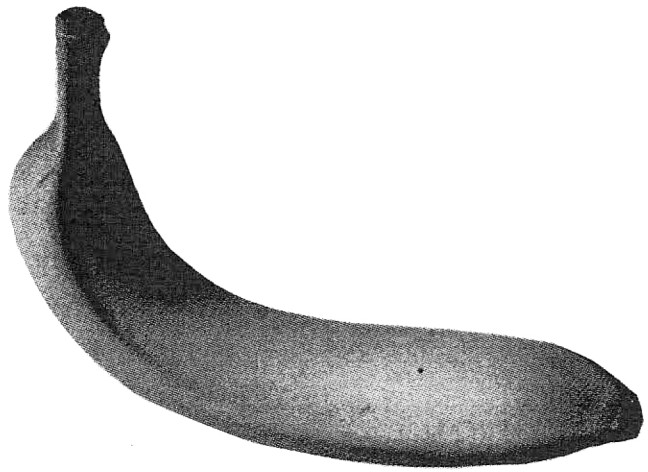
การลวกและความกรอบของกล้วยฉาบ



บทคัดย่อ

กล้วยแก่จัดทั้งผล (ยังไม่ปอกเปลือก) ลวกในน้ำอุณหภูมิ 50, 60, 70, 80, 90 และ 100°C เป็นเวลา 2, 15 และ 30 นาที โดยใช้แผนแบบการทดลองแบบ factorial design จากนั้นจึงปอกเปลือกหั่นเป็นชิ้นบางๆ แล้วทอดในน้ำมัน วัดความกรอบของกล้วยที่ทอดแล้วด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส **TA.XT2 Texture Analyzer** โดยการทดสอบการแตกหัก (bending-snapping test) พบว่า ความกรอบ เวลา และอุณหภูมิในการลวกมีผลกระทบซึ่งกันและกันอย่างมีนัยสำคัญ จากนั้นจึงทำการทดลองขั้นที่ 2 โดยใช้แผนแบบ central composite design โดยใช้อุณหภูมิการลวกในช่วง 41.7 ถึง 98.3 °C จากนั้นจึงสร้างพื้นผิวตอบสนอง(response surface) เพื่อทำนายความกรอบ ซึ่งพบว่า ผลิตภัณฑ์จะกรอบมากที่สุดเมื่อลวกที่ 69°C เป็นเวลา 22 นาที

แปลจาก :

Journal of Food Science, No.1 Volume 61, 1996

ผู้เขียน :

José C. Jackson, Malcolm C. Bourne, and John Barnard

โดย :

รัตนันท์ พรรณารุโณทัย

บทนำ

กล้วยทอดแผ่นบาง (banana chips) เป็นขนมขบเคี้ยวที่นิยมรับประทานกันในหลายๆประเทศ (คล้ายกับกล้วยฉาบของไทยเรานั่นเอง ดังนั้นในที่นี้ผู้แปลขอแทน banana chips ด้วยคำว่า "**กล้วยฉาบ**") เนื่องจากอุตสาหกรรมขนมขบเคี้ยวกำลังขยายตัวอย่างมาก การนำกล้วยมาทำขนมขบเคี้ยวจึงเริ่มมีบทบาทสำคัญยิ่งขึ้นในประเทศที่มีการปลูกกล้วยกันมาก การลวกกล้วยเป็นขั้นตอนหนึ่งในการทำกล้วยฉาบ เพื่อลดการทำงานของเอ็นไซม์ ซึ่งจะทำให้เกิดสีน้ำตาล และช่วยให้ปอกเปลือกได้ง่ายขึ้นสำหรับผลไม้ดิบซึ่ง

รัตนันท์ พรรณารุโณทัย. "การลวกและความกรอบของกล้วย" วารสารจาร์พา ฉ. 25 (พ.ค. 2539) 42-45

เปลือกมักจะติดกับเนื้อในค่อนข้างแน่น อย่างไรก็ตามขนมขบเคี้ยว (chip) ซึ่งผลิตขายกันในปัจจุบัน ส่วนมากไม่ผ่านการลวกก่อนนำมาทอด

