

บทความวิชาการ

การเสริมความเค็มด้วยกลิ่นเพื่อลดโซเดียมในอาหาร Odour-Induced Saltiness Enhancement (OISE) for Sodium Reduction in Foods

กรกณา ธนารุ่งโรจน์ และ วรภา คงเป็นสุข*

Gonkana Thanarungroj and Varapha Kongpensook*

Received: July 14, 2020
Revised: December 2, 2020
Accepted: December 12, 2020

บทคัดย่อ

จากการสำรวจขององค์การอนามัยโลกพบว่า ประชากรทั่วโลกบริโภคโซเดียมโดยเฉลี่ยมากถึงเกือบ 2 เท่าของปริมาณที่แนะนำต่อวัน ส่งผลให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ เสี่ยงต่อโรคไม่ติดต่อเรื้อรังต่างๆ แต่อย่างไรก็ตามการลดปริมาณเกลือในสูตรอาหารส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคอย่างมาก เนื่องจากอาหารมีสมบัติทางประสาทสัมผัสที่แตกต่างไปจากเดิม จึงจำเป็นต้องศึกษาวิธีต่างๆ เพื่อลดปริมาณโซเดียมในอาหารลงโดยไม่ส่งผลกระทบต่อความยอมรับของผู้บริโภค โดยในบทความนี้จะกล่าวถึงการเสริมความเค็มด้วยกลิ่น หรือ Odour-Induced Saltiness Enhancement (OISE) ที่เป็นการเติมกลิ่นที่มีความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกับรสเค็ม เพื่อเพิ่มความเค็มโดยรวมให้กับอาหาร อย่างไรก็ตามมีปัจจัยหลากหลายที่มีผลต่อวิธีดังกล่าว เช่น ชนิดและความเข้มข้นของกลิ่น ปริมาณเกลือหรือความเข้มข้นของรสเค็มในอาหารก่อนเติมกลิ่น องค์ประกอบอื่นในอาหาร รวมถึงการฝึกฝนและประสบการณ์ของผู้ทดสอบ ดังนั้นการศึกษาด้าน OISE จึงมีความน่าสนใจและเป็นประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารลดปริมาณโซเดียม

คำสำคัญ: เสริมความเค็มด้วยกลิ่น การลดโซเดียม อาหารลดเกลือ

ABSTRACT

A survey of the World Health Organization has reported that the average of sodium consumption worldwide is twice higher than the Recommended Dietary Allowances, which causes health problems and increases risks of non-communicable chronic diseases. However, lower salt content in foods affect directly on consumers' acceptability of products, since the sensory qualities are altered. Studies on ways for reducing sodium contents in foods which not impact to consumers' acceptability are very necessary. This article reviews about the Odour-Induced Saltiness Enhancement (OISE), which is a technique using odours related or associated with salty taste for increasing the overall saltiness in foods. Anyhow, there are factors impact on OISE, such as types and concentration of odorants, salt concentration or salty-taste intensity before adding an odour and other compositions in food matrix. The experiences and training of sensory assessors are also reported. Hence, the studies of OISE are very interesting and useful for development of sodium-reduced food products.

Keywords: Odour-Induced Saltiness Enhancement, sodium reduction, salt-reduced foods

