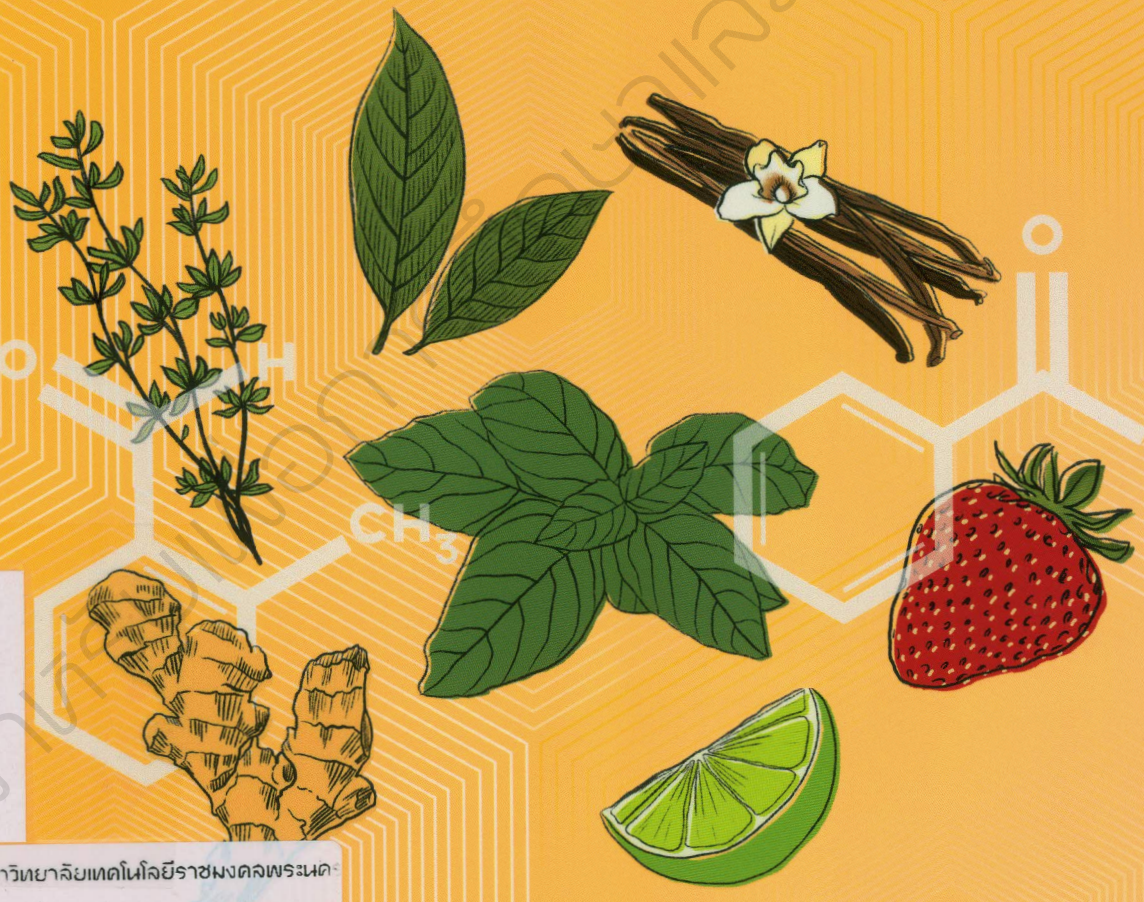
เทคโนโลยี——สารกลิ่นรส



ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ห้องสมุดสาขาโชติเวช
201020842

คำนำ

หนังสือเทคโนโลยีสารกลิ่นรส ผู้เขียนได้ตั้งใจและใส่ความพยายามในการจัดทำจากประสบการณ์งานวิจัยและการสอนทางด้านสารกลิ่นรสมามากกว่า 10 ปี ได้ค้นคว้า รวบรวมและเรียบเรียงเนื้อหาที่เกี่ยวกับสารให้กลิ่นรสทั้งทางเคมีและเทคโนโลยี สารเคมีที่ให้รสชาติและกลิ่นรส กลไกการรับรสชาติและกลิ่น วิธีการวิเคราะห์ตั้งแต่การเตรียมตัวอย่าง การสกัด การจำแนกและวิเคราะห์สารให้กลิ่นรสด้วยเครื่องมือ โดยเฉพาะเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟีแมสสเปคโตรเมตรี ชีวสังเคราะห์สารให้กลิ่นรสในผักผลไม้ สารและวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส สมุนไพรและเครื่องเทศใช้ประกอบอาหาร กลิ่นรสจากกระบวนการให้ความร้อน และเทคโนโลยีเอนแคปซูเลชัน โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับสารที่ใช้เป็นตัวเคลือบ กลไกการปลดปล่อย และไมโครเอนแคปซูเลชันด้วยเทคนิคต่างๆ เช่น spray drying และโคอะเซอเวชัน เป็นต้น ถึงแม้สารกลิ่นรสไม่มีคุณค่าทางอาหาร และมีปริมาณน้อยในอาหาร แต่ผู้บริโภคมักคำนึงถึงกลิ่นรสในอาหาร เพื่อให้ผู้อ่านที่สนใจงานด้านกลิ่นรสได้เข้าใจถึงศาสตร์ของกลิ่นรสและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางมากกว่าการใช้ประโยชน์จากความเคยชินหรือจากประสบการณ์ทั้งทางตรงหรือทางอ้อม และช่วยกันพัฒนางานที่เกี่ยวข้องกับสารกลิ่นรสในอนาคต หวังให้ประเทศไทยมีองค์กรธุรกิจทางด้านกลิ่นรสเช่นเดียวกับประเทศอื่นๆ

หนังสือเล่มนี้สำเร็จได้ในช่วงวิกฤตโควิด 19 ที่หลายอย่างเกิดการเปลี่ยนแปลง ทำให้ต้อง work from home เป็นเวลา 3 เดือน ผู้เขียนไม่ต้องใช้เวลาเดินทางไปทำงาน 3-4 ชั่วโมงต่อวัน จากวิกฤตนี้ถูกเปลี่ยนให้เป็นโอกาส จึงขอขอบคุณ ณ โอกาสนี้ และขอขอบคุณ รศ. ดร. อรพิน เกิดชูชื่น และอาจารย์หลายท่านจากคณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ให้โอกาสในการวิจัยและสอนรายวิชาสารให้กลิ่นรส

