



การวิเคราะห์เครือข่ายส่วนผสมและกลิ่นรสในอาหารไทย

Ingredient and Flavor Network Analysis in Thai Cuisine

ณัฐนิมา สุระเดช^{1*} และ วิลาวลัย ยาทองคำ²

Natsima Suradet^{1*} and Wilawan Yathongkhum²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

Computer Engineering Program, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna

²ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Department of Computer Science, Faculty of Science, Chiang Mai University

Received: September 22, 2022; Revised: November 23, 2022; Accepted: December 21, 2022; Published: December 30, 2022

ABSTRACT – Thai cooking places emphasis on a specific smell and taste of ingredients to create a different recipe based on the dish type. Moreover, the flavor is considered an important part that generates consumer satisfaction with the flavors in each dish. Therefore, this research aims to analyze the ingredient and flavor network in Thai cuisine. Statistical tools were used to carry out the study characterization of the cuisine and a flavor network was constructed to analyze the relationship between ingredients and flavor compounds. It was found that the flavor network of main dishes is different from dessert. In addition, most of the prevalent ingredients in the cuisine tend to share many flavor compounds. The frequency of ingredients used indicates a cooking style that corresponds to the unique taste of each dish type. This research will be useful to those who are interested in Thai dining for applying this finding to further research and development of food innovations in the field of flavor, recipes, or commoditization of new food products.

KEYWORDS: Flavor networks, Flavor analysis, Ingredient analysis, Thai cuisine

บทคัดย่อ -- ในการปรุงอาหารไทยนั้นกลิ่นและรสชาติเฉพาะของวัตถุดิบแต่ละชนิดถูกนำมาใช้เพื่อรังสรรค์อาหารประเภทต่าง ๆ นอกจากนั้นกลิ่นรสยังถือได้ว่าเป็นส่วนสำคัญที่สร้างความพึงพอใจให้กับผู้บริโภคที่มีต่อรสชาติของอาหาร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการวิเคราะห์เครือข่ายส่วนผสมและกลิ่นรสในอาหารไทย โดยใช้เครื่องมือทางสถิติในการศึกษาลักษณะของอาหาร และสร้างกราฟเครือข่ายกลิ่นรสเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนผสมและสารประกอบกลิ่นรสในอาหาร จากผลการวิจัยพบว่าเครือข่ายกลิ่นรสของอาหารคาวและอาหารหวานมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยที่ส่วนผสมที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายมักจะมีการแชร์กลิ่นรสร่วมกันเป็นจำนวนมาก และความถี่ของการใช้ส่วนผสมนั้นแสดงให้เห็นรูปแบบของการทำอาหารที่สอดคล้องกับรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์ของอาหารแต่ละประเภท งานวิจัยนี้เป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจสามารถนำองค์ความรู้ไปวิจัยต่อยอดและพัฒนานวัตกรรมอาหารด้านกลิ่นรสที่จะช่วยในการสร้างกลิ่นรสสูตรอาหาร หรือออกแบบผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ๆ ต่อไป

คำสำคัญ: เครือข่ายกลิ่นรส, การวิเคราะห์กลิ่นรส, การวิเคราะห์ส่วนผสม, อาหารไทย

*Corresponding Author: Natsima@rmutl.ac.th

1. บทนำ

อาหารไทยเป็นมรดกทางวัฒนธรรมที่สำคัญของชาติ มีการส่งเสริมและถ่ายทอดมาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่อดีตเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน การปรุงอาหารไทยมีมาแต่โบราณกาลว่าก่อนสมัยสุโขทัย [1] การปรุงอาหารนั้นเป็นการผสมผสานศาสตร์การใช้รสชาติและศาสตร์การใช้กลิ่นเฉพาะของวัตถุดิบแต่ละชนิดเพื่อรังสรรค์อาหารเลิศรสที่มีกลิ่นหอมกระตุ้นความอยากอาหาร [2] กลิ่นรส (Flavors) เป็นลักษณะเฉพาะที่สำคัญมากอย่างหนึ่งของอาหาร เป็นการรวมความรู้สึกรวมกันที่เกิดขึ้นขณะรับประทานอาหาร ได้แก่ การรับรู้ทางกลิ่น (Aroma) ที่เกิดขึ้น ภายในโพรงจมูก การรับรู้รสชาติ (Taste) เกิดขึ้นภายในปาก และยังรวมถึงความรู้สึกต่างๆ เช่น การรับรู้ความเผ็ดร้อน ความฝาด ความร้อนและเย็น [3] สารให้รสและกลิ่นในอาหารไทยส่วนใหญ่เกิดจากวัตถุดิบจากธรรมชาติที่นำมาใช้ประกอบอาหาร กลิ่นรสถือว่าเป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งของอาหาร สามารถใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสินคุณภาพของอาหาร [4], [5] เมื่อรับประทานอาหารเข้าไป ความรู้สึกในรส และกลิ่นจะถูกกระตุ้นขึ้นพร้อมๆกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบในกลิ่นรสของอาหารชนิดนั้น สารประกอบกลิ่นรส (Flavor compounds) ของส่วนผสมในการทำอาหารจึงเป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการค้นหาหลักการที่อาจรองรับการเลือกใช้ส่วนผสมให้มีกลิ่นรสเป็นไปตามความต้องการของผู้บริโภค [6]

ในปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยเพื่อประมวลผลสูตรอาหารโดยใช้แบบจำลองซึ่งมีตั้งแต่การวิเคราะห์รายการส่วนผสมของสูตรอาหารแต่ละสูตรโดยใช้เทคนิคการสร้างคลังคำศัพท์ และใช้เทคนิค Latent Dirichlet Allocation (LDA) เพื่อวิเคราะห์การจัดกลุ่มส่วนผสมจากการใช้วัตถุดิบร่วมกันในสูตรอาหาร นอกจากนี้ยังผสมผสานส่วนผสมที่แปลกใหม่ขึ้นมาโดยใช้หลักการของโครงข่ายความเชื่อเชิงลึก (Deep Belief Networks) [7] J. Jernsurawong, and N. Habash [8] เสนอการแทนสูตรอาหารด้วยโครงสร้างต้นไม้แบบพึ่งพา (dependency tree) โดยในส่วนของโหนดใบแทนวัตถุดิบในสูตรอาหาร และโหนดอื่นๆภายในต้นไม้จะแสดงถึงวิธีการประกอบอาหารที่มีอยู่ในสูตร Y. Y. Ahn, et al. [6] สร้างเครือข่ายกลิ่นรสเพื่อตรวจสอบสมมติฐานการจับคู่อาหาร โดยระบุสารประกอบกลิ่นรสที่มีอยู่ในส่วนผสมของสูตรอาหาร A. Jain, R. N. K. and G. Bagler [9] ศึกษาการจับคู่อาหารในสูตรอาหารอินเดีย และนำเสนอแบบจำลองวิวัฒนาการการ

ทำอาหารซึ่งจำลองการกระจายการใช้ส่วนผสมตลอดจนการจับคู่อาหาร B. Khan [10] ใช้เทคนิคการหาความสัมพันธ์ (Association rule mining) เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างกลิ่นรสและกลุ่มฟังก์ชันทางเคมีในอาหาร 4 ประเภทคือ ผัก, ผลไม้, เครื่องเทศ และเนื้อสัตว์ จากรูปแบบความสัมพันธ์ที่ได้พบว่ามีความแตกต่างกันในอาหารแต่ละประเภท นอกจากนี้ยังทำนายโมเลกุลของกลิ่นรสโดยใช้ molecular descriptors เช่น จำนวนพันธะของไฮโดรเจน, จำนวนวงแหวน ฯลฯ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาและทำการวิเคราะห์เครือข่ายส่วนผสมและกลิ่นรสในอาหารไทย โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล และเครื่องมือทางสถิติในการศึกษาลักษณะของอาหาร ส่วนผสม องค์ประกอบของสูตรอาหาร และกลิ่นรสในอาหารแต่ละประเภท เพื่อช่วยให้มีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับกลิ่นรสในอาหารไทยซึ่งสามารถนำองค์ความรู้นี้ไปวิจัยและพัฒนานวัตกรรมอาหารด้านกลิ่นรสได้

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล และการเตรียมข้อมูลเพื่อการประมวลผล

ข้อมูลเกี่ยวกับสูตรอาหารไทยที่ใช้ในงานวิจัยนี้รวบรวมมาจากเว็บไซต์ FoodTravel.tv [11] ด้วยการใช้เทคนิคการสกัดและดึงข้อมูลแบบ Web Scraping โดยสูตรอาหารที่ติดป้ายระบุ (tagged) ว่าเป็นอาหารไทยจะถูกรวบรวมและจัดเก็บไว้ในชุดข้อมูล (data set) รายละเอียดของข้อมูลที่จัดเก็บประกอบไปด้วย ชื่อเมนูอาหารส่วนผสม และวิธีการปรุงอาหารดังตัวอย่างที่แสดงในตารางที่ 1 เมนูอาหารที่รวบรวมมาได้มีทั้งหมดจำนวน 2,085 สูตร แบ่งออกเป็นรายการของอาหารลาว 1,734 สูตร และอาหารหวานจำนวน 351 สูตร

ในกระบวนการของการเตรียมข้อมูลนั้น ข้อความบอกปริมาณของส่วนผสม เช่น 1 ช้อนโต๊ะ หรือ 200 กรัม จะถูกลบออกจากชุดข้อมูล สำหรับส่วนผสมที่เป็นคำพ้องความหมายจะถูกแทนที่ด้วยการใช้คำเพียงชุดเดียว เช่น สายบัว/ไหลบัว/หลอดบัว จะถูกแทนที่ด้วยคำว่าไหลบัว เป็นต้น จากนั้นข้อมูลจะถูกนำไปสกัด (extraction) รายการส่วนผสมที่ปรากฏอยู่ในสูตรอาหาร โดยรายการส่วนผสมที่สกัดออกมานั้นจะถูกแบ่งประเภทตามวัตถุดิบที่ใช้ ซึ่งประกอบไปด้วย 16 ประเภท ดังนี้ พืช ผัก ผลไม้ ธัญพืช เห็ด เนื้อสัตว์ ถั่ว อาหารทะเล เครื่องเทศ สมุนไพร ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากนม ผลิตภัณฑ์จากพืช ผลิตภัณฑ์จากสัตว์ แป้ง และดอกไม้

ตารางที่ 1. ตัวอย่างชุดข้อมูลอาหาร

เมนูอาหาร	ส่วนผสม	กรรมวิธี การปรุง
ไข่เจียวหมูสับ	ไข่ หมูสับ ต้นหอม น้ำมัน พืช	ทอด
แกงเลียงหัวปลี	หัวปลี เห็ดนางฟ้ากระชาย พริกไทย พริก ข้าวโพด ตำลึง ใบแมงลัก	แกง
ห่อหมกทะเล	ไข่ กะทิ ปลาหมึก กุ้ง ปลา ช่อน โหระพา พริก ใบ มะกรูด น้ำปลา แป้ง ข้าวโพด	นึ่ง
ข้าวผัดปู	ปู ไข่ ข้าว ต้นหอม ซีอิ๊วขาว น้ำปลา น้ำมันพืชพริกไทย กระเทียม	ผัด