* Corresponding authors e-mails: varapha.l@chula.ac.th

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

Department of Food Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok

ความสำคัญของโซเดียม

โซเดียมเป็นแร่ธาตุที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย มีหน้าที่หลักในการรักษาสมดุลของเหลวภายในร่างกาย ส่งผลต่อการควบคุมความดันโลหิต ควบคุมปริมาณเกลือแร่ซึ่งช่วยการทำงานของประสาทและกล้ามเนื้อ [1] ร่างกายมนุษย์ต้องการโซเดียมประมาณ 1500 มิลลิกรัม/วัน (เท่ากับเกลือประมาณ 3.75 กรัมหรือ ¾ ช้อนชา) [2] ทั้งนี้ไม่ควรเกิน 2300 มิลลิกรัม/วัน [3] โดยการได้รับโซเดียมในปริมาณมากเกินไป ส่งผลให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ เนื่องจากโซเดียมปริมาณที่มากทำให้เกิดการดื่มน้ำกลับ ส่งผลให้ความเข้มข้นของสารต่างๆ ในเลือดเพิ่มขึ้น เสี่ยงต่อการเป็นโรคความดันโลหิตสูง โรคหลอดเลือดหัวใจ และโรคไต [4] ร่างกายมนุษย์ไม่สามารถสังเคราะห์โซเดียมขึ้นได้เอง จึงจำเป็นต้องได้รับโซเดียมจากอาหาร มีรายงานว่าแหล่งที่มาของโซเดียมที่บริโภคประมาณร้อยละ 88 จะอยู่ในอาหารปรุงสำเร็จ เครื่องปรุง และอาหารสำเร็จรูป ซึ่งส่วนมากจะได้รับมาจากเกลือและผงชูรส ที่เติมในอาหารทั้งเพื่อเสริมรสชาติ หรือการแปรรูปและถนอมอาหาร ส่วนที่เหลือร้อยละ 12 มาจากวัตถุดิบอาหารที่มีโซเดียมตามธรรมชาติ [2, 4]

การสำรวจขององค์การอนามัยโลก (WHO) พบว่าปริมาณการบริโภคเกลือโดยเฉลี่ยของประชากรมากถึง 9-12 กรัม/วัน ในขณะที่ WHO ได้แนะนำปริมาณเกลือควรได้รับไม่ควรเกิน 5 กรัม/วัน (ประมาณ 1 ช้อนชา) หรือคิดเป็นปริมาณโซเดียม 2000 มิลลิกรัม/วัน [5] แสดงว่าประชากรบริโภคเกลือคิดเป็นประมาณ 2 เท่าของปริมาณที่แนะนำต่อวัน ทั้งนี้สมาคมโรคไตแห่งประเทศไทยรายงานไว้ว่า ในปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยมีจำนวนผู้ป่วยโรคไต 8 ล้านคน ซึ่งคิดเป็นประมาณ 1 ใน 8 ของประชากร และมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข จึงเสนอยุทธศาสตร์ลดการบริโภคเกลือและโซเดียมในประเทศไทย พ.ศ. 2559-2568 ซึ่งมีเป้าประสงค์คือ ให้ประชาชนไทยบริโภคเกลือและโซเดียมลดลงร้อยละ 30 ภายในปี พ.ศ. 2568 (คือ โดยเฉลี่ยได้รับโซเดียมไม่เกิน 2,800 มิลลิกรัมต่อวัน หรือบริโภคเกลือไม่เกิน 7 กรัมต่อวัน) ซึ่งมีนโยบายให้ลดลงแบบขั้นบันไดโดยกำหนดเป้าหมายการบริโภคเกลือลง 1 2 และ 3 กรัม ภายในปี 2559, 2562 และ 2565 ทั้งนี้ แผนยุทธศาสตร์นี้ได้กำหนดประเด็นยุทธศาสตร์ 5 ประเด็น (SALTS) แสดงใน Table 1 [2, 6]

Table 1 Strategy for reducing salt and sodium consumption in Thailand during 2016-2025

Strategic	Main Issues
S : Stakeholder network	Connection and Development of a consortium
A : Awareness	Enhancing knowledges and skills for consumers, communities, producers and all participants
L : Legislation and environmental reform	Changing environment for improving and increasing the production of low sodium products, including expanding market availability of low sodium products
T : Technology and innovation	Research development and applications, creating novel knowledges and products
S : Surveillance, monitoring and evaluation	Development of the process for surveillance, monitoring and evaluation (emphasizing the outcomes)

* Corresponding authors e-mails: varapha.l@chula.ac.th

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

Department of Food Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok

การลดโซเดียมในอาหาร

จาก Table 1 จะเห็นว่าภาคอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสามารถเป็นกำลังหลักที่ร่วมรับผิดชอบในยุทธศาสตร์การลดปริมาณโซเดียมในอาหารได้

การใส่เกลือในอาหารมีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประเด็น คือ การช่วยในกระบวนการผลิต เกลือช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารทั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย และจุลินทรีย์ก่อโรค ทำให้มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น และมีความปลอดภัยในการบริโภค [7] และมีวัตถุประสงค์เพื่อให้อาหารมีลักษณะคุณภาพต่างๆตามที่ต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านลักษณะทางประสาทสัมผัสของอาหารทั้งกลิ่นรส และเนื้อสัมผัส