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณทุกกำลังใจและทุกความพยายามที่ทำให้หนังสือเล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีจากบุคคลต่อไปนี้ ศาสตราจารย์ ดร.ปราณี อ่านเปรื่อง อาจารย์ที่เคารพรัก ได้ให้ความรู้เป็นต้นแบบและแรงผลักดันให้ข้าพเจ้ามีความมุ่งมั่นพยายาม รศ. ดร. อภิรดี อุทัยรัตนกิจ ช่วยเสนอแนะ อ่านปรับแก้ไขเนื้อหา พิสูจน์อักษรและอื่นๆ ดร. รัชฎาภรณ์ คะประสบ ได้ทุ่มเทแรงกายแรงใจในการแก้ไขและจัดทำรูปเล่ม นางสาวจณิสดา วรรธนะศานติ์ ช่วยทำกราฟฟิค นางสาวกาญจนาวดี สิงขรอาจ หลานรัก ช่วยจัดทำอ้างอิงและหน้าปกหนังสือ นางสาวกฤษณา เลาหกุลจิตต์ ช่วยพิมพ์แก้ไขคำผิด และพี่สาว-น้องชาย จัดหาอาหารและอื่นๆ ตลอดจนลูกศิษย์ทุกท่านที่ช่วยสนับสนุนการเรียนการสอนวิจัย สุดท้ายนี้กราบขอบพระคุณพ่อ แม่ และยาย ผู้ที่ไม่รู้ว่าข้าพเจ้าได้เขียนหนังสือเล่มนี้ ถ้าหนังสือเล่มนี้เป็นประโยชน์แก่ท่านผู้อ่านและมีความดีข้าพเจ้าขอมอบให้พ่อ แม่และยาย ผู้เป็นที่รักยิ่ง

รศ. ดร. ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์

มิถุนายน 2563

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	**ความเป็นมาของสารให้กลิ่นรส (Introduction)**	**1**
	1.1 คำจำกัดความ	2
	1.2 ความสำคัญทางสรีรวิทยา	2
	1.3 การระเหย	3
	1.4 กลิ่นและโครงสร้างกลิ่น	3
	1.5 ลักษณะแนวกลิ่น	4
	1.6 การจัดจำแนกสารให้กลิ่นรส	6
	1.7 ประเภทของสารให้กลิ่นรส	7
	1.8 ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ	8
	1.9 การสกัดและการเรียกชื่อสารให้กลิ่นรสและสารหอมที่สกัดจากพืช	9
บทที่ 2	**การรับรสชาติและกลิ่น (Taste and Odor sensation)**	**12**
	2.1 คำจำกัดความ	13
	2.2 ลักษณะของกลิ่นรส	13
	2.3 รสชาติพื้นฐาน	14
	2.4 อวัยวะสำหรับรับรส	14
	2.5 กลไกการรับรส	17
	2.6 อวัยวะสำหรับรับกลิ่น	31
	2.7 การรับความรู้สึกอื่น	37
บทที่ 3	**เคมีสารให้กลิ่นรส (Flavor chemistry)**	**41**
	3.1 สารให้รสชาติ	41
	3.2 สารให้กลิ่น	67

สำหรับเพื่อการศึกษาและอ้างอิงเท่านั้น

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 4	**การวิเคราะห์กลิ่นรส (Flavor analysis)**	**89**
	4.1 ข้อจำกัดการวิเคราะห์กลิ่นรสและอุปสรรคการแยกสาร	89
	4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบกลิ่นรส	94
	4.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์สารกลิ่นรส	125
บทที่ 5	**ชีวสังเคราะห์สารกลิ่นรสในผลไม้และผัก (Biogenesis of flavor in fruit and vegetables)**	**133**
	5.1 กระบวนการสร้างสารกลิ่นรสของผลไม้	135
	5.2 กระบวนการสร้างกลิ่นรสในผัก	147
	5.3 ตำแหน่งของกลิ่นรสในพืช	154
	5.4 ลักษณะทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย	154
	5.5 อิทธิพลของพันธุกรรม สารอาหาร สภาพแวดล้อม ระยะการสุก และการเก็บรักษา ต่อกลิ่นรส	159
บทที่ 6	**สารให้กลิ่นรสและวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส (Flavor and flavoring materials)**	**167**
	6.1 วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสจากธรรมชาติ	168
	6.2 แหล่งของสารให้กลิ่นรสตามธรรมชาติ	168
	6.3 สารให้กลิ่นรสและวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส	170
	6.4 วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส	173
	6.5 การเลือกวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส	180

สำหรับเพื่อการศึกษาและอ้างอิงเท่านั้น

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 7	**สมุนไพร และเครื่องเทศ (Herbs and Spices)**	**183**
	7.1 คำจำกัดความ	183
	7.2 การจำแนกสมุนไพรและเครื่องเทศ	190
	7.3 สมุนไพรสำหรับประกอบอาหาร	195
	7.4 เครื่องเทศ	198
	7.5 การกลั่นน้ำมันหอมระเหย	205
บทที่ 8	**สารกลิ่นรสจากกระบวนการให้ความร้อน (Flavor from thermal process)**	**210**
	8.1 สารให้กลิ่นรส กลิ่น และสารประกอบที่ระเหยง่ายจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด	211
	8.2 ขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสารให้กลิ่นรส	213
	8.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสารให้กลิ่นรสจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด	230
	8.4 การเกิดกลิ่นรสคาราเมลจากน้ำตาล	233
	8.5 การเกิดกลิ่นรสจากไทอามีน (วิตามินบี 1)	234
	8.6 การเกิดกลิ่นหืนจากปฏิกิริยาการเกิดการสลายตัวโดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน	237
	8.7 สารปรุงแต่งกลิ่นรสคล้ายเนื้อสัตว์ที่ได้จากการให้ความร้อน	239

สำหรับเพื่อการศึกษาและอ้างอิงเท่านั้น

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 9	**การเอนแคปซูเลชันเคลือบสารกลิ่นรส (Flavor encapsulation)**	**254**
	9.1 คำจำกัดความ	255
	9.2 ขนาดอนุภาค	255
	9.3 การเรียกชื่อสาร	256
	9.4 เทคนิคการควบคุมการปลดปล่อยสารเอนแคปซูลในอุตสาหกรรมอาหาร	256
	9.5 ข้อดีของการเคลือบสารปรุงแต่งกลิ่นรสหรือส่วนประกอบของอาหาร	257
	9.6 ประโยชน์ของสารปรุงแต่งกลิ่นรสชนิดเอนแคปซูลในผลิตภัณฑ์	257
	9.7 การปลดปล่อยสารออกจากผลิตภัณฑ์	257
	9.8 กลไกการปลดปล่อยสาร	258
	9.9 ชนิดของสารเคลือบ	264
	9.10 สมบัติของสารพอลิเมอร์ธรรมชาติ	267
	9.11 การเคลือบหรือเอนแคปซูเลชันสารกลิ่นรสอาหารด้วยพอลิเมอร์คาร์โบไฮเดรต	269
	9.12 เทคโนโลยีการเอนแคปซูเลชัน	275
ดัชนีคำ		**297**

สำหรับเพื่อการศึกษาและอ้างอิงเท่านั้น

เอกสารอ้างอิง

Arens, R.P. and Sweeney, N.P., 1969, Encapsulation process, US Patent 3,423,489.