สารประกอบที่ให้กลิ่นรสของส่วนผสมที่ใช้ในการประกอบอาหารที่พบในการวิจัยนี้ ทางผู้วิจัยได้นำข้อมูลและรายละเอียดที่เกี่ยวข้องมาจากรฐานข้อมูล FlavorDB [12] โดยชุดข้อมูลกลิ่นรสนี้ จะประกอบไปด้วยชื่อของวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสม และสารประกอบกลิ่นรสที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 2

ตารางที่ 2. ตัวอย่างชุดข้อมูลกลิ่นรส

ส่วนผสม	สารประกอบกลิ่นรส
ไข่	1-Penten-3-OL, 2-Ethyl-3-Methylpyrazine, 1-Undecanol, CID 644104, Thiamine, Thiamine Hydrochloride, Betaine, DI-Phenylalanine, Heptanoic Acid, Indole, etc.

น้ำมันพืช	Betaine, CID 644104, Heptanoic Acid, Thiamine
ต้นหอม	1-Pyrroline, Betaine, 3-Hexanone, CID 644104, Methanethiol, Indole, Thiamine, Cyclopentanone, Propionaldehyde, vanillin, 2-Methylbutyraldehyde, etc.
เนื้อหมู	Betaine, CID 644104, Heptanoic Acid, Thiamine, 1-Undecanol, 1-Hexanethiol, 1-Penten-3-OL, 2-Acetylpyrrole, 2-Decenoic acid, etc.

2.2 การวิเคราะห์ลักษณะของอาหารไทย

การวิเคราะห์ทางสถิติเบื้องต้นในการศึกษาเกี่ยวกับสูตรอาหารนั้น จะพิจารณาจากจำนวนส่วนผสมในสูตรอาหารแต่ละสูตร ซึ่งจำนวนส่วนผสมที่แตกต่างกันนั้นอาจขึ้นอยู่กับประเภทของอาหาร และระดับความยากง่ายในการประกอบอาหาร ดังนั้นในการวิจัยนี้จำนวนส่วนผสมเฉลี่ยต่อสูตรจึงถูกนำมาใช้ในการศึกษาเพื่อให้เข้าใจถึงแนวโน้มของส่วนผสมที่ใช้ในอาหารไทย

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการวิเคราะห์รูปแบบลักษณะของการใช้ส่วนผสมตามวิธีการปรุงอาหารเนื่องจากวิธีการปรุงอาหารนั้นมีผลต่อกลิ่นรสของอาหาร อาหารที่ถูกปรุงให้สุกด้วยอุณหภูมิที่แตกต่างกัน หรือด้วยวิธีการที่ต่างกัน ย่อมจะมีกลิ่นรสของอาหารที่แตกต่างกันไปด้วย [13] ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงแบ่งข้อมูลอาหารไทยออกเป็น 2 ประเภทหลักคือ อาหารคาว และอาหารหวาน ซึ่งชุดข้อมูลในกลุ่มอาหารทั้งสองชุดนั้นจะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยตามประเภทของการปรุงอาหารจำนวนทั้งสิ้น 11 ประเภท คือ ต้มยำ แกง หลน คั่ว ปิ้งย่าง นึ่ง ผัด ทอด กวน และอบ [14] หลังจากนั้นข้อมูลส่วนผสมทั้งหมดที่ใช้ในการปรุงอาหารตามสูตรของรายการอาหารในแต่ละกลุ่ม จะถูกนำมาหาความแพร่หลาย (prevalence) ของการใช้ส่วนผสมนั้นๆ ตามสมการที่ (1) ส่วนผสมใดที่มีค่าความแพร่หลายมากแสดงว่าส่วนผสมนั้นมีความสำคัญ หรือเป็นที่นิยมนำมาใช้ในการปรุงอาหารประเภทนั้นๆ

$$P_i = \frac{n_i}{N} \quad (1)$$

โดยที่

P_i คือ ความแพร่หลายของส่วนผสม i

n_i คือ จำนวนสูตรอาหารที่มีส่วนผสม i

N คือ จำนวนสูตรอาหารทั้งหมด

2.3 เครือข่ายกลั่นรสของส่วนผสมในอาหารไทย

การสร้างเครือข่ายกลั่นรสเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนผสมและสารประกอบกลิ่นรสที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในอาหาร ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้สร้างเครือข่ายกลั่นรสของส่วนผสมในอาหารไทยเป็นลักษณะของกราฟสองส่วน (bipartite graph) ที่มีโหนดเป็นส่วนผสมที่ใช้ในสูตรอาหาร โดยที่โหนด 2 โหนดจะเชื่อมกันก็ต่อเมื่อมีสารประกอบกลิ่นรสที่เหมือนกัน และน้ำหนักของเส้นเชื่อมคือจำนวนของสารประกอบกลิ่นรสที่มีเหมือนกันในส่วนผสมทั้งสอง [6] โดยจำนวนของสารประกอบกลิ่นรสที่เหมือนกันระหว่างส่วนผสมสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2