การลดปริมาณโซเดียมในอาหาร อาจทำได้โดยลดปริมาณเกลือหรือเครื่องปรุงรสที่มีเกลือและผงชูรส (โมโนโซเดียมกลูตาเมต) เป็นองค์ประกอบเช่น ซีอิ๊ว น้ำปลา แต่เกลือและ/หรือเครื่องปรุงรสมีบทบาทอย่างมาก ช่วยให้เกิดรสเค็ม (salty taste) และความเค็มโดยรวม (saltiness) ซึ่งเป็นลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส (flavor) ที่สำคัญโดยเฉพาะสำหรับอาหารคาว (savory foods) รวมไปถึงการใส่เกลือในอาหารหลายประเภทเช่น ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ หรือ การดองผักผลไม้ เพื่อให้อาหารมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ต้องการ [8] ดังนั้นการลดปริมาณเกลือในสูตรอาหารลงจะกระทบต่อคุณภาพของอาหารที่แตกต่างไปจากเดิม ทั้งทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส จึงส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคทั้งในด้านความชอบ และความอยากอาหาร [9, 10] การใช้เทคนิคต่างๆ เพิ่มเติมเพื่อให้สามารถลดปริมาณโซเดียมลงโดยคงการยอมรับของผู้บริโภคไว้ได้ เช่น การใช้สารทดแทนเกลือ การเติมสารให้รสอูมามิ การปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ และการเสริมความเค็มด้วยกลิน (OISE)

สารทดแทนเกลือ (โซเดียมคลอไรด์) สามารถใช้ในการลดปริมาณโซเดียมในอาหารได้ ได้แก่ เกลือโพแทสเซียม เกลือแมกนีเซียม หรือเกลือแคลเซียม แต่อย่างไรก็ตามเกลือเหล่านี้จะให้รสขม กลิ่นรสคล้ายโลหะ และกลิ่นรสคล้ายสารเคมี ทำให้ผู้บริโภครู้สึกไม่ชอบหากใช้ในปริมาณมากเกินไป [11] สารทดแทน

เกลือที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ นอกจากจะให้รสเค็มแล้ว โพแทสเซียมยังมีประโยชน์ในการลดความดันโลหิตด้วย แต่โพแทสเซียมคลอไรด์มีรสขม และมีกลิ่นรสคล้ายโลหะ จึงใช้ได้ปริมาณจำกัด คือ สามารถใช้โพแทสเซียมคลอไรด์:โซเดียมคลอไรด์ได้ไม่เกินอัตราส่วน 1:1 โดยไม่ส่งผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ทั้งนี้อาจมีการใช้ร่วมกับสารเสริมกลิ่นรส โดยเฉพาะรสอูมามิ เช่น กลูตาเมต นิวคลีโอไทด์ (5' nucleotide) เพื่อปรับกลิ่นรสของสารทดแทนเกลือ เพื่อให้สามารถนำมาทดแทนเกลือโซเดียมได้ในปริมาณที่มากขึ้น [12] มีการวิจัยว่าการเติมโมโนโซเดียมกลูตาเมต (ผงชูรส) ลงในซุปรวมที่มีการลดปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ลง ทำให้รสชาติของซूप และความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อซूपไม่เปลี่ยนแปลง [13] จึงมีการเติมสารให้รสอูมามิลงในอาหารที่ลดปริมาณเกลือเพื่อคงกลิ่นรสที่เป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภคไว้ แต่การเติมสารให้รสอูมามิที่มากเกินไปอาจส่งผลให้การยอมรับของอาหารนั้นลดลง [14] อีกทั้งยังมีโซเดียมจาก MSG อยู่

การเติมส่วนผสมอาหารหรือเครื่องปรุงรสที่มีสารให้รสอูมามิเป็นส่วนประกอบ เช่น พาเมซานชีส น้ำปลา เนื้อสัตว์ อาหารทะเล สาหร่ายทะเล เห็ด หรือ มะเขือเทศ ลงในอาหารมีผลให้อาหารนั้นมีความน่ารับประทานมากขึ้น และมีความต้องการรสเค็มในอาหารนั้นน้อยลง [15] มีงานวิจัยรายงานว่าใช้ซีอิ๊วในการปรุงรสอาหารแทนเกลือ ทำให้สามารถลดปริมาณเกลือที่ใช้โดยรวมลงได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อรสชาติโดยรวมของอาหาร และความพึงพอใจในอาหารนั้นๆ [16] อย่างไรก็ตามส่วนผสมอาหารหรือเครื่องปรุงรส ไม่ได้มีเพียงรสอูมามิ แต่ยังมีองค์ประกอบอื่นๆ รวมถึงอาจมีเกลือ และมีสารให้กลิ่น ซึ่งมีผลต่อคุณภาพด้านกลิ่นรสโดยรวมของอาหาร