Arshady, R., 1991, Naming microcapsules, Journal of Microencapsulation, 9(2): 187-190.

Bakan, J.A., 1978, Microencapsulation. In Encyclopedia of Food Science, Peterson, M.S. and Johnson, A.H. (Eds), AVI Publishing Co., Westport, CT., p. 499-507

Bakan, J.A., 1969, Process for making capsules and method of making premix used therein, U.S. Patent 3,436,355.

Baker, R., 1986, Controlled Release of Biologically Active Agents, John Wiley & Sons, New York, NY, p.206-214

Brannon-Peppas, L., 1993, Controlled release in the food and cosmetic industries, In Polymeric Delivery Systems, El-Nokay, M.A., Piatt, D.M., Charpentier, B.A. (Eds), ACS Symposium Series No.520, ACS, Washington D.C., p.42-52

Chen, A.C., Veiga, M.F. and Rizzuto, A.B., 1988, Co-crystallization: an encapsulation process, Food Technology, 42(11): 87-90.

Cherukuri, S.R., 1992, Flavor/taste controlled release and improved stability, Second workshop on Controlled Delivery in Consumer Products, Controlled Release Society; May 13-15, Secaucus, NJ.

DeZarn, T.J., 1995, Food Ingredient Encapsulation: an overview, In Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients, Risch, S.J. and Reineccius, G.A. (Eds), American Chemical Society, Washington, D.C., pp. 74-86.

Freitas, S., Merkle, H.P. and Gander, B., 2005, Microencapsulation by solvent extraction/evaporation: reviewing the state of the art of microsphere

preparation process technology, Journal of controlled release, 102(2): 313-332.

Grover, J.A., 1993, Methylcellulose and its derivatives, In Industrial gums, Whistler, R.L. and BeMiller, J.N. (Eds), 3rd Ed, Academic Press, Inc., New York, NY., pp. 475-504.

Gutcho, M. H., 1976, Microcapsules and Microencapsulation Technique, Noyes Data Corporation, Park Ridge, N.J.

Hedges, A.R., Shieh, W.J. and Sikorski, C.T., 1995, Use of cyclodextrins for encapsulation in the use and treatment of food products, In Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients, Risch, S.J. and Reineccius, G.A. (Eds), American Chemical Society, Washington, D.C., pp. 60-71.

Jackson, L.S. and Lee, K., 1991, Microencapsulation and the food industry, Food Science & Technology, 24(4): 289-297.

Jeon, Y.J., Vasanthan, T., Temelli, F. and Song, B.K., 2003, The suitability of barley and corn starches in their native and chemically modified forms for volatile meat flavor encapsulation, Food Research International, 36(4): 349-355.

Jung, J.M. and Kang, S.T., 2000, A New Method for Analysis of Capsaicinoids Content in Microcapsule, Korean Journal of Food Science and Technology, 32(1): 42-49.

Karel, M. and Langer, R., 1988, Controlled release of food additives, *In* Flavor Encapsulation, Risch, S.J. and Reineccius, G.A. (Eds), American Chemical Society, Washington, D.C., p.177-191

Kenyon, M.M., 1995, Modified Starch, Maltodextrin, and Corn Syrup Solids as Wall Materials for Food Encapsulation, In Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients, Risch, S.J. and Reineccius, G.A. (Eds), American Chemical Society, Washington, D.C., p.42-50.

Kim, Hye-Hyun Y. and Baianu, I.C., 1991, Novel liposome microencapsulation techniques for food applications, Trends in Food Science & Technology, 2, pp.55-61.

King, A.H., 1995, Encapsulation of food ingredients: a review of available technology, focusing on hydrocolloids, *In* Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients, Risch, S.J. and Reineccius, G.A. (Eds), American Chemical Society, Washington, D.C., p.26-39.

Krishnan, S., Bhosale, R. and Singhal, R.S., 2005, Microencapsulation of cardamom oleoresin: Evaluation of blends of gum arabic, maltodextrin and a modified starch as wall materials, Carbohydrate polymers, 61(1): 95-102.

Lee, P.I., 1992, Controlled release of volatile multicomponent active agents: Physical consideration, Second Workshop on the Controlled Delivery in Consumer Products, Controlled Release Society; May 13-15, Secaucus, NJ.

Liu, Z.Q., Zhou, J.H., Zeng, Y.L. and Ouyang, X.L., 2004, The enhancement and encapsulation of *Agaricus bisporus* flavor, Journal of Food Engineering, 65(3): 391-396.

Manning, A.J. and Mathur, K.K., 1976, Retention of aromas in drying food liquids, German Patent 2,551,891.

Miles, J., 1992, Encapsulation and Delivery of Perfumes and Fragrances, Second workshop on Controlled Delivery in Consumer Products, Controlled Release Society; May 13-15, Secaucus, NJ.

Parliament, T.H., Cipriano, J.J. and Scarpellino, R., 1989, Aroma release during microwave cooking. US Patent 4,857,340.

Pendergrass, D., 1992, The use of controlled delivery in print materials. Second workshop on Controlled Delivery in Consumer Products, Controlled Release Society; May 13-15, Secaucus, NJ.

Reineccius, G.A., 1989, Flavor encapsulation, Food Reviews International, 5(2):.147-176.

Reineccius, G.A., 1995, Controlled release techniques in the food industry, In Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients, Risch, S.J. and Reineccius, G.A. (Eds), American Chemical Society, Washington, D.C. p.10

Sanderson, G.R. and Bell, V.L. and Ortega D.O., 1989, A comparison of gellan gum, agar, K-carrageenan, and algin, Cereal Foods World, 34(12): 991-998.

Schlameus, W., 1995, Cantrifugal Extrusion Encapsulation, In Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients, Risch, S.J. and Reineccius, G.A. (Eds), American Chemical Society, Washington, D.C., pp. 96-103.