Jackson และ Bourne (1994) รายงานผลของสภาวะการลวกกับความรู้สึกด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของกล้วยฉาบ โดยวิธีวิเคราะห์ผลการทดสอบชิมทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส (sensory texture profile) แต่ในการศึกษาต่อ ๆมาได้มีการนำเครื่องมือมาใช้ทดสอบผลกระทบของการลวกต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของกล้วยฉาบ

คุณลักษณะหลักด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารแห้งก็คือ ความกรอบ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ทราบกันว่าแสดงถึงความสดและคุณภาพที่ดีของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ ในด้านการทดสอบความรับรู้ทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสอาหารของผู้บริโภคมักจะรับรู้ถึงความกรอบ (chisp) มากกว่าลักษณะอื่น ๆ Szczesniak กล่าวว่าความกรอบดูเหมือนจะเป็นคุณลักษณะเดียวทางด้านเนื้อสัมผัสที่แปรผันได้มากที่สุด เป็นคุณลักษณะที่ทำให้อาหารน่ารับประทานและกระตุ้นให้รับประทานได้มากขึ้น และเป็นลักษณะเด่นด้านลักษณะเนื้อซึ่งจะแสดงว่าผลิตภัณฑ์ผ่านการผลิตที่ดี และมีความสดใหม่

จากการค้นคว้ารายงานด้านการวิเคราะห์ความกรอบที่ผ่านมาพบว่ายังไม่มีการรายงานถึงวิธีที่แน่นอนในการทดสอบความกรอบ กล่าวคือในการใช้เครื่องมือสำหรับทดสอบอาหารกรอบ Bourne ได้แนะนำว่า เนื่องจากอาหารชนิดนี้จะแตกตั้งแต่การกัดครั้งแรก ซึ่งจะให้จุดยอดของแรงสูงมากและเส้นโค้งของแรงกับระยะทางมีความชันมาก วิธีที่น่าพอใจในการวัดคุณสมบัติลักษณะเนื้อสัมผัสนี้อาจวัดที่ความชันของเส้นโค้งแรงกับระยะทางที่ได้จากการทดสอบการแตกหัก

จุดประสงค์ของการศึกษานี้ ต้องการทดสอบผลกระทบของอุณหภูมิและเวลาในการลวกต่อความกรอบของกล้วยฉาบ จากนั้นใช้การวิเคราะห์พื้นผิวตอบสนองเพื่อประมาณสภาวะที่เหมาะสม (optimum) สำหรับการผลิตขนมทอดกรอบนี้

วัสดุและวิธีการ

วัตถุดิบ

ใช้กล้วยพันธุ์ *Musa cavendish* จากท้องตลาด โดยนำผลที่แก่จัดแต่ยังเป็นสีเขียวอยู่ที่ดัชนีสีระดับ 1 มาใช้

วิธีการ

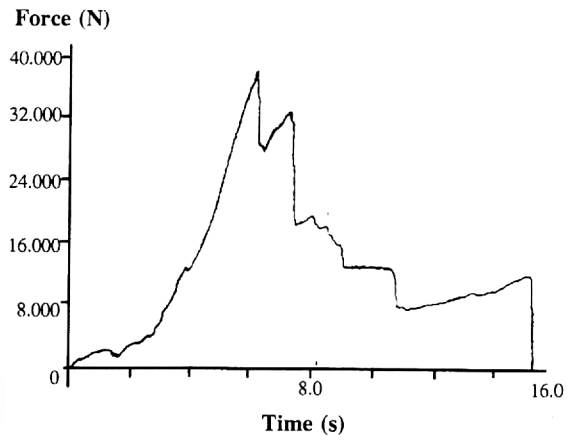
การเตรียมกล้วยฉาบในการศึกษานี้จะแบ่งกล้วยมาทอดแยกกัน 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นตัวอย่างควบคุม ซึ่งจะนำมาทอดโดยไม่ผ่านการลวก ส่วนที่สองทอดกล้วยที่ผ่านการลวกทั้งลูกตามแผนแบบการทดลองที่วางไว้ หลังจากนั้นปอกเปลือกกล้วยด้วยมือ แล้วตัดเป็นชิ้นบาง ๆ โดยใช้เครื่อง Hobart Slicer ให้มีความหนา 1.6 มม. แล้วนำไปทอดในน้ำมันถั่วเหลืองที่ 190°C เป็นเวลา 2 นาที หรือจนกระทั่งเหลืองกรอบ จากนั้นจึงทำให้เย็นแล้วสะเด็ดน้ำมันออก เก็บกล้วยฉาบนี้ไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิประมาณ 25°C ในเดสสิเคเตอร์ (desicator) ซึ่งมี $MgCl_2.6H_2O$ บรรจุอยู่ เพื่อปรับให้ผลิตภัณฑ์มีค่า water activity (a_w) ที่ 3.4 ซึ่งค่า a_w ที่ระดับนี้ต่ำกว่าที่ระดับ 0.5 (ซึ่งจะทำให้ความกรอบลดลงอย่างรวดเร็ว) มากพอสมควร

อุปกรณ์ในการทดสอบ

วัดค่าแรงที่ใช้ในการกดจากเครื่อง **TA.XT2 Texture Analyzer** โดยใช้ความเร็วคงที่ที่ 0.1 มม./วินาที การใช้ความเร็วต่ำจะช่วยให้สามารถสังเกตเหตุการณ์ที่ตัวอย่างแตกได้ชัดเจนขึ้น กล้วยฉาบจะถูกวางบนฐานรูปวงแหวนซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ซม. และใช้หัววัดปลายแบนเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 มม. กดลงบนผิวหน้าตัวอย่างเพื่อเจาะเข้าไปในเนื้อตัวอย่างเป็นระยะ 10 มม. ความชันก่อนที่จะถึงแรงสูงสุดของการแตกครั้งแรก (ดูรูปที่ 1) แสดงถึงความกรอบของกล้วยฉาบ ซึ่งสามารถตรวจวัดได้โดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของ TA.XT2

การสุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างจากแผนแบบ factorial design 19 ตัวอย่าง และจากแผนแบบ central composite design (CCD) อีก 15 ตัวอย่างจะถูกนำมาใช้ทั้งหมด โดยแต่ละ



รูปที่1 : กราฟแรงและเวลาในการวัดความกรอบของกล้วยฉาบ (ลวกที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 19 นาที)

ตัวอย่างจะถูกสุ่มมาทดสอบความกรอบด้วยเครื่อง TA.XT2 ตัวอย่างละ 5 ซ้ำ

การวิเคราะห์ทางสถิติ

จากแผนแบบการทดลอง factorial design ขนาด 3x6 โดยใช้เวลาลวก 2, 15 และ 30 นาที และอุณหภูมิในการลวก 50, 60, 70, 80, 90 และ 100°C วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Genstat เพื่อทดสอบผลกระทบหลักและผลกระทบร่วมของอุณหภูมิและเวลาในการลวกดังกล่าว จากผลการทดลองที่ได้นี้นำมาสร้างแบบการทดลองขั้นที่ 2 ตามหลัก CCD โดยใช้ตัวแปรผสม 13 แบบ แล้วคำนวณพื้นผิวตอบสนองลำดับที่ 2 โดยใช้โปรแกรม JMP ในการทดลองขั้นที่ 2 นี้ จะใช้อุณหภูมิลวก ในช่วง 41.7 ถึง 98°C และเวลาลวกในช่วง 3.4 ถึง 34.6 นาที จากนั้นคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) และ Lack of fit* เพื่อทดสอบความถูกต้องของสมการตัวแบบ และสภาวะการลวกที่เหมาะสมสำหรับเพิ่มความกรอบ สร้างพื้นผิวตอบสนองแบบ 3 มิติ เพื่อแสดงผลกระทบร่วมต่างๆ โดยใช้โปรแกรม Splus

ตารางที่ 1 : ค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความกรอบของกล้วยฉาบในการทดลอง จากแผนแบบการทดลอง factorial design

Blanch time (min)	Blanch temp (°c)	Crispness (N/m)	Standard deviation (N/m)
0 (control)	0	4.19	1.39
2	50	4.18	0.12
15	50	6.75	2.53
30	50	4.15	0.38
2	60	4.46	1.80
15	60	4.69	2.41
30	60	7.11	0.95
2	70	8.15	2. 28
15	70	11.43	2.07
30	70	8.59	0.80
2	80	7.26	0.66
15	80	6.90	0.42
30	80	3.85	0.98
2	90	8.15	4.57
15	90	6.29	1.68
30	90	4.84	0.19
2	100	4.17	0.86
15	100	5.48	1.39
30	100	5.39	1.27

ตารางที่ 2 : การทดสอบความแปรปรวนของกล้วยฉาบจากแผนแบบการทดลอง factorial design และตัวอย่างควบคุม

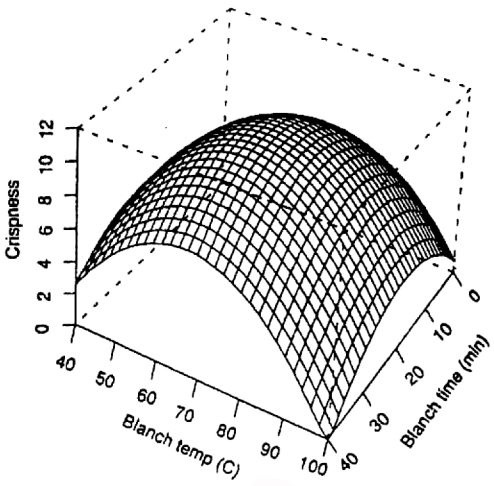
Source of variation	d f	s.s	m.s	v.r.
control vs treatments	1	62.02	62.02	41.63
temperature	5	455.18	91.04	61.11
time	2	134.02	67.01	44.98
temperature x time	10	679.48	67.95	45.61
residual	32	509.47	1.49	
Total	360	1840.17		

ผลและการวิเคราะห์ผล

ลักษณะเส้นโค้งของแรงกดเพื่อวัดความกรอบของกล้วยฉาบในรูปที่ 1 ช่วง 2 วินาทีแรก เส้นกราฟแสดงแรงที่จำเป็นต้องใช้เมื่อหัววัดกดเข้ากับเนื้อตัวอย่างจนเต็มพื้นที่ผิวของหัววัดและตัวอย่างสัมผัสกับแท่นรองจนเต็มผิวสัมผัส ใน 4 วินาทีต่อมา เส้นกราฟแรงที่ยาวและสูงชันขึ้นแสดงให้เห็นว่าแรงที่ใช้กดเพิ่มขึ้นในแบบที่เกือบจะเป็นเส้นตรง ความชันในช่วงนี้จะบ่งบอกถึงความกรอบของผลิตภัณฑ์ การแตกเล็กๆในครั้งต่อมาจะสังเกตเห็นได้หลัง 4 วินาที ประมาณวินาทีที่ 6 เส้นแรงลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากตัวอย่างมีการแตกอย่างทันทีทันใด ตามด้วยจุดยอดแรงอีกหลายจุดซึ่งแสดงถึงการแตกในครั้งต่อๆมา เส้นตั้งฉากที่จุดสิ้นสุดของการทดสอบแสดงว่าชิ้นตัวอย่างแตกอย่างสมบูรณ์แล้ว

เส้นกราฟลักษณะนี้เป็นลักษณะทั่วไปของอาหารกรอบ และชี้ให้เห็นปรากฏการณ์ที่ทราบกันว่าเป็นการแตกแบบ "แตกเปราะ" (brittle frac) ความชันที่สูงมากแสดงถึงแรงต้านทานของชิ้นตัวอย่างที่มีต่อการโค้งงอ ชิ้นตัวอย่างที่กรอบมากๆ จะมีความชันสูงและสามารถต้านการโค้งงอได้มากกว่าชิ้นตัวอย่างที่มีความกรอบน้อย ค่าเฉลี่ยของความกรอบและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ในการทดลองแบบ factorial แสดงในตารางที่ 1 พบว่า กล้วยฉาบมีความกรอบสูงสุดที่การลวก 70°C เป็นเวลา 15 นาที จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 2 พบว่า อุณหภูมิและเวลาในการลวกมีผลต่อความกรอบทั้งในด้านผลกระทบหลักและผลกระทบร่วมอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$)

*Lack of fit เป็นวิธีการทางสถิติวิธีหนึ่ง สำหรับทดสอบสมการตัวแบบของพื้นผิวตอบสนองที่คำนวณได้ว่ามีความถูกต้องพอดีกับข้อมูลที่ทดลองหรือไม่ ถ้าหากผลการทดลองพบว่า lack of fit มีนัยสำคัญ แสดงว่า สมการตัวแบบที่คำนวณได้นี้ไม่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีอยู่หรือไม่น่าเชื่อถือ



รูปที่ 2 : ความสัมพันธ์ระหว่างความกรอบของกล้วยฉาบกับอุณหภูมิและเวลาในการลวก

จากผลการทดลองเหล่านี้ นำมาทำการทดลองแบบ CCD ในการทดลองนี้ ความกรอบสูงสุดพบที่การลวก 70°C 19 นาที โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เป็น 0.77 และพบว่า lack of fit ของตัวแบบไม่มีนัยสำคัญ ($F_{3,4}$ = 0.96)

เส้นโค้ง 3 มิติในรูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกรอบของกล้วยฉาบกับอุณหภูมิและเวลาในการลวก แกนนอน 2 แกนแทนอุณหภูมิและเวลาในการลวก ส่วนแกนตั้งแทนความกรอบ เมื่อเลื่อนจุดตามแกนนอนจะเห็นว่าถ้าใช้เวลาลวกน้อยหรือมากเกินไป หรือใช้อุณหภูมิลวกต่ำหรือสูงเกินไปจะให้ผลลบต่อความกรอบ ในขณะที่ถ้าใช้เวลาและอุณหภูมิในช่วงกลาง ๆ จะให้ผลในทางบวกต่อความกรอบ จากเส้นโค้ง 3 มิตินี้ จะได้กล้วยฉาบที่กรอบที่สุด ที่ความกรอบประมาณ 10.6 เมื่อลวกกล้วยที่ 69°C เป็นเวลา 22 นาที เส้นโค้ง3มิตินี้จะแสดงถึงสัดส่วนของปัจจัยที่ควรจะใช้ในการผลิตกล้วยฉาบให้กรอบขึ้น และแสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้ปัจจัยที่ระดับต่าง ๆจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความกรอบเป็นเท่าใด

สรุปผลการทดลอง

อุณหภูมิและเวลาในการลวกมีผลต่อความกรอบของกล้วยอย่างมีนัยสำคัญ การลวกกล้วยทั้งผลเป็นเวลา 22 นาที ที่ 69°C ก่อนปอกเปลือก และทอด จะได้กล้วยฉาบที่กรอบที่สุด ซึ่งจะมีความกรอบกว่ากล้วยฉาบที่ไม่ผ่านการลวกถึง 3 เท่า อย่างไรก็ตามก่อนที่จะใช้วิธีการลวกนี้ควรจะวิเคราะห์ต้นทุนที่อาจเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนการวิจัยต่อเนื่องสำหรับการทดสอบนี้ควรทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อกล้วยฉาบที่กรอบมากขึ้น

หนังสืออ้างอิง

Adeva, L.V., Gopez, M.D., and Payumo, E.M. 1968. Studies on the preparation and storage qualities of bannana chips. Philippine J. Sci. 97(1): 27-35.

Bourne, M.C. 1975. Texture properties and evaluations of fabricated foods. Ch. 11 in Fabricated Foods, G.E. Inglett (Ed.), p. 127-158. AVI Publishing Co.,Westport, CT.

CARIRI (Caribbean Agriculture Research Institute). 1993. Processing of plantain chips. Technical Report, Trinidad.

Jackson, J.C. and Bourne, M.C. 1994. Sensory texture profile analysis of banana chips. Presented at the 30th Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society (CFCS), St. Thomas, U.S. Virgin Islands, July 31-Aug. 5, 1994.

Jain, N.L., Nair, K.G., Siddappa, G.S., and Lal, G. 1962. Studies to improve the keeping quality of fried salted banana chips. Food Science 11: 335-338.

Sauvageot, F. and Blond, G. 1991. Effects of water activity on crispness of breakfast cereals. J. Texture Studies 22: 423-442.

Szczesniak, A.S. and Kleyn, D. 1963. Consumer awareness of texture and other food attributes. Food Technol. 17 (1): 74-77.

Szczesniak, A.S. 1988. The meaning of textural characteristics-crispness. J. Texture Studies 19: 51-59.

Von Loesecke, H.W. 1950. *Bananas*, 2nd ed. Interscience Publishers, Inc., New York.

★