ลักษณะผลึกเกลือโซเดียมคลอไรด์ ได้แก่ ขนาดรูปร่าง การกระจายตัว และความเปราะมีผลต่อการละลายของโซเดียมคลอไรด์ จึงทำให้เกิดรสชาติที่แตกต่างกัน [17] มีงานวิจัยว่าการใช้โซเดียมคลอไรด์ผลึกใหญ่ในขนมปังช่วยเร่งการปลดปล่อยโซเดียมคลอไรด์เป็นผลให้

* Corresponding authors e-mails: varapha.l@chula.ac.th

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

Department of Food Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok

เสริมรสเค็ม จึงสามารถลดโซเดียมคลอไรด์ที่ใช้ในขนมปังได้ร้อยละ 25 โดยไม่ทำให้รสชาติแตกต่างจากเดิม [18] นอกจากนี้ลักษณะเนื้อสัมผัสและเมทริกซ์ของอาหารยังมีผลต่อการรับรู้ความเค็ม [19] มีการศึกษารายงานว่าการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของขนมปังจากรูพรุนขนาดใหญ่ในเนื้อขนมปัง เป็นรูพรุนขนาดเล็กในเนื้อขนมปังช่วยเสริมการรับรสเค็มได้ [20] เนื่องจากโพรงอากาศช่วยเพิ่มทั้งการรับรู้ และการส่งผ่านของทั้งเกลือและกลิ่นรส [21] อีกทั้งการกระจายตัวของโซเดียมคลอไรด์ในอาหารก็มีผลต่อการเสริมความเค็มด้วย โดยการกระจายตัวที่ไม่สม่ำเสมอของโซเดียมคลอไรด์บนขนมขบเคี้ยวที่เลิฟแบบร้อนช่วยเสริมรสเค็มได้ [22]

การเสริมความเค็มด้วยกลิ่น (Odour Induced Saltiness Enhancement: OISE)

การเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กลิ่นและการรับรส (odour-taste interaction) เป็น cross-modal perception แบบหนึ่งในการรับรู้ทางประสาทสัมผัส โดยกลิ่นส่งผลต่อความเข้มข้นของการรับรส และรสก็ส่งผลต่อการรับกลิ่นเช่นเดียวกัน เนื่องจากการส่งสัญญาณประสาทที่เกิดจากการรับกลิ่น และสัญญาณประสาทที่เกิดจากการรับรสไปยังสมองนั้นไม่ได้ถูกแยกจากกันอย่างสิ้นเชิง หากแต่ขึ้นต่อกันและกันหรือแสดงผลร่วมกัน ซึ่งการรวมกันของสัญญาณจากการรับกลิ่น และรสนั้นก็เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ และเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วก่อนที่มนุษย์จะเกิดกระบวนการคิดและตัดสินใจ [23, 24] odour-taste integration มีความสัมพันธ์กับ neurophysics ซึ่งจากการศึกษาในลิงพบว่าแบบแผนการรวมกันของการรับรู้ทางประสาทสัมผัสเป็นผลมาจากการตอบสนองของเซลล์ประสาทต่างๆ ใน orbitofrontal cortex ที่รับและรวบรวมข้อมูลทางประสาทสัมผัส [25] จากการศึกษาภาพสมองและระบบประสาททำให้พบว่ารูปแบบของการตอบสนองของสมองส่วน orbitofrontal cortex ต่อการรับกลิ่นอย่างเดียว หรือการตอบสนองของสมองส่วน anterior insula และ frontal operculum ต่อการรับรสอย่างเดียว นั้น มีรูปแบบการตอบสนองแตกต่างไปจากเมื่อมีการรับกลิ่นและรสพร้อมกัน แสดงว่า odour-taste

integration เป็นการกระตุ้นการทำงานในสมองทั้งส่วนที่รับกลิ่น ส่วนที่รับรส นอกจากนี้เมื่อมีการรับกลิ่นและรสพร้อมกันจะมีการกระตุ้นสมองในส่วนอื่นๆ ด้วย เช่น posterior parietal cortex ซึ่งมีหน้าที่ประมวลการรับรู้รวมทางกาย (somatosensory) [26]