Schnur, J.M., Price, R., Schoen, P., Yager, P., Calvert, J.M., Georger, J. and Singh, A., 1987, Lipid-based tubule microstructures, Thin Solid Films, 152(1-2), pp.181-206.

Selby, H.H. and Whistler, R.L., 1993, Agar, In Industrials Gums, Whistler, R.L. and BeMiller, J.N. (Eds), 3rd Ed, Academic Press, Inc., New York, NY., pp. 87-102.

Soottitantawat, A., Takayama, K., Okamura, K., Muranaka, D., Yoshii, H., Furuta, T., Ohkawara, M. and Linko, P., 2005, Microencapsulation of l-menthol by spray drying and its release characteristics, Innovative Food Science & Emerging Technologies, 6(2): 163-170.

Soper, J.C., 1995, Utilization of Coacervated Flavors, In Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients, Risch, S.J. and Reineccius, G.A. (Eds), American Chemical Society, Washington, D.C., pp. 104-112.

Sparks, R.E., Jacobs, I.C. and Mason, N.S., 1995. Centrifugal suspension—Separation for coating food ingredients. In Encapsulation and

Controlled Release of Food Ingredients, Risch, S.J. and Reineccius, G.A. (Eds), American Chemical Society, Washington, D.C., pp. 87-95.

Tan, C.-T., Kang, Y.C., Sudol, M.A., King C.K. and Schulman, M., 1991, Method of making controlled release flavors. US Patent 5,064,669.

Thevenet, F., 1995, Acacia Gums: stabilizers for flavor encapsulation, In Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients, Risch, S.J. and Reineccius, G.A. (Eds), American Chemical Society, Washington, D.C., pp. 51-59.

Trubiano, P.C. and Lacourse, N.L., 1988, Emulsion-stabilizing starches: Use in flavor. In Flavor Encapsulation: ACS Symposium Series 370, Risch, S.J. and Reineccius, G.A. (Eds), American Chemical Society, Washington, D.C., pp. 45-54.

Westing, L.L., Reineccius, G.A. and Caporaso, F., 1988, Shelf-life of orange oil: Effects of encapsulation by spray-drying, extrusion, and molecular inclusion, In Flavor Encapsulation: ACS Symposium Series 370, Risch, S.J. and Reineccius, G.A. (Eds), American Chemical Society, Washington, D.C., pp. 110-121.

Whistler, R.L., 1993, Chitin, In Industrials Gums, Whistler, R.L. and BeMiller, J.N. (Eds), 3rd Ed, Academic Press, Inc., New York, NY., pp. 601-604

Wu, S.H., Sandhu, M.A. and Benton, C.H., 1984, Encapsulated butylated hydroxyl anisole, U.S. Patent 4,473,620.

Xiang, Y.F., Yang, J.Z., Li, P.F., Wang, L.Q., and Cheng, M., 1997, Microencapsulation of capsicum oleoresin, Food Science China, 18(11): 27–30.

Young, A.H., 1984, Fractionation of starch. In Starch: Chemistry and technology, 2nd Ed., Whistler R. L. and BeMiller, J. N. and Paschall E., Academic Press, Inc. New York, NY., pp. 249-283.

Zilberboim, R., Kopelman, I.J. and Talmon, Y., 1986, Microencapsulation by a dehydrating liquid: retention of paprika oleoresin and aromatic esters, Journal of Food science, 51(5): 1301-1306.

Zuidam, N. J. and Shimoni, E., 2010, Overview of microencapsulates for use in food products or processes and methods to make them, In Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing, Zuidam, N.J. , Nedovic, V., Springer, New York, NY. pp.3-29.

สำหรับเพื่อการศึกษาและอ้างอิงเท่านั้น

บทที่ 1

ความเป็นมาของสารให้กลิ่นรส (Introduction)

เครื่องเทศ (spices) และยางไม้หรือเรซิน (resin) ที่ได้จากพืชและสัตว์ ส่วนใหญ่นำมาใช้เป็นสารให้กลิ่นหอม (fragrance) และสารให้กลิ่นรส (flavor) แต่มีการนำมาใช้เป็นสารถนอมอาหารน้อยมาก ซึ่งสารให้กลิ่นหอมและสารให้กลิ่นรสเป็นสารผสมที่มีความซับซ้อนสูง ตั้งแต่ศตวรรษที่ 9 Arales ได้คิดค้นพัฒนาเทคนิคการกลั่นที่เริ่มจากการสกัดน้ำมันมะกอก (olive oil) ต่อจากนั้นในศตวรรษที่ 13 มีการนำมาใช้ประโยชน์ทางยารักษาโรค และในศตวรรษที่ 16 และ 17 มีการนำน้ำมันหอมระเหย (essential oil) ที่ได้จากการกลั่นมาทำเป็นสารให้กลิ่นหอมและสารให้กลิ่นรส ต่อมาในศตวรรษที่ 19 เริ่มมีการผลิตน้ำมันหอมระเหยเป็นอุตสาหกรรม จากนั้น ค.ศ. 1834 สามารถแยกซินนามาลดีไฮด์ (cinnamaldehyde) ออกจากน้ำมันอบเชย (cinnamon oil) ได้ และ ค.ศ. 1837 สามารถแยกเบนซัลดีไฮด์ (benzaldehyde) ออกจากน้ำมันบิทเทอร์ อัลมอนด์ (bitter almond oil) จากนั้นในช่วง ค.ศ. 1845-1850 เริ่มมีการสังเคราะห์กรดไขมันที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำของแอลกอฮอล์หลายชนิด และ ค.ศ. 1859 มีการสังเคราะห์เมทิลซาลิไซเลต (methyl salicylate) เป็นสารแต่งกลิ่นสังเคราะห์น้ำมันระกำ (artificial wintergreen oil) ต่อมา ค.ศ. 1870 เริ่มมีการผลิตสารสังเคราะห์เบนซัลดีไฮด์ได้เป็นกลิ่นสังเคราะห์น้ำมันบิทเทอร์ อัลมอนด์ (artificial bitter almond oil) และ ค.ศ.1874 มีการสังเคราะห์วานิลลิน (vanillin) และ ค.ศ. 1878 ได้มีการสังเคราะห์คูมาริน (coumarin)

สารให้กลิ่นรสและสารให้กลิ่นหอมมีการสังเคราะห์ขึ้นหลายชนิดเป็นจำนวนมาก และมีองค์ประกอบต่างๆ กัน ดังนั้นจึงต้องมีการแยกและการระบุลักษณะของสารให้กลิ่นหอมและสารให้กลิ่นรสที่ปรากฏอยู่ในผลิตภัณฑ์ตามธรรมชาติ ซึ่งสามารถทำได้โดยวิธีโครมาโตกราฟี (chromatography) และสเปกโตรสโคปี (spectroscopy)

1.1 คำจำกัดความ

สารให้กลิ่นหอมและสารให้กลิ่นรสเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีความแรงของกลิ่นสูง มีลักษณะกลิ่นเป็นที่น่าพึงพอใจ ดังนั้นจึงมีการนำสารให้กลิ่นหอมมาใช้เป็นน้ำหอมหรือผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นหอม เช่นเดียวกับการใช้สารให้กลิ่นรสนำมาใช้ปรุงแต่งในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม ซึ่งไม่ว่าจะเป็นการใช้เป็นน้ำหอมหรือสารแต่งกลิ่นรส สารทั้ง 2 ชนิดนี้เปรียบเสมือนกับสารให้รสชาติที่ส่งสารเคมีสื่อประสาทไปยังอวัยวะรับสัมผัส (receptors) ได้แก่ เซลล์ประสาทรับกลิ่น (olfactory cells) ในจมูก และต่อมรับรส (taste buds) ที่ลิ้น

1.2 ความสำคัญทางสรีรวิทยา

การสื่อสารด้วยสารเคมี (chemical signal) จำเป็นต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตหลายชนิดซึ่งใช้ตัวรับสารเคมี (chemo receptor) เพื่อหาทิศทาง ล่าเหยื่อ ศัตรู สิ่งที่เป็นอันตรายและอาหาร หรือเป็นฟีโรโมน (pheromones) ใช้ดึงดูดเพศตรงข้าม ซึ่งหน้าที่เหล่านี้ไม่มีความจำเป็นต่อมนุษย์ ถึงแม้ว่ามนุษย์มีอวัยวะรับสัมผัส (receptor) น้อยกว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดอื่นๆ แต่มนุษย์สามารถตรวจรับกลิ่น ได้จากสารให้กลิ่นหอม (fragrances) และกลิ่น (aromas)

ข้อมูลการรับรู้ทางประสาทสัมผัส (sensory information) มาจากการมีปฏิกิริยาระหว่างโมเลกุลของสารให้กลิ่นหอมและสารให้กลิ่นรสกับหน่วยรับกลิ่นออลแฟกทอรี (olfactory) และหน่วยรับรส (taste receptor) ตามลำดับ ส่งสัญญาณไปยังส่วนของสมองซีรีบรัล (cerebral area) ผลที่ได้คือเกิดการรับรู้ (perception) มนุษย์สามารถรับกลิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าสัตว์ชนิดอื่นๆ เนื่องจากการมองเห็นและ การได้ยิน การยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารนั้นมาจากลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส รวมทั้งกลิ่นรสของอาหาร เช่น เครื่องเทศที่เติมลงไปในอาหาร ซึ่งไม่มีคุณค่าทางอาหารแต่ให้รสชาติ อีกทั้งเมื่อผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยการอบและการทอด สามารถเพิ่มกลิ่นรสได้ แต่สารให้กลิ่นหอม (fragrance) ไม่มีความสำคัญต่อมนุษย์ เนื่องจากการใช้สารให้กลิ่นหอม มีผลไปกระตุ้นอารมณ์ ความรู้สึก ซึ่งมาจากจินตนาการและพรสวรรค์ของนักปรุงน้ำหอมในการสร้างสรรค์น้ำหอม โดยการผสมองค์ประกอบหลายชนิด

1.3 การระเหย

ลักษณะที่สำคัญของสารให้กลิ่นรสและสารให้กลิ่นหอมเป็นสารที่ระเหยได้ (volatile) ต้องมีหมู่ฟังก์ชัน (functional group) และน้ำหนักโมเลกุลของสารประกอบเป็นปัจจัยที่สำคัญของการระเหย โดยมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 200-300

สารให้กลิ่นหอมมีความแตกต่างกันของการระเหย แบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ top notes เป็นกลิ่นที่ระเหยออกมาเป็นตัวแรกสุด เป็นกลิ่นที่รุนแรง ส่วน middle notes (body notes) เป็นกลิ่นที่ระเหยมาแทนที่กลิ่น top notes ที่จางลงไปแล้ว ซึ่งเป็นกลิ่นหลัก หรือกลิ่นที่แท้จริงของสารหอมชนิดนั้นๆ และระดับที่ 3 คือ end notes (dry out) เป็นกลิ่นสุดท้าย หลังจากที่กลิ่น top notes หายไปแล้ว ซึ่งเกิดการผสมกับ middle notes สร้างกลิ่นหอมให้คงทน

การยอมรับกลิ่นขึ้นกับความเข้มหรือความแรงของกลิ่น (odor intensity) ดังนั้น top note ไม่ได้ประกอบด้วยสารหอมระเหยเพียงชนิดเดียว ในน้ำหอมบางครั้งมีการเติมสารตรึงกลิ่น (fixative) เพื่อป้องกันการระเหยของกลิ่นต่างๆ อย่างรวดเร็ว

1.4 กลิ่นและโครงสร้างกลิ่น

กลิ่นที่มนุษย์รับรู้เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบกับอวัยวะรับสัมผัสเพื่อให้เกิดความประทับใจทางประสาทสัมผัสในศูนย์รวมประสาทสัมผัสของสมอง เช่น กลิ่นมัสค์ (musky fragrances) ประกอบด้วยแมคโครไซคลิกคีโตน (macrocyclic ketones) แมคโครไซคลิกเอสเทอร์ (macrocyclic ester) สารประกอบอะโรมาติกที่มีไนโตรเจน (aromatic nitro compounds) และอนุพันธ์ของไอโซโครแมน (isochroman derivatives) ถึงแม้มีโครงสร้างแตกต่างกันแต่ให้กลิ่นเหมือนกัน ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเพียงเล็กน้อย เพียงหนึ่งหรือสองพันธะคู่ในสารอะลิฟาติก (aliphatic) ของแอลกอฮอล์ (alcohol) หรืออัลดีไฮด์ (aldehyde) ทำให้กลิ่นเปลี่ยนไปและการยอมรับกลิ่นเปลี่ยนไปด้วย