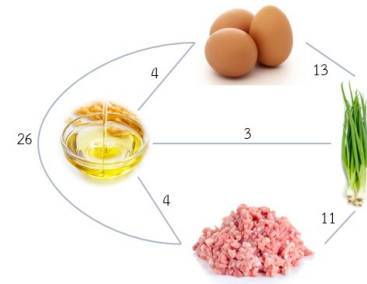
$$N_{ij} = |C_i \cap C_j| \quad (2)$$

โดยที่

N_{ij} คือจำนวนของสารประกอบกลิ่นรสที่มีเหมือนกันในส่วนผสมชนิดที่ i และ j ซึ่งส่วนผสมทั้งสองชนิดนั้นต้องปรากฏอยู่ในรายการอาหารที่พิจารณา

C_i และ C_j คือเซตของสารประกอบกลิ่นรสของส่วนผสมชนิดที่ i และ j ตามลำดับ

ในรูปที่ 1 เป็นตัวอย่างเครือข่ายกลั่นรสของไข่เจียวหมูสับ ซึ่งประกอบด้วย ไข่ หมูสับ ต้นหอม และน้ำมันพืช ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยส่วนผสมแต่ละอย่างจะถูกคำนวณเพื่อหาจำนวนของสารประกอบกลิ่นรสที่มีเหมือนกันกับส่วนผสมอื่นๆ จากตัวอย่างข้อมูลสารประกอบกลิ่นรสที่แสดงในตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาจำนวนของสารประกอบกลิ่นรสที่พบในน้ำมันและไข่ จะพบว่ามีความสัมพันธ์กับส่วนผสมที่ใช้ร่วมกันอยู่ 4 ตัวคือ Betaine, CID 644104, Heptanoic Acid และ Thiamine ในส่วนของน้ำมันและต้นหอมมีจำนวนสารประกอบกลิ่นรสที่เหมือนกันอยู่ 3 ตัวคือ Betaine, CID 644104 และ Thiamine เป็นต้น

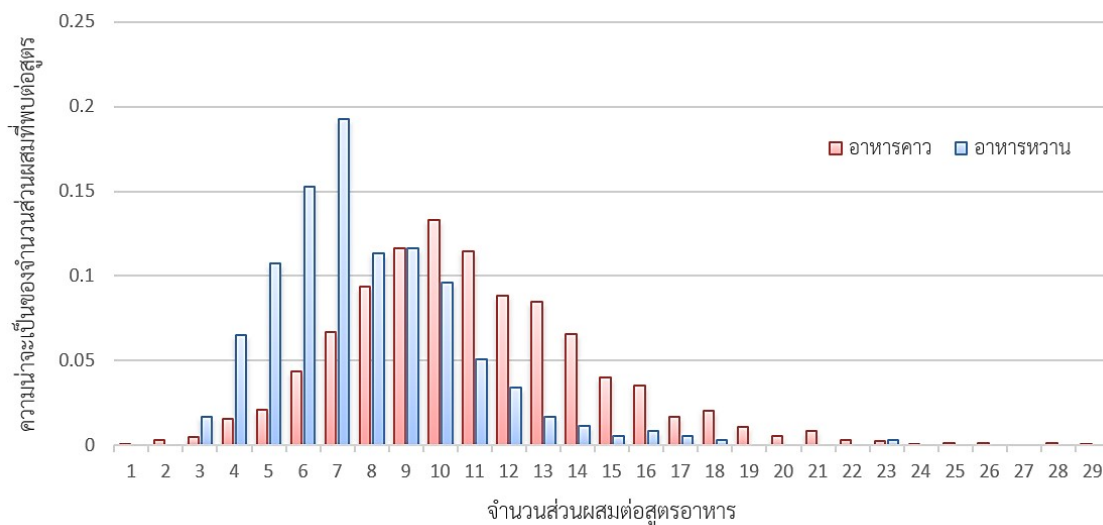


รูปที่ 1. เครือข่ายกลั่นรสของไข่เจียวหมูสับ

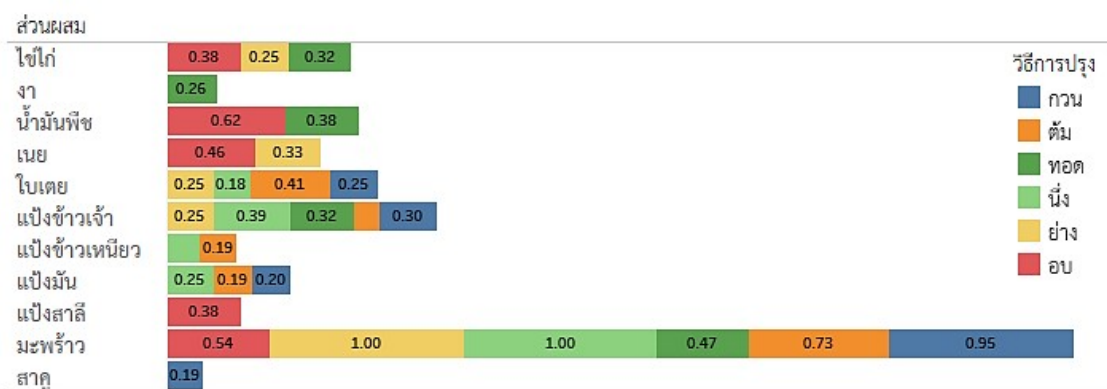
3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

เมื่อวิเคราะห์ส่วนผสมเฉลี่ยต่อสูตรจากชุดข้อมูลอาหารไทย ซึ่งประกอบไปด้วยอาหารคาว 1,734 สูตร และอาหารหวาน 351 สูตร พบว่าจำนวนส่วนผสมเฉลี่ยของอาหารคาวเท่ากับ 10.95 ต่อสูตร และอาหารหวานมีส่วนผสม 7.81 ต่อสูตร การกระจายของส่วนผสมต่อสูตรในอาหารคาว และอาหารหวาน มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยอื่นๆ ที่พบว่าจำนวนส่วนผสมในอาหารมีการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) เช่นเดียวกับอาหารในเอเชียตะวันออก เช่น อาหารจีน [6], [15]

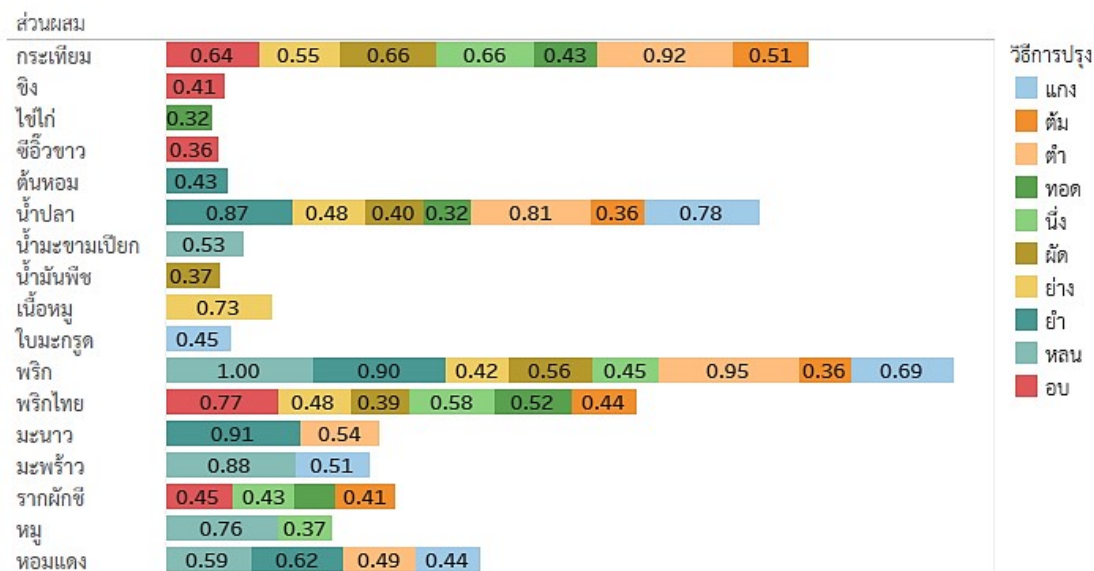
ในการวิเคราะห์รูปแบบลักษณะของการใช้ส่วนผสมตามวิธีการปรุงอาหารพบว่า ความแพร่หลายของส่วนผสมในการปรุงอาหารแต่ละประเภทแสดงได้ดังรูปที่ 3 และ 4 ลักษณะของการใช้ส่วนผสมตามวิธีการปรุงอาหารหวานแบบต่างๆ ตามรูปที่ 3 แสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่ามะพร้าว เป็นส่วนผสมที่พบว่ามีค่าความแพร่หลายมากกว่า 0.45 และถูกใช้เป็นส่วนผสมในการปรุงอาหารหวานทุกประเภท สำหรับใบเตยซึ่งเป็นพืชที่มีคุณสมบัติโดดเด่นด้านกลิ่น นิยมนำมาใช้ในการประกอบอาหารที่ต้องการกลิ่นและสีนั้นจากการวิเคราะห์ลักษณะของการใช้ส่วนผสมพบว่า ใบเตยไม่นิยมใช้เป็นส่วนผสมในเมนูอาหารหวานประเภททอดและอบ ส่วนมากจะถูกนำมาใช้ในเมนูอาหารหวานประเภทต้ม เนื่องจากให้กลิ่นได้ดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ แวตดา ชีทางดี และ สิริ ชัยเสรี [16] ที่พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการเกิดกลิ่นของใบเตยคือการให้ความร้อนที่ 100 องศาเซลเซียส สำหรับความแพร่หลายของส่วนผสมในการปรุงอาหารคาวตามรูปที่ 4 จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าพริกเป็นส่วนผสมที่มีค่าความแพร่หลายมากกว่า 0.90 ในวิธีการปรุงแบบ หลน ยำ และ ตำ นอกจากนี้ พริกยังพบว่าเป็นส่วนผสมที่ถูกใช้บ่อยแพร่หลายในการปรุงอาหารเกือบทุกประเภทยกเว้นการปรุงอาหารแบบอบและทอด สำหรับมะนาวจะเห็นว่าถูกใช้เป็นส่วนผสมหลักในรายการอาหารประเภท ตำ และ ยำ



รูปที่ 2. จำนวนส่วนผสมต่อสูตร



รูปที่ 3. ความแพร่หลายของส่วนผสมที่พบมากที่สุด 5 ลำดับแรกในการปรุงอาหารหวานแต่ละประเภท