Odour-Induced Saltiness Enhancement (OISE) อธิบายเจาะจงเกี่ยวกับการเพิ่มระดับความเข้มข้นของการรับรู้ความเค็ม (saltiness) ด้วยกลิ่นที่มีความเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับรสเค็ม เช่น การเติมกลิ่นชีสลงในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ทำให้รับรู้รสเค็มเพิ่มขึ้นได้ แต่การเติมกลิ่นแครอทที่ไม่เกี่ยวข้องกับรสเค็มลงในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ ไม่มีผลในการเสริมรสเค็มของสารละลายเกลือความเข้มข้นต่ำ ในขณะที่การเติมกลิ่นแครอทลงในสารละลายเกลือความเข้มข้นสูง ส่งผลให้ความเข้มข้นรสเค็มของสารละลายน้อยกว่าสารละลายเกลือความเข้มข้นเดียวกันที่ไม่มีกลิ่นแครอท OISE ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ ชนิดของกลิ่นและความเข้มข้นของกลิ่น ความรู้และประสบการณ์ของผู้ทดสอบ [23, 24]

ความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์มีผลต่อ OISE มีการศึกษาพบว่าการเติมกลิ่นลงในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่ำจะทำให้เห็นผลของ OISE ได้ชัดเจนกว่าการเติมกลิ่นลงในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นสูง มีการทดลองเติมกลิ่นปลาชาตินในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.034 M พบว่าการเติมกลิ่นปลาชาตินไม่ทำให้ผู้ทดสอบรับรู้รสเค็มได้แตกต่างจากตัวอย่างที่ไม่ได้เติมกลิ่นลงไป [27] ในขณะที่ยังมีการทดลองเติมกลิ่นปลาชาตินในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.02 M ทำให้ผู้ทดสอบรับรู้รสเค็มได้มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจากตัวอย่างที่ไม่มีการเติมกลิ่นชาติน รวมทั้งพบว่าตัวอย่างที่เป็นกลิ่นปลาชาตินในน้ำแร่มีความเค็มมากกว่าน้ำแร่ที่ไม่มีกลิ่นชาตินอย่างมีนัยสำคัญ แต่การทดลองรายงานว่าสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.04 M ที่เติมกลิ่นปลาชาติน มีความเข้มข้นรสเค็มไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จากสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.04 M ที่ไม่มีกลิ่น แสดงว่ากลิ่นปลาชาตินทำให้เกิด OISE ได้เฉพาะในสารละลาย