1.5 ลักษณะแนวกลิ่น

การพรรณนาลักษณะแนวกลิ่นของสารเคมีชนิดเดี่ยว (single chemical) ชนิดใดชนิดหนึ่งนั้นเป็นไปได้ยากที่จะอธิบายได้อย่างชัดเจน แต่กลิ่นของสารเคมีชนิดผสมรวม (complex mixture) ในการพรรณาลักษณะแนวกลิ่นนั้นซึ่งอาจเป็นไปไม่ได้เช่นกัน เว้นแต่ว่าสารเคมีชนิดหนึ่งที่เป็นส่วนประกอบในสารผสมมีลักษณะเด่นหรือเป็นสารหลักที่กำหนดกลิ่นหรือกลิ่นรส ถึงแม้ว่าในการจำแนกกลิ่นเป็นไปได้ยาก แต่สามารถใช้คำคุณศัพท์ภาษาอังกฤษเพื่อพรรณนาลักษณะแนวกลิ่นต่างๆ ได้ เช่น flowery, fruity, woody หรือ hay-like ซึ่งมีความสัมพันธ์กับกลิ่นต่างๆ ในธรรมชาติหรือในผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นแนวเดียวกัน ซึ่งในที่นี้ได้ให้ตัวอย่างแนวลักษณะกลิ่นของสารกลิ่นรสแต่ละชนิด ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 คำอธิบายลักษณะกลิ่น (Odor description)

กลิ่น (odor)	คำอธิบายลักษณะกลิ่น (odor description)
Aldehydic	เป็นกลิ่นอัลดีไฮด์ของไขมันสายยาว (long-chain fatty aldehyde) มีกลิ่นแบบไขมันเปรี้ยวแบบเหงื่อ (fatty sweaty) กลิ่นผ้าหลังการรีด (ironed laundry) และกลิ่นน้ำทะเล (seawater)
Animal(ic)-	กลิ่นทั่วไปที่มาจากพวกอาณาจักรสัตว์ (animal kingdom) ได้แก่ กลิ่นแบบมัสค์ (musk) กลิ่นจากบีเวอร์ (castoreum) กลิ่นสคาโทล (skatole) เหม็นเหมือนอุจจาระ กลิ่นชะมด (civet) กลิ่นแอมเบอร์กรีส หรืออำพัน หรืออำพันทอง (ambergris)
Balsamic	กลิ่นหวานหนักๆ (heavy sweet odors) กลิ่นโกโก้ (cocoa) กลิ่นวานิลลา (vanilla) กลิ่นอบเชย (cinnamon)
Camphoraceous	กลิ่นคล้ายการบูร (camphor)

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

กลิ่น (odor)	คำอธิบายลักษณะกลิ่น (odor description)
Citrus	กลิ่นหอมสดชื่นของผลไม้วงศ์ส้ม (citrus fruits) ได้แก่ มะนาว และส้ม
Earthy	กลิ่นเหมือนมนุษย์ (human like) กลิ่นชวนให้นึกถึงพื้นดินชื้น (humid earth)
Floral, Flowery	กลิ่นทั่วไปของดอกไม้ต่างๆ
Fruity	กลิ่นทั่วไปของผลไม้ชนิดต่างๆ
Green	กลิ่นทั่วไปของหญ้าและใบไม้ตัดใหม่
Herbaceous	กลิ่นที่ไม่มีลักษณะซับซ้อนของสมุนไพรเขียว (green herbs) เสจ (sage) มินต์ (minty) และ กลิ่นคล้ายยูคาลิปตัส (eucalyptus-like)
Medicinal	กลิ่นคล้ายสารฆ่าเชื้อ (disinfectants) ได้แก่ ฟีนอล (phenol) ไลโซล (lysol) และเมทิลซาลิไซเลต (methyl salicylate)
Metallic	กลิ่นทั่วไปที่สังเกตได้จากโลหะ (metal) พื้นผิวของทองเหลือง (brass) หรือเหล็กกล้า (steel)
Minty	กลิ่นคล้ายเปปเปอร์มิ้นท์ (peppermint–like)
Mossy	กลิ่นคล้ายป่า (forests) และสาหร่าย (seaweed)
Powdery	กลิ่นที่เกี่ยวข้องกับวัสดุใช้ในห้องน้ำ (toilet powders) เช่น แป้งฝุ่น (talcum) แบบหวานกระจาย (diffusively sweet)
Resinous	กลิ่นอะโรมาติกหรือสารระเหยของยางต้นไม้ (tree exudates)
Spicy	กลิ่นทั่วไปของเครื่องเทศต่างๆ
Waxy	กลิ่นคล้ายเทียนขี้ผึ้ง (candle wax)
Woody	กลิ่นทั่วไปของไม้ ไม้สนซีดาร์ (Cedar wood) และ แก่นไม้จันทน์ (Sandalwood)

สำหรับเผยแพร่เพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามนำไปใช้อ้างอิง

1.6 การจัดจำแนกสารให้กลิ่นรส

การแยกสารให้กลิ่นรสสามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งวิธีทางเคมีเป็นการแยกตามวิธีการที่เกิดสารให้กลิ่นรสนั้น อาจเป็นวิธีทางธรรมชาติโดยวิถีการสังเคราะห์ (biosynthesis pathway) จากสารตั้งต้นที่รู้จัก หรือโดยกระบวนการผลิต ทั้งทางชีววิทยา เคมี หรือฟิสิกส์ โดยใช้วัสดุธรรมชาติหรือสังเคราะห์ ส่วนการเกิดสารกลิ่นรสธรรมชาติได้มาจากผ่านกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) ในเนื้อเยื่อสิ่งชีวิต จึงมีความซับซ้อน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางพันธุกรรม และสภาพแวดล้อมระหว่างการเจริญเติบโต สารกลิ่นรสที่เกิดจากกระบวนการผลิตอาจเป็นสารที่แตกตัวโดยตรงของสารตั้งต้นหรือเกิดจากปฏิกิริยาสัมพันธ์ที่ซับซ้อนขึ้นอยู่กับวัตถุดิบตั้งต้นและภาวะการผลิต ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 การจำแนกชนิดกลิ่นรส

ชนิดของกลิ่นรส	กลุ่มย่อย	ตัวอย่าง
1. ผลไม้	วงศ์ส้ม (พวกเทอร์พีน (terpene))	ส้ม มะนาว ส้มโอ
	วงศ์เบอร์รี่ (ไม่ใช่พวกเทอร์พีน (terpene))	
2. ผัก		กะหล่ำปลี ถั่ว
3. เครื่องเทศ	มีกลิ่นหอม	อบเชย เปปเปอร์มินต์
	สารทำให้น้ำตาไหล (Lachrymogenic)	หัวหอม กระเทียม
	เผ็ด	พริกไทย ขิง
4. เครื่องดื่ม	ไม่ผ่านการหมัก	น้ำส้ม นม
	ผ่านการหมัก	ไวน์ เบียร์ ชา
	ผสม	น้ำอัดลม
5. เนื้อ	สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม	เนื้อวัว
	อาหารทะเล	กุ้ง หอย

สำหรับเพื่อการศึกษาและอ้างอิงเท่านั้น

ตารางที่ 1.2 (ต่อ)

ชนิดของกลิ่นรส	กลุ่มย่อย	ตัวอย่าง
6. ไขมัน	พืช	น้ำมันมะกอก น้ำมันมะพร้าว
	สัตว์	น้ำมันหมู เนย
7. ผ่านการหุงต้ม	ซุป	ซุปเนื้อ
	ผัก	ถั่ว มันฝรั่ง
	ผลไม้	มาร์มาเลด
8. ผ่านการให้ความร้อน	รมควัน	แฮม
	ทอด	เนื้อสำเร็จรูป
	คั่วย่าง	กาแฟ ขนมอาหารว่าง อาหารเช้า ขนมปัง
9. ให้กลิ่นแรง		เนยแข็ง

ที่มา: Ohloff (1972)

1.7 ประเภทของสารให้กลิ่นรส

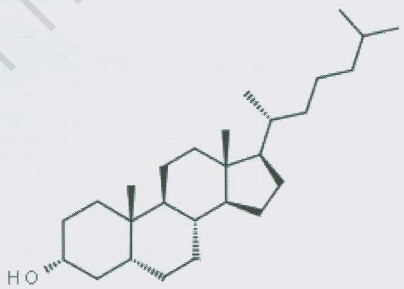
สารให้กลิ่นรสมี 3 ประเภท ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ตามธรรมชาติ (natural products) เลียนแบบธรรมชาติ (nature–identical products) และแบบสังเคราะห์ (artificial flavor substances) รายละเอียดมี ดังนี้

- **ผลิตภัณฑ์ตามธรรมชาติ** คือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพืชและสัตว์ด้วยกระบวนการทางกายภาพ
- **ผลิตภัณฑ์เลียนแบบธรรมชาติ** คือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสังเคราะห์ และแยกสารออกด้วยวิธีทางเคมี มีลักษณะทางเคมีเหมือนกับที่พบในผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ
- **สารให้กลิ่นรสที่สังเคราะห์** เป็นสารที่สังเคราะห์ขึ้นมาสำหรับใช้ในการเป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรส ซึ่งไม่พบหรือไม่เหมือนกับผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพืชและสัตว์

1.8 ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ

องค์ประกอบหลักจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ นำมาใช้เป็นสารให้กลิ่นรสและสารหอม ได้จากน้ำมันหอมระเหย (essential oil) ยางไม้หรือเรซิน (resin) หรือสารที่สัตว์ปล่อยออกมา (animal secretion) ที่กล่าวต่อไปนี้ ได้มาจากสัตว์ 5 ชนิด ส่วนใหญ่ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องหอมและน้ำหอม มีรายละเอียดดังนี้

1.8.1 กลิ่นแอมเบอร์กรีส อำพัน หรืออำพันทอง (ambergris: ambra) มาจากวาฬหัวทุย (sperm whale) (*Physeter macrocephalus* L.) มีน้ำหนักเบากว่าน้ำ พบตามชายฝั่งทะเล ซึ่งแอมเบอร์กรีสทะเลใหม่ๆ (fresh ambergris) มีสีดำ เมื่อถูกแสงและน้ำทะเล สีเปลี่ยนเป็นสีเทา โดยกลิ่นเกิดจากองค์ประกอบหลัก ได้แก่ epicoprosterol มากกว่า 85% ซึ่งเป็นไตรเทอร์พีนแอลกอฮอล์ (triterpene alcohol) ที่ไม่มีกลิ่น ได้เป็น ambrein เป็นสารตั้งต้นของกลิ่นอื่น เช่น สารประกอบที่มีวง (cyclic) 1 วง 2 วง และ 3 วง เรียกว่า โมโน (mono), ได (di) และไตรไซคลิก (tricyclic compounds) ตามลำดับ (รูปที่ 1.1) เกิดจากการออกซิเดชัน (oxidation) หรือโฟโตออกซิเดชัน (photooxidation) ที่มีแสงเป็นตัวกระตุ้น



รูปที่ 1.1 โครงสร้างของไตรเทอร์พีนแอลกอฮอล์ (triterpene alcohol)

1.8.2 บีแว็กซ์ หรือไขผึ้ง (beeswax) สกัดด้วยแอลกอฮอล์ ได้ผลผลิต (yield) น้อยกว่า 1% และผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีเหลืองน้ำตาล (yellowish – brown) และมีกลิ่นเหมือนน้ำผึ้ง (honey – like)

1.8.3 คาสโตรเรียม (castroleum) คือกลิ่นฉุนมาจากต่อมของพวกบีเวอร์ (beaver) (*Caster fiber* L.) อาศัยในแถบประเทศแคนาดา รัฐอลาสก้า ประเทศสหรัฐอเมริกา และไซบีเรีย ซึ่งกลิ่นที่ได้เป็นพวกสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) ได้แก่ 4-alkylphenols และอนุพันธ์ของแคติคอล (catechol) กลิ่นที่ได้เป็นกลิ่นที่ติดทนนาน (long – lasting odor)

1.8.4 กลิ่นชะมด (civet) ได้มาสารที่หลั่งออกมาจากตัวชะมด (*Civettictis civetta*) ให้กลิ่นหอมหวาน (sweetish odor) นำสารที่ชะมดหลั่งออกมาสกัดด้วยอะซิโตน ซึ่งกลิ่นชะมดประกอบไปด้วยสารให้กลิ่นกลุ่มของแมคโครไซคลิกคีโตน ได้แก่ cyclohexadecanone, cycloheptadecanone และ 6-cis-cycloheptadecenone และมีอินโดล (indole) และสคาโทล (skatole) ปริมาณน้อย

1.8.5 กลิ่นมัสค์ (musk) ได้จากกวางชะมด (*Moschus moschiferus*) พบมากในแถบประเทศเนปาล และทิเบต ซึ่งเป็นสารสีเหลือง มีลักษณะกลิ่นดึงดูดเพศเมีย (attract female) เป็นสารประเภท muscone และสารให้กลิ่นกลุ่มของแมคโครไซคลิกคีโตน และแมคโครไซคลิกเอสเตอร์ ซึ่งมีโครงสร้างต่างกันแต่ให้กลิ่นเหมือนกัน

1.9 การสกัดและการเรียกชื่อสารให้กลิ่นรสและสารหอมที่สกัดจากพืช

สารให้กลิ่นรสและสารให้กลิ่นหอมที่สกัดได้จากพืช มีดังนี้ โพเมด (Pomades) คอนกรีต (Concretes) แอบโซลูท (Absolutes) เรซินอยด์ (Resinoids) และทิงเจอร์ (Tincture)

1.9.1 **โพเมด** (Pomades) ประกอบด้วยไขมัน (greasy fats) ซึ่งได้จากการสกัดกลิ่นจากดอกไม้ด้วยวิธี การสกัดด้วยไขมันร้อนหรือไขมันเย็น ที่เรียกว่าอองเฟลอราจ (enfleurage) ซึ่งการสกัดวิธีนี้มี 2 แบบ

วิธีการสกัดด้วยไขมันร้อน (Hot enfleurage) เป็นวิธีเก่าแก่ในการเก็บรักษากลิ่นหอม โดยนำดอกไม้หรือส่วนต่างๆของพืชมาแช่ในไขหรือแวกซ์เหลวและร้อน

วิธีการสกัดด้วยไขมันเย็น (Cold enfleurage) วิธีการดูดซับสารระเหยที่ปล่อยออกมาจากดอกไม้ ด้วยไขมันซึ่ง ใช้เวลานาน โดยนำดอกไม้สดโปรยไว้ในไขมัน ได้แก่

น้ำมันหมู (lard) หรือน้ำมันวัว (beef tallow) ซึ่งแผ่ไปบนกระจกบรรจุในภาชนะปิด เป็นวิธีการที่เก่าแก่แทนการสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent)

1.9.2 **คอนกรีต** (Concretes) การสกัดส่วนต่างๆของพืชด้วยตัวทำละลายชนิดไม่มีขั้ว เช่น โทลูอีน เฮกเซน ปิโตรเลียมอีเทอร์ เมื่อระเหยตัวทำละลายออก ส่วนที่ได้มีทั้งส่วนสารให้กลิ่นที่ระเหย (volatile fragrance) และที่ระเหยไม่ได้ (non-volatile) และไขหรือแวกซ์

คอนกรีตมีลักษณะคล้ายโพเมด ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ มีข้อจำกัดในการนำมาใช้ในน้ำหอม ส่วนใหญ่นำมาใช้ให้กลิ่นเติมในสบู่

คอนกรีตสกัดมาจากดอกไม้ เช่นมะลิ กุหลาบ ซ่อนกลิ่น กระดังงา เป็นต้น และส่วนของพืช เช่นลาเวนเดอร์ ใบของไวโอเลต เจอราเนียม เป็นต้น

1.9.3 **แอบโซลูท** (Absolutes) ได้จากการนำคอนกรีตมาละลายในแอลกอฮอล์ตกตะกอนที่อุณหภูมิต่ำ กรอง และระเหยแอลกอฮอล์ออก ทำหลายครั้ง จนได้แอบโซลูทที่ไม่มีแวกซ์ เรียกว่าแอบโซลูท ซึ่งสามารถละลายได้ในแอลกอฮอล์ นำไปใช้ในน้ำหอมได้ คอนกรีตใช้เป็นสารตั้งต้นทำให้ได้แอบโซลูทประมาณ 50% นอกจากนี้แอบโซลูทอาจได้มาจากการสกัดส่วนต่างๆของพืชด้วยแอลกอฮอล์โดยตรง แต่ทำได้ยาก

1.9.4 **เรซินอยด์** (Resinoids) เตรียมได้จากนำกัม (gum) หรือยางไม้ (plant exudates) มาสกัดด้วยตัวทำละลาย เช่น เมทานอล เอทานอล โทลูอีน ได้ร้อยละผลผลิตประมาณ 50 – 95% ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเหนียวข้น สามารถนำมาเจือจางด้วยพทาเลท (phthalates) หรือเบนซิลเบนโซเอท (benzyl benzoate) เพื่อปรับปรุงสมบัติการไหลและการนำไปใช้ โดยเรซินอยด์ประกอบด้วยสารให้กลิ่นที่ระเหยไม่ได้และเรซินอยด์ ซึ่งแตกต่างจากโอลิโอเรซิน (oleoresin) โอลิโอเรซินได้มาจากการสกัดเครื่องเทศ เช่น พริกพริกไทย ขิง วานิลลา เป็นต้น ด้วยตัวทำละลาย โดยชนิดตัวทำละลายที่ใช้ขึ้นกับชนิดของเครื่องเทศ โอลิโอเรซินอาจสกัดมาจากซุเปอร์คริติคอลคาร์บอนไดออกไซด์ (supercritical CO_2) โดยโอลิโอเรซินพริกไทยและโอลิโอเรซินขิงมีกลิ่นหอมและมีความฉุน

1.9.5 **ทิงเจอร์** (Tinctures) ได้มาจากการสกัดวัตถุดิบจากธรรมชาติด้วยเอทานอลผสมน้ำ ซึ่งสามารถละลายสารที่สกัดได้ ในบางครั้งอาจเรียกทิงเจอร์ว่า อินฟิวชัน (infusion)

เอกสารอ้างอิง

Bauer, K., Garbe, D., Surburg, H., 1990, Common Fragrance and Flavor Materials: Preparation, Properties, and Uses. 2nd revision, Weinheim: Basel(Switzerland), Cambride, New York, NY: VCH. pp 218.

Ohloff, G., 1 9 7 2 , Classification and genesis of food flavours, Flavour industry, 3, 501–508.

สำหรับเพื่อการศึกษาและอ้างอิงเท่านั้น

สามารถยืมและติดตามหนังสือใหม่ได้ที่ ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ Walai Autolib

http://lib.rmutp.ac.th/catalog/BibItem.aspx?BibID=b00104956

Multi view

เทคโนโลยีสารกลิ่นรส / ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์.

Author	ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์
Published	กรุงเทพฯ : อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, 2563
Detail	304 หน้า : ภาพประกอบ ; 25 ซม
Subject	รสชาติ(+) กลิ่นรส(+) การได้กลิ่น(+) สารให้กลิ่นรส(+)
ISBN	9786165687782
ประเภทแหล่งที่มา	Book

"สำหรับเพื่อการศึกษาและอ้างอิงเท่านั้น"