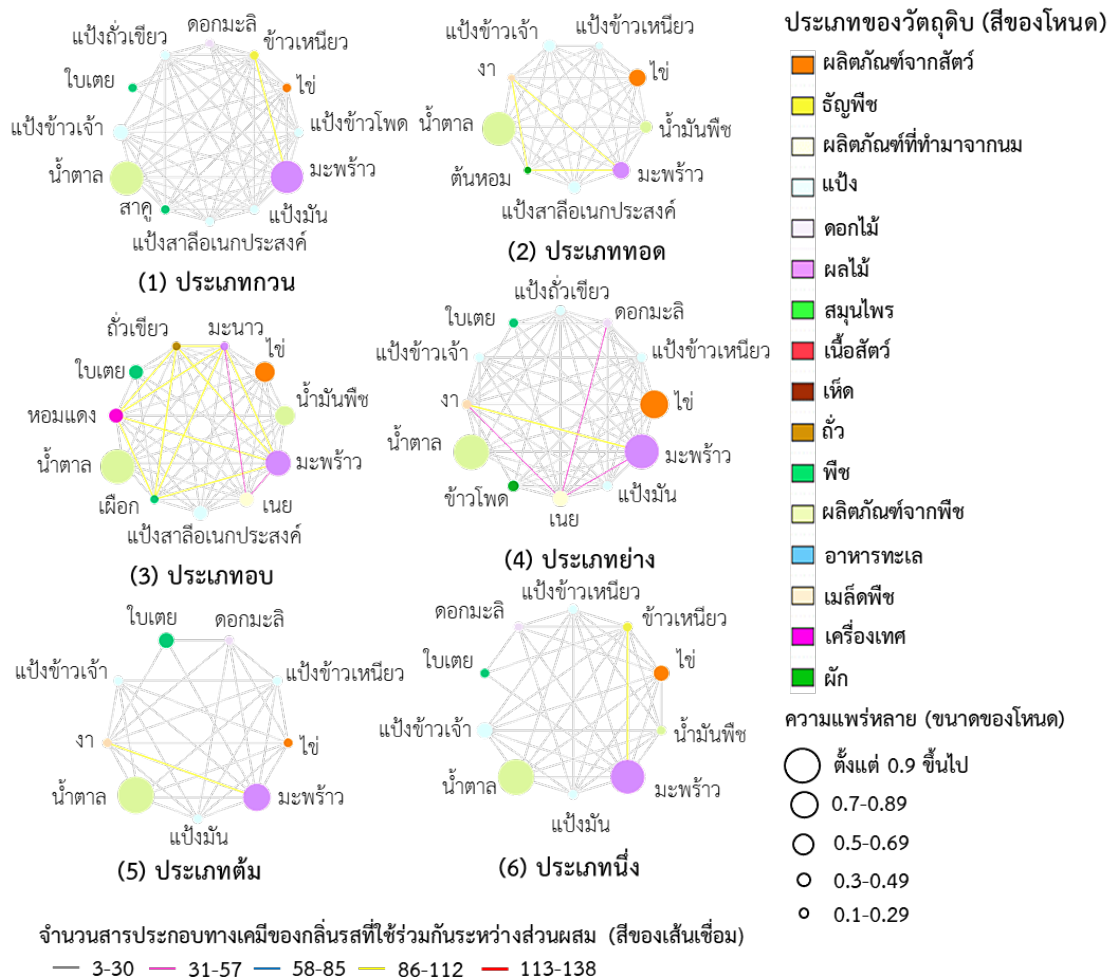
รูปที่ 4. ความแพร่หลายของส่วนผสมที่พบมากที่สุด 5 ลำดับแรกในการปรุงอาหารคาวแต่ละประเภท

ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนผสมและสารประกอบกลิ่นรสที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในอาหารด้วยการใช้เครือข่ายกลิ่นรส ซึ่งถูกสร้างขึ้นเพื่อเปรียบเทียบรูปแบบการใช้ส่วนผสมตามวิธีการปรุงอาหารแบบต่างๆ ในรูปแบบของกราฟ โดยที่ขนาดของโหนดจะแสดงให้เห็นถึงความแพร่หลายของส่วนผสม ถ้าส่วนผสมนั้นมีค่าความแพร่หลายสูงขนาดของโหนดก็จะมีขนาดใหญ่ตามไปด้วย ในส่วนของเส้นเชื่อมนั้นจะแสดงถึงจำนวนของสารประกอบทางเคมีของกลิ่นรสที่ใช้ร่วมกันระหว่างส่วนผสม และสีของโหนดจะแสดงหมวดหมู่ของส่วนผสม ดังแสดงในรูปที่ 5 และ 6 ซึ่งผลลัพธ์จากการวิเคราะห์นี้จะแสดงให้เห็นถึงเครือข่ายกลิ่นรสของส่วนผสมในการปรุงอาหารไทย ที่มีค่านัยสำคัญของความแพร่หลายของส่วนผสมที่มากกว่าเท่ากับ 0.10

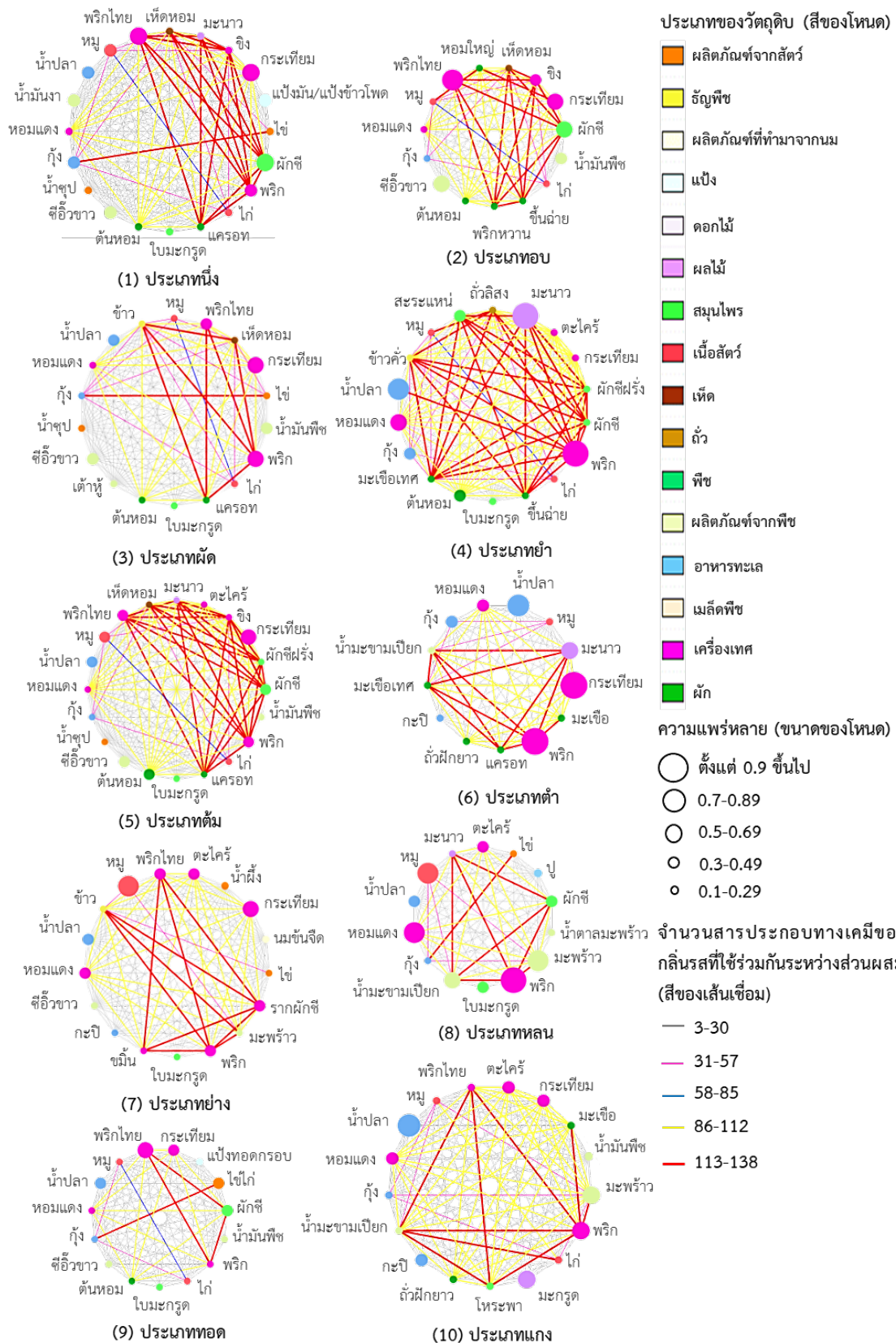
ในรูปที่ 5 และ 6 เห็นได้อย่างชัดเจนว่าความสัมพันธ์ระหว่างส่วนผสมและสารประกอบกลิ่นรสของอาหารคาวและอาหารหวานมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน เมื่อพิจารณาเครือข่ายกลิ่นรสในส่วนประกอบของสูตรอาหารพบว่าส่วนผสมที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายในอาหารคาวมักจะมี การแชร์กลิ่นรสร่วมกันเป็นจำนวนมากซึ่งตรงกันข้ามกับอาหารหวานจากรูปที่ 5 จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า เครือข่ายกลิ่นรสของอาหารหวานในการปรุงแต่ละประเภทไม่แตกต่างกันมาก เนื่องจากส่วนผสมที่พบมีการแชร์กลิ่นรสร่วมกันน้อย โดยมีน้ำตาลกับมะพร้าวเป็นส่วนผสมหลักในสูตรอาหารซึ่งเห็นได้อย่างชัดเจนจากความแพร่หลายที่มีค่าอยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาเครือข่ายกลิ่นรสของอาหารคาวในรูปที่ 6 จะเห็นว่าอาหารประเภทขามีการใช้ส่วนผสมที่มีการแชร์กลิ่นรสกันมาก รองลงมาคืออาหารประเภทต้ม และอาหารที่มีการแชร์กลิ่นรสของส่วนผสมน้อยที่สุดคืออาหารประเภททอด นอกจากนี้ส่วนผสมที่อยู่ในกลุ่มของเครื่องเทศยังเป็นองค์ประกอบหลักในอาหารคาว และมีบทบาทสำคัญในการทำให้เกิดกลิ่นรสในอาหาร

4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์เครือข่ายส่วนผสมและกลิ่นรสในอาหารไทย เพื่อศึกษาลักษณะของอาหาร ความแพร่หลายของส่วนผสม รูปแบบลักษณะของการใช้ส่วนผสมตามวิธีการปรุงอาหาร และความสัมพันธ์ระหว่างส่วนผสมและสารประกอบกลิ่นรสในอาหารหวานและอาหารคาวตามวิธีการปรุงแต่ละประเภท จากการวิจัยพบว่าเครือข่ายกลิ่นรสของอาหารคาวและอาหารหวานมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน และส่วนผสมที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายมักจะมี การแชร์กลิ่นรสร่วมกันเป็นจำนวนมาก ซึ่งเห็นได้อย่างชัดเจนว่าความถี่ของการใช้ส่วนผสมนั้นแสดงให้เห็นรูปแบบของการทำอาหารที่สอดคล้องกับรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์ของอาหารแต่ละประเภท นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนผสมและกลิ่นรสในอาหารยังมีความเกี่ยวข้องกับหลายๆ ปัจจัย เช่น ประเภทของอาหาร วิธีการปรุงอาหาร และประเภทของส่วนผสม การวิเคราะห์เครือข่ายส่วนผสมและสารปรุงแต่งกลิ่นรสในงานวิจัยนี้ถือได้ว่าเป็นก้าวแรกของการวิเคราะห์ข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์การอาหาร ซึ่งหลักการของเครือข่ายกลิ่นรสเหล่านี้จะเป็นพื้นฐานในการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมอาหารด้านกลิ่นรส ที่จะช่วยในการสร้างกลิ่นรส หรือสูตรอาหารใหม่ ที่เป็นประโยชน์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์อาหารอันจะเป็นนวัตกรรมใหม่ๆ ต่อไป



รูปที่ 5. เครือข่ายกลินรสถของอาหารหวาน (สร้างโดยใช้ Circular Layout Algorithm [17])



รูปที่ 6. เครือข่ายกลิ่นรสของอาหารลาว (สร้างโดยใช้ Circular Layout Algorithm [17])

เอกสารอ้างอิง

- [1] กอบแก้ว นางพินิจ, *อาหารไทย โครงการตำราวิชาการ ราชภัฏเฉลิมพระเกียรติ*, กรุงเทพฯ: เสมาธรรม, 2542.
- [2] อรไท สวัสดิชัยกุล, “ชีวเคมีของพริก ตอนที่ 2 ว่าด้วยเรื่องของกลิ่น,” *วารสารอาหาร*, ปีที่ 46, ฉบับที่ 1, หน้า 21-26, มกราคม-มีนาคม 2559. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้: https://kukr2.lib.ku.ac.th/kukr_es/bkn/search_detail/download_digital_file/20010323/159215. [เข้าถึงเมื่อ 3 มีนาคม 2565].
- [3] กาญจนา มาห์ชนทวิ, “ความสำคัญของกลิ่นรสอาหารกับการตรวจวิเคราะห์กลิ่นอาหารโดยเทคนิค Gas Chromatography-Olfactometry (GC-O),” *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, ปีที่ 5, ฉบับที่ 1, หน้า 13-17, มิถุนายน 2552-พฤษภาคม 2553. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้: <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/JFTSU/article/download/38385/31804>. [เข้าถึงเมื่อ 3 มีนาคม 2565].
- [4] นิธิยา รัตนพานนท์, *เคมีอาหารเบื้องต้น*, กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์, 2563.
- [5] รัชณี ดันตะพานิชกุล, *เคมีอาหาร*, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2547.
- [6] Y. Y. Ahn, S. E. Ahnert, J. P. Bagrow, and A. L. Barabási, “Flavor network and the principles of food pairing,” *Sci Rep*, vol. 1, no. 1, pp. 1-7, Dec. 2011, doi: 10.1038/srep00196
- [7] V. Nedovic, “Learning recipe ingredient space using generative probabilistic models,” *Proceedings of the 2nd Workshop Cooking with Computers*, Beijing, China, August 3-5, 2013, pp. 11-16
- [8] J. Jermurawong, and N. Habash, “Predicting the Structure of Cooking Recipes,” in *Proceedings of the 2015 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, Lisbon, Portugal, Sep. 17-21, 2015, pp. 781-786.
- [9] A. Jain, R. N K and G. Bagler, “Analysis of Food Pairing in Regional Cuisines of India,” *PloS one*, vol. 10, no. 10, pp. 1-17, Oct. 2015, doi: 10.1371/journal.pone.0139539.
- [10] B. Khan, “Application of pattern mining on data of flavor molecules, their percepts and molecular features,” Ph.D. dissertation, Delhi: Indraprastha Institute of Information Technology Delhi, 2018
- [11] “Recipe,” FoodTravel.tv [Online]. <http://www.foodtravel.tv>. (Accessed: Jan. 15, 2022)
- [12] N. Garg, et al., “FlavorDB: a database of flavor molecules,” *Nucleic acids research*, vol. 46, no. D1, pp. D1210-D1216, Oct. 2017, doi: 10.1093/nar/gkx957
- [13] กรมวิทยาศาสตร์บริการ, “เรื่องนำรู้ของกลิ่นรสในอาหารและเครื่องดื่ม,” *ข่าววิทยาศาสตร์บริการ*, มกราคม 2528. [ออนไลน์], เข้าถึงได้: http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_j/2528_107.pdf. [เข้าถึงเมื่อ 23 มีนาคม 2565].
- [14] วันดี ณ สงขลา และวิบูลย์ ชัยปานิ, “วิธีปรุงอาหารไทย,” *สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ*, มูลนิธิโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช, [ออนไลน์], 2532. เข้าถึงได้: <https://saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=13&chap=8&page=chap8.htm>. [เข้าถึงเมื่อ 23 มีนาคม 2565].
- [15] Y. X. Zhu, J. Huang, Z. K. Zhang, Q. M. Zhang, T. Zhou and Y. Y. Ahn, “Geography and similarity of regional cuisines in China,” *PloS one*, vol. 8, no. 11, Nov. 2013, doi: 10.1371/journal.pone.0079161
- [16] แววดา ชัยทางดี และ สิริ ชัยเสรี. “ผลของอุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อนต่อปริมาณสารระเหยในใบเตย.” ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42*, กรุงเทพฯ, 3-6 ก.พ. 2547, สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย, 2547. หน้า 542-549.
- [17] P. Shannon, et al., “Cytoscape: a software environment for integrated models of biomolecular interaction networks,” *Genome research*, vol. 13, no. 11, pp. 2498-2504, Nov. 2003, doi: 10.1101/gr.1239303