* Corresponding authors e-mails: varapha.l@chula.ac.th

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

Department of Food Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok

เกลือที่มีความเข้มข้นต่ำๆ เท่านั้น หากความเข้มข้น สารละลายเกลือสูงเกินไปผลของ OISE จะลดลง หรือไม่ มีผลเลย [28] ซึ่งการทดลองทั้งสองใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ ผ่านการฝึกฝนเช่นเดียวกัน และใช้กลิ่นชาติเหมือนกัน ความแตกต่างของผลการทดลองทั้งสองจึงมีความเป็นไปได้ว่าเกิดจากความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ อย่างไรก็ตามการเติมกลิ่นที่เหมาะสม และความเข้มข้นของ กลิ่นที่เหมาะสมจะทำให้เกิด OISE ได้สูงที่สุด ไม่ใช่การ เพิ่มความเข้มข้นของกลิ่นจะทำให้เกิด OISE เพิ่มขึ้นได้ ซึ่งอิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียม คลอไรด์ต่อ OISE คาดว่าเกี่ยวข้องกับ psychophysical function ของสิ่งกระตุ้น (stimuli) อธิบายว่าเมื่อสมอง ได้รับสัญญาณรสเค็มที่ส่งมาจากต่อมรับรสซึ่งเกิดจาก สารละลายเกลือที่มีความเข้มข้นสูง สัญญาณจะมีความ เข้มสูงอยู่แล้ว การจะทำให้สมองรับสัญญาณที่เข้มข้นกว่านี้ ได้นั้นเป็นไปได้ยาก แต่ถ้าหากเป็นสัญญาณอ่อนๆ ที่เกิด จากการรับรสเค็มในสารละลายเกลือความเข้มข้นต่ำ การเพิ่มความเข้มข้นของสัญญาณที่ส่งไปยังสมองนั้น สามารถทำได้ง่ายและชัดเจนกว่า นี่จึงเป็นเหตุผลที่ใช้ อธิบายว่าเหตุใด OISE จึงมีประสิทธิภาพสูงในสารละลาย เกลือความเข้มข้นต่ำ [23] และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ กลิ่นมากขึ้นก็จะมีผลเพิ่มให้รู้สึกว่ามีรสชาติเข้มข้น มี งานวิจัยพบว่าใช้กลิ่นซีอิ๊วที่มีความเข้มข้น 28.45 ppb (ซึ่งเป็น recognition threshold) จะทำให้ผู้ทดสอบ รับรู้ความเค็มในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0.03 mM ซึ่งปกติแล้วไม่สามารถรับรู้รสเค็มได้ และเมื่อใช้ กลิ่นซีอิ๊วที่มีความเข้มข้น 122.71 ppb (ซึ่งเป็น difference threshold) จะเพิ่มระดับความเค็มของสารละลายเกลือ โซเดียมคลอไรด์ 20 mM ได้ [29]

มีรายงานว่า การฝึกฝนผู้ทดสอบทางประสาท สัมผัส ทำให้ประสบการณ์และความรู้มีผลต่อการรับรู้ กลิ่นรส และประสิทธิภาพของ OISE โดยเกิดการเรียนรู้ และพัฒนากลยุทธ์ในการวิเคราะห์ (แยกแยะ จดจำ และ ประเมิน) ทำให้สามารถแยกองค์ประกอบเฉพาะด้าน กลิ่น รส และกลิ่นรสออกจากกัน เป็นเหตุให้ผลของ OISE จะลดลงได้ [23] นอกจากนี้อาจเกิดจากที่ผู้ทดสอบ ถูกชักจูงโดยรสชาติที่มีความเข้มข้นสูง จนทำให้เกิดการคิด

วิเคราะห์ และแยกแยะกลิ่นออกจากรสชาติอย่างมี ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทำให้เกิด odour-taste interaction ในสมองลดลง หรืออาจเกิดจากผู้ทดสอบให้ความสนใจ กับรสชาติมากขึ้นจนทำให้ขัดขวางการรับกลิ่นจนรับกลิ่น ได้น้อยลง ผลของ OISE ก็ลดลงตามไปด้วย [28] ดังนั้น การใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน มีความเหมาะสมใน การศึกษาผลของ OISE ของกลิ่นต่างๆ หรือ multisensory interaction เนื่องจากผู้ทดสอบที่ไม่ได้รับการฝึกฝนจะ ไม่คิดวิเคราะห์องค์ประกอบแต่ละอย่างที่อยู่ในตัวอย่าง และจะไม่ใช้ประสบการณ์ในการให้คะแนน จึงทำให้ผล การทดลองที่ได้นั้นเป็นการแสดงผลจาก multisensory integration เท่านั้น นอกจากนี้การทดลองที่ศึกษาเกี่ยวกับ multisensory integration ไม่ควรเรียกผู้ทดสอบมาทดสอบ จำนวนหลายครั้ง ในเวลาสั้นๆ เนื่องจากอาจเกิดพฤติกรรม การเรียนรู้จนนำไปสู่การคิด และวิเคราะห์เพื่อให้คะแนน ในขณะที่ผู้ประเมินที่ได้รับการฝึกฝนเหมาะสมในการใช้ ในการทดลองเพื่อแยกแยะความแตกต่างแต่ละองค์ประกอบ เพื่อใช้สร้าง Flavor Profile [30] ในการทดลองหนึ่งได้ ให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความเค็มของกลิ่นต่างๆ โดยให้ คาดเดาความเค็มจากชื่อของกลิ่นเท่านั้น พบว่าชื่อกลิ่น ที่ได้รับคะแนนสูงสุดสองอันดับแรกคือ กลิ่นