอง กับขนมอบพองที่วางจำหน่ายในท้องตลาด[1/]

ตัวอย่าง		คุณภาพทางกายภาพ และเคมี					
		ความหนาแน่น (g/cm^3)	ค่าแรงต้านการเจาะทะลุ (newton)	ความชื้น (%)	โปรตีน[2/] (%)	ไขมัน[2/] (%)	อะไมโลส[2/] (%)
ขนมอบพองจากการทดลอง	บาร์บิคิว	$0.07^{a}\pm0.01$	$29.13^{b}\pm1.00$	$5.68^{b}\pm0.40$	$9.10^{c}\pm0.20$	$9.28^{a}\pm0.24$	$10.60^{a}\pm0.00$
	พริกหยวก	$0.08^{a}\pm0.03$	$27.18^{b}\pm1.00$	$5.60^{b}\pm0.36$	$8.62^{c}\pm0.19$	$9.32^{a}\pm0.45$	$11.12^{a}\pm0.10$
	ปาปริกา	$0.09^{a}\pm0.03$	$28.31^{b}\pm1.99$	$5.64^{b}\pm0.23$	$9.46^{c}\pm0.10$	$9.06^{a}\pm0.12$	$11.66^{a}\pm0.00$
	แม็กซิกันบาร์บิคิว	$0.08^{a}\pm0.02$	$28.77^{b}\pm1.81$	$5.66^{b}\pm0.15$	$9.24^{c}\pm0.40$	$9.34^{a}\pm0.06$	$10.60^{a}\pm0.00$
ขนมอบพองในท้องตลาด	โดโซะ (รสดั้งเดิม)	$0.21^{c}\pm0.01$	$36.19^{c}\pm0.69$	$3.98^{a}\pm1.43$	$7.97^{b}\pm0.03$	$12.03^{c}\pm0.30$	$12.50^{b}\pm0.00$
	ชินมัย (รสดั้งเดิม)	$0.14^{b}\pm0.03$	$27.44^{b}\pm0.41$	$7.72^{c}\pm0.25$	$6.78^{a}\pm0.02$	$20.24^{d}\pm0.24$	$17.34^{d}\pm0.00$
	โอเซ่น (รสดั้งเดิม)	$0.15^{b}\pm0.01$	$14.55^{a}\pm0.45$	$5.90^{b}\pm0.10$	$6.58^{a}\pm0.13$	$10.56^{b}\pm0.16$	$15.94^{c}\pm1.14$

หมายเหตุ 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในแต่ละกลุ่มปัจจัย ตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

2/ คำนวณฐานน้ำหนักแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.13 การเปรียบเทียบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสระหว่างขนมอบพองที่ได้จากการทดลอง กับขนมอบพองที่วางจำหน่ายในท้องตลาด

ตัวอย่าง		คุณภาพทางประสาทสัมผัส[1/]						
		ลักษณะปรากฏ	การกัดให้แตก	การเคี้ยว	ความเนียนเนื้อ	กลิ่นของข้าว	รสชาติ	ความชอบรวม
ขนมอบพองจากการทดลอง	บาร์บิคิว	5.73^{a}±1.22	6.73^{a}±0.59	7.40^{a}±0.51	6.80^{a}±0.68	7.13^{bc}±0.99	5.93^{a}±1.22	6.73^{a}±0.80
	พริกหยวก	5.73^{a}±1.10	6.67^{a}±0.72	7.47^{a}±0.64	7.07^{a}±0.59	6.53^{b}±0.92	6.07^{a}±1.10	6.80^{a}±0.56
	ปาปริกา	5.80^{a}±1.15	6.73^{a}±0.70	7.33^{a}±0.49	7.00^{a}±0.65	7.07^{bc}±1.03	6.33^{a}±0.98	7.07^{a}±0.46
	แม็กซิกันบาร์บิคิว	5.87^{a}±1.30	6.73^{a}±0.70	7.33^{a}±0.49	7.00^{a}±0.53	7.27^{c}±0.46	6.27^{a}±1.03	6.93^{a}±0.46
ขนมอบพองในท้องตลาด	โดโซะ (รสดั้งเดิม)	8.27^{b}±0.59	8.00^{b}±0.65	8.27^{b}±0.80	7.27^{a}±0.70	5.73^{a}±0.80	8.27^{b}±0.80	8.00^{b}±0.53
	ชินมัย (รสดั้งเดิม)	8.20^{b}±0.68	7.87^{b}±0.64	8.13^{b}±0.64	7.87^{b}±0.99	5.47^{a}±1.19	8.07^{b}±0.70	7.67^{b}±0.62
	โอเซ่น (รสดั้งเดิม)	8.27^{b}±0.70	7.93^{b}±0.80	8.20^{b}±0.68	7.07^{a}±0.96	5.47^{a}±0.92	8.00^{b}±0.65	7.80^{b}±0.56

หมายเหตุ 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในแต่ละกลุ่มปัจจัย ตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved