

ความสำคัญของกลิ่นรสอาหาร กับการตรวจวิเคราะห์กลิ่นอาหารโดยเทคนิค Gas Chromatography-Olfactometry (GC-O)

โดย ดร. กาญจนา มัทธนทวี¹

ความสำคัญของกลิ่นรสในอาหาร

อาหารมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตเพราะไม่เพียงแต่ให้พลังงานแก่ร่างกายแต่ยังให้ความสุขจากการที่มนุษย์ได้เลือกซื้อและรับประทานอาหารตามความชอบความถูกใจ โดยพิจารณาจาก สี ลักษณะที่มองเห็น เนื้อสัมผัส และที่ขาดไม่ได้คือกลิ่นรสที่ต้องเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคด้วย ความสามารถในการรับกลิ่นรสอาหารของมนุษย์ทำให้มนุษย์สามารถแยกความแตกต่างของอาหารแต่ละชนิดได้ เช่น เนื้อย่าง กับเนื้อต้ม ซึ่งมีความแตกต่างกันของกลิ่นรสจากกระบวนการทำให้เนื้อสุก ถ้ามนุษย์ขาดความสามารถในการรับกลิ่นรสแล้ว จะไม่สามารถบอกความแตกต่างระหว่างเนื้อย่าง และเนื้อต้มได้เลย ด้วยเหตุนี้เองทำให้อุตสาหกรรมอาหารต่างๆ ต้องมีการพัฒนาอาหารให้มีกลิ่นและรสชาติหลากหลาย ทั้งที่เป็นอาหารชนิดเดียวกัน ดังที่เห็นกันทั่วไปในอาหารจำพวกลูกอม หรือขนมขบเคี้ยว ที่มีความแตกต่างกันก็เฉพาะสีกับกลิ่นรสนั้น ทำให้เกิดความหลากหลายของอาหารและเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ชอบความแปลกใหม่ ตลอดจนจนเป็นการขยายกลุ่มผู้บริโภคให้กว้างขวางยิ่งขึ้น ส่งผลต่อเพิ่มยอดการผลิตและยอดการจำหน่ายของอุตสาหกรรมอาหารได้

ความสัมพันธ์ของระบบประสาทสัมผัสกับสมบัติทางประสาทสัมผัสของอาหาร

มนุษย์มีความสามารถในการรับรู้กลิ่นรสอาหาร (flavor) ซึ่งกลิ่นรสอาหารมีความหมายรวมความรู้สึกทั้งหมดที่เกิดขึ้นขณะรับประทานอาหาร ได้แก่ การรับรู้อาหาร (aroma) ที่เกิดขึ้นจากการรับรู้โดยเซลล์ตัวรับกลิ่น (aroma receptors) ภายในโพรงจมูก การรับรู้

รสชาติ (taste) เกิดขึ้นจากการรับรู้โดยเซลล์ตัวรับรส (taste receptors) ภายในปาก และยังรวมถึงความรู้สึกต่างๆ เช่น การรับรู้ความเผ็ดร้อน ความซ่า ความฝาด ความร้อน-เย็น ซึ่งเป็นการรับรู้โดยเซลล์ตัวรับที่มีอยู่ในปาก จมูก และ ตา [1]

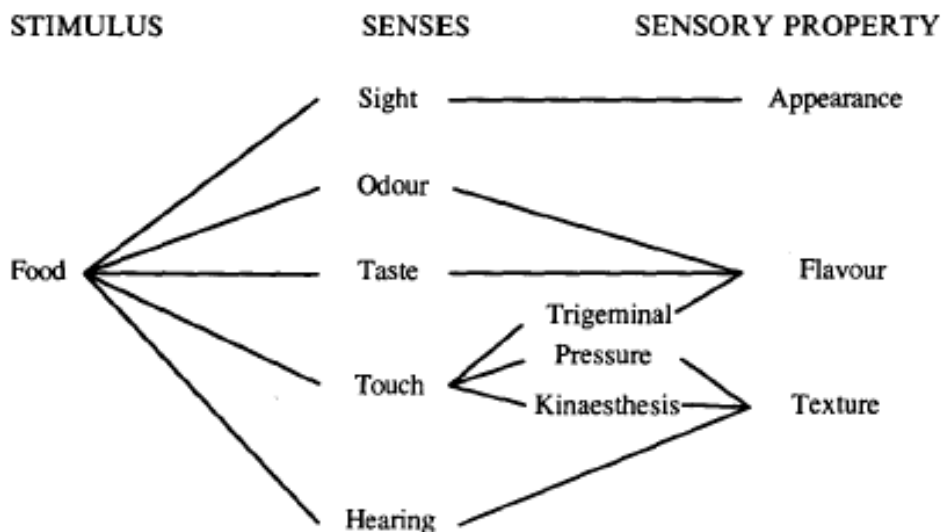
ในการรับประทานอาหารแต่ละครั้งของมนุษย์ สิ่งแรกที่มนุษย์รับรู้โดยประสาทสัมผัสคือ ลักษณะที่ปรากฏ (appearance) ตามมาด้วย เนื้อสัมผัส (texture) และ กลิ่นรส (flavor) ซึ่งการรับรู้ทางประสาทสัมผัสเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับประสาทสัมผัสทั้งห้าของมนุษย์ (ดังแสดงในรูปที่ 1) ได้แก่ การมองเห็น (sight) โดยตา การรับกลิ่น (odor) โดยจมูก การรับรสชาติ (taste) โดยลิ้น การสัมผัส (touch) โดยนิ้วมือและความรู้สึกสัมผัสอาหารในปาก และการได้ยิน (hearing) โดยหู สำหรับความรู้สึกสัมผัสทางปากสามารถแบ่งออกได้เป็นสามความรู้สึก ได้แก่ trigeminal เป็นความรู้สึกเผ็ดร้อน อุณหภูมิ ความฝาด ความซ่าของอาหาร Pressure เป็นความรู้สึกเมื่อมีการใช้แรงกดหรือบิดเคี้ยวอาหาร ส่วน kinaesthesia จะเป็นความรู้สึกย้อนกลับจากกล้ามเนื้อขณะเคี้ยวอาหาร

สารที่ให้รสชาติ (เปรี้ยว ขม เค็ม หวาน และอูมามิ) และให้ความรู้สึกต่างๆ ภายในปากนั้นมาจากสารเคมีที่ไม่ระเหย มีขี้ และละลายน้ำได้ ส่วนสารให้กลิ่นนั้นมาจากสารเคมีที่ระเหยได้ ที่ระเหยเข้ามาทางโพรงจมูก หรือภายในช่องปากขณะหายใจออก ไปยังส่วนที่เป็นตัวรับกลิ่นในโพรงจมูก (Olfactory receptors) เพื่อการรับรู้ของสารที่ให้กลิ่นนั้นๆ

kanjana@siam.edu

¹ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

¹Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ของระบบประสาทสัมผัสกับสมบัติทางประสาทสัมผัสของอาหาร [1]

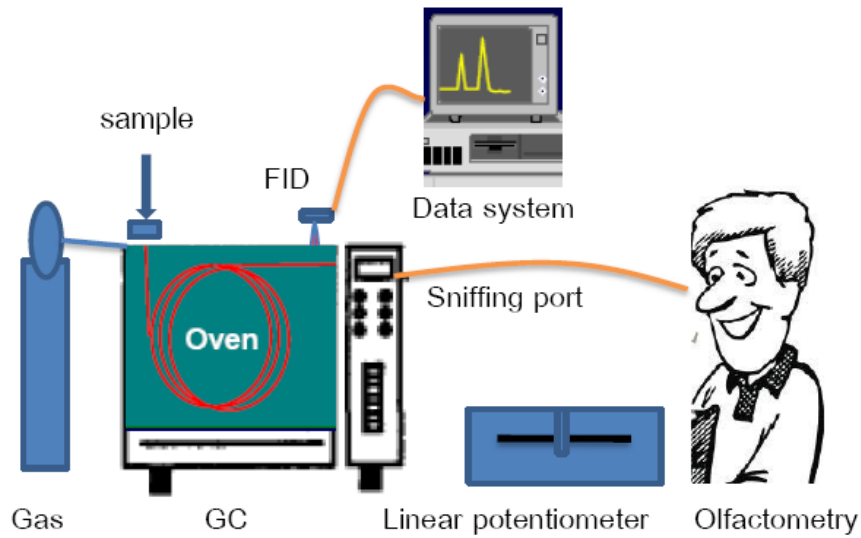
มีการประมาณว่ามนุษย์สามารถตอบสนองต่อสารให้กลิ่นได้ประมาณ 5000-10,000 ชนิด [2, 3] ปัจจุบันพบว่าสารเคมีมากกว่า 2600 ชนิดเป็นสารให้กลิ่น [2, 4] ที่มีคุณสมบัติเป็นสารที่ระเหยได้ ละลายได้ในไขมันบางส่วน และมีขนาดโมเลกุลต่ำกว่า 300 สารเคมีที่ระเหยได้ในอาหารถูกแยกและจำแนกชนิดโดยเครื่อง gas chromatography (GC) แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าสารระเหยที่แยกได้นั้นสารใดเป็นสารที่ให้กลิ่นหรือไม่ จากเดิมนักเคมีเข้าใจว่าสารระเหยที่ถูกตรวจสอบได้จาก GC ที่มี peak ขนาดใหญ่มีความสำคัญต่อการให้กลิ่นในอาหาร แต่ปัจจุบันความเข้าใจอันนี้ได้ถูกแก้ไขโดยเทคนิค Gas Chromatography - Olfactometry หรือ GC-O ซึ่งพบว่า peak ที่มีขนาดใหญ่ที่ตรวจสอบได้นั้นอาจมีน้อยหรือไม่มีมีความสำคัญกับกลิ่นของอาหารเลย

เทคนิคการวิเคราะห์สารระเหยให้กลิ่นโดย GC-O

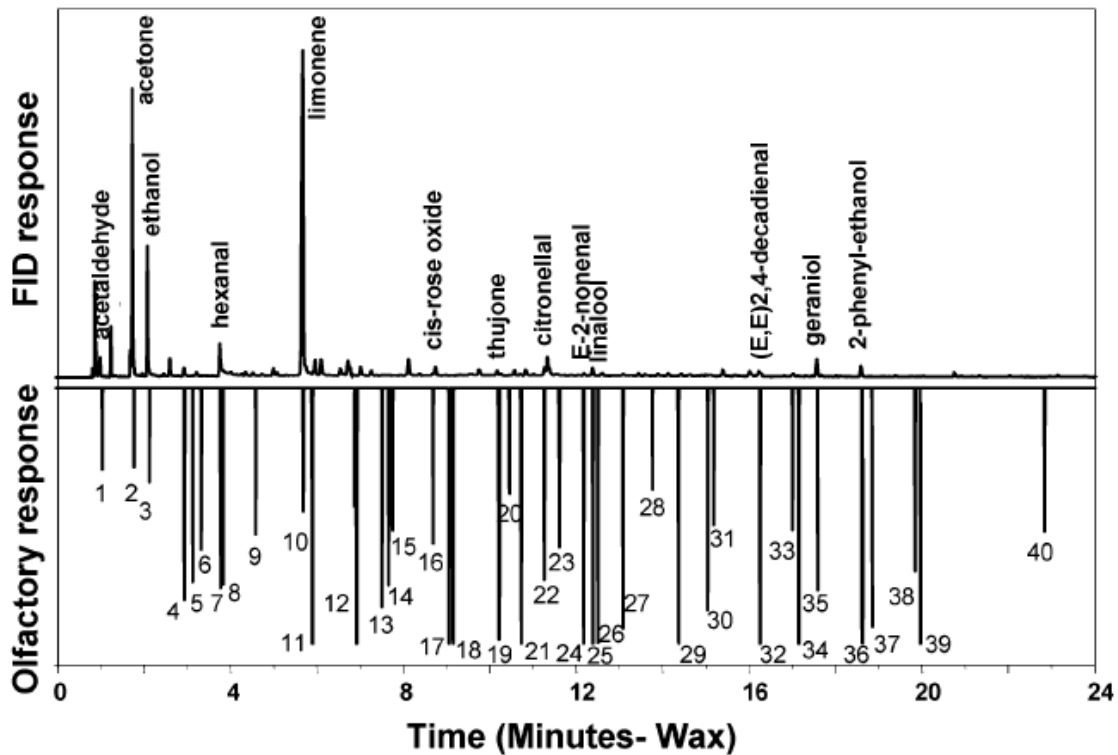
วิธีการวิเคราะห์สารให้กลิ่นที่สำคัญในอาหารโดยเทคนิค GC-O นั้น เป็นการวิเคราะห์ร่วมกันระหว่างเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ GC และใช้ประสาทสัมผัสทางด้านการดมกลิ่นของมนุษย์เป็นตัวตรวจสอบเฉพาะสารที่ให้กลิ่น ดังแสดงในรูปที่ 2 การแยกสารระเหยที่อยู่

รวมกันโดยเทคนิค GC มีมานานแล้ว จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1964 โดย Fuller, Tisserand และ Steltenk [5] ได้มีการใช้ความสามารถในการดมกลิ่นของมนุษย์เป็นตัวตรวจจับกลิ่น (odor detector) จากสารระเหยแต่ละตัวที่กำลังถูกแยกออกมาจากเครื่อง GC ต่อมาในปี ค.ศ. 1971 โดย Dravnieks และ O'Donnell [6] มีการปรับปรุงวิธีการดมกลิ่นจากเครื่อง GC โดยเพิ่มอากาศชื้นเข้าไปเพื่อลดอุณหภูมิของสารระเหยและเพื่อลดความระคายเคืองของจมูกที่แห้งจากการดม

GC-O เป็นเทคนิคที่นับได้ว่าทันสมัยมากเพราะมีการดมกลิ่นของสารระเหยขณะที่ถูกแยกจาก GC โดยจมูกมนุษย์ เมื่อผู้ทดสอบดมสารระเหยที่แยกได้แล้วก็จะประเมินว่าสารนั้นมีกลิ่น (odor activity) หรือไม่ รวมทั้งการบรรยายกลิ่นที่ได้รับ และการประเมินความเข้มหรือกลิ่นแรงมากน้อยเท่าไร (odor intensity) ดังแสดงในรูปที่ 3 การวิเคราะห์กลิ่นของลิ้นจี่ โดยใช้เทคนิค GC-O พบว่า peak ที่ตรวจสอบได้โดยตัวตรวจวัดชนิด Flame Ionization Detector (FID) ที่มีขนาดใหญ่กลับให้กลิ่นที่อ่อนกว่า peak ที่มีขนาดเล็ก หรือ peak ที่ไม่สามารถตรวจสอบได้โดย FID ขณะที่บาง peak ที่ปรากฏโดย FID นั้นกลับไม่มีกลิ่นเลย สารที่ให้กลิ่นเหล่านี้เรียกทางศัพท์เทคนิคว่า odor active compounds



รูปที่ 2 แสดงถึงเครื่องมือ และการตรวจวิเคราะห์สารระเหย โดยเทคนิค GC-O



รูปที่ 3 การตรวจสอบสารระเหยที่ให้กลิ่นในลิ้นจี่ โดยเทคนิค GC-O ภาพส่วนบนแสดงถึงการตรวจวัดโดยเครื่องมือ GC-FID ส่วนภาพล่างแสดงถึงการตรวจวัดสารให้กลิ่นโดยการดมกลิ่นของมนุษย์โดยเทคนิค GC-O (หมายเลข 1-40 แสดงถึงสารระเหยที่ให้กลิ่นที่ตรวจสอบได้ ซึ่งไม่ได้ระบุ ณ ที่นี้) [7]

จากรูปที่ 3 peak ของภาพส่วนล่างถ้ามีขนาดยาวแสดงว่ากลิ่นนั้นมีความเข้มข้นของกลิ่นสูง (odor intensity) สารที่ให้กลิ่นส่วนใหญ่จะมีความเข้มข้นน้อยกว่าถ้าความเข้มข้นน้อยกว่าความสามารถของเครื่องมือที่จะตรวจสอบได้ (threshold value) ก็จะไม่ปรากฏ peak ออกมา (ดังแสดงในรูปที่ 3 ภาพส่วนบน) แต่ความสามารถในการดมสารให้กลิ่นของมนุษย์มีความสามารถในการตรวจวัดได้ที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าเครื่องมือ หรือมี sensitivity สูงกว่าเครื่องมือจึงสามารถตรวจวัดได้ สารระเหยที่ตรวจวัดได้โดย GC-FID บาง peak เท่านั้นที่มีกลิ่น ดังนั้นการที่พยายามจำแนกชนิดของสารระเหยทุกตัวที่ตรวจวัดโดย GC-FID ได้จึงเป็นงานที่มากเกินความจำเป็นเนื่องจากสารที่ไม่ให้กลิ่นนั้นไม่มีความสำคัญต่อกลิ่นของอาหารเลย การใช้เทคนิค GC-O จึงเป็นการศึกษาที่เน้นเฉพาะสารระเหยที่ให้กลิ่นและมีความสำคัญต่อกลิ่นของอาหารเท่านั้น และเป็นภาระที่ต้องทำการจำแนกสารทุกชนิดที่ตรวจวัดได้โดย GC-FID

ความสามารถในการดมกลิ่นของมนุษย์นั้นกล่าวได้ว่ามีความเฉพาะเจาะจงและว่องไวสูง (Highly selective and sensitive detector) โดยทางทฤษฎีแล้วความสามารถของการดมกลิ่นมนุษย์ (theoretical odor detection limit) อยู่ที่ประมาณ 10^{-19} moles [8] ซึ่งมีค่า Threshold ต่ำกว่าเครื่องมือวิเคราะห์ส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดที่ให้กลิ่นเพื่อให้สามารถตรวจสอบได้โดยเครื่องมือวิเคราะห์

การใช้มนุษย์เป็นผู้ตรวจสอบกลิ่นนั้น ผู้ที่จะดมกลิ่นจะต้องผ่านการฝึกฝนในการดมกลิ่นสารมาตรฐานที่ให้กลิ่น และฝึกการบรรยายกลิ่นที่ได้ คำบรรยายกลิ่นนั้นมักจะขึ้นกับประสบการณ์ของแต่ละคน เช่น คนอเมริกันมักจะบรรยายกลิ่นของสาร 2-acetyl-1-pyrroline (2-AP) ที่พบในข้าวหอมว่าเป็นกลิ่น “ข้าวโพดคั่ว (Popcorn)” แต่คนไทยที่รับประทานข้าวหอมมะลิจะสามารถบรรยายกลิ่นที่ได้รับในทันทีว่า “กลิ่นหอมเหมือนข้าวหอมมะลิ” ดังนั้นการคัดเลือกผู้ดมกลิ่นนั้นสำคัญ เนื่องจากความสามารถของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน

kanjana@siam.edu

¹ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

¹Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

กัน บางคนไม่มีความสามารถในการรับกลิ่นของสารบางชนิด ซึ่งขึ้นกับพันธุกรรมของคนนั้นๆ เช่น สาร β -damascenone ซึ่งให้กลิ่นคล้ายน้ำผึ้ง แต่บางคนไม่มีความสามารถดมกลิ่นนี้ได้ (anosmia) ดังนั้นนอกจากการคัดเลือกผู้ที่ไม่เป็น anosmia แล้วก็ต้องมีการฝึกฝนก่อนการดำเนินการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-O

การจำแนกชนิดของสารให้กลิ่นเบื้องต้น (tentatively identification) มักจะทำโดยการเปรียบเทียบค่า Linear retention index (LRI value) ของสารระเหยแต่ละชนิดที่ถูกแยกออกมาในเวลาต่างๆ และคำบรรยายกลิ่นที่ได้รับรู้ (sensory descriptors) จากการแยกด้วย GC capillary column ที่แตกต่างกันอย่างน้อยสองชนิด เช่น DB-5 และ DB-wax การเปรียบเทียบนั้นสามารถทำได้โดยการใช้สารให้กลิ่นมาตรฐาน หรือเปรียบเทียบจาก database ที่ปัจจุบันมีปรากฏอยู่ในเว็บไซต์ เช่น <http://www.crec.ifas.ufl.edu/rouseff/> ของ Prof. Russell Rouseff จาก University of Florida หรือ <http://www.nysaes.cornell.edu/flavornet/> ของ Prof. Terry Acree จาก Cornell University ซึ่งการยืนยัน (confirmation) สารที่จำแนกได้จะทำได้โดยการวิเคราะห์ด้วย GC-Mass spectrometry (GC-MS) พร้อมทั้งใช้สารมาตรฐานวิเคราะห์ควบคู่ไปด้วย

บทสรุป

กลิ่นรสอาหารมีความสำคัญต่อการยอมรับของผู้บริโภค การที่นักเคมีสามารถแยกและตรวจสอบได้ว่าสารเคมีตัวใดเป็นสารให้กลิ่นในอาหารนั้น ทำให้เกิดการพัฒนาทางด้านกลิ่นรสของอาหารในอุตสาหกรรมอาหารเป็นอย่างมาก ถึงแม้ว่าการตรวจวิเคราะห์โดยเทคนิค GC-O จะบอกได้ว่าสารระเหยชนิดใดให้กลิ่นหรือไม่ แต่วิธีนี้ตรวจสอบสารให้กลิ่นขณะที่ถูกแยกออกมาเป็นสารเดี่ยวๆ จากเดิมที่รวมกันอยู่ในอาหาร ซึ่งไม่ได้บอกถึงปฏิริยาความสัมพันธ์ของกลิ่นแต่ละตัว (odor interaction) หรือปฏิริยาความสัมพันธ์ของสารให้กลิ่นกับเนื้ออาหาร (food matrix) ที่อยู่ในอาหารชนิดนั้นๆ

ตั้งนั้นการศึกษาเพิ่มเติมของสารให้กลิ่นในสภาวะที่เป็นจริงของอาหารที่ผู้บริโภครับประทาน ประกอบกับการทดสอบทางประสาทสัมผัสของอาหารชนิดนั้น จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีกลิ่นรสตามที่ต้องการและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

- [1] Fisher, C.; Scott, T.R., Food Flavours: Biology and Chemistry. The Royal Society of Chemistry. 1997, 165 pp.
- [2] Ohloff, G., in Progress in the Chemistry of Organic Natural Products, eds. W. Herz, H. Grisebach and G.W. Kirby, Springer-Verlag, New York, 1978, vol. 35, p. 431.
- [3] Rijkens, F.; Boelens, H., Proceedings of the International Symposium Aroma Research, Zeist, Pudoc, Wageningen, 1975, p. 203.
- [4] Weurman, G.; Straten, S. van, Vrijer, F. de. Lists of Volatile Compounds in Food, Central Institute for Nutrition and Food Research, Zeist, Holland, 3rd edn., 1973, with suppl. 1 to 7, 1976
- [5] Fuller, G. H.; Tisserand, G. A.; Steltenk.R, Gas Chromatograph with Human Sensor – Perfumer Model. Ann. N. Y. Acad. Sci. 1964, 116, (A2), 711-714.
- [6] Dravnieks and O'Donnell, Priciles and some techniques of high resolution headspace analysis. J. Agric. Food. Chem. 1971, 19, 1049-1056.
- [7] Mahattanatawee, K.; Ruiz Perez-Cacho, P.; Davenport, T.; Rouseff, R., Comparison of three lychee cultivar odor profiles using GC-O and GC-sulfur. J. Agric. Food Chem. 2007, 55 (5): 1939-1944.
- [8] Reineccius, G., Source Book of Flavors, 2nd Edition. Springer: New York, NY, 1994; 928 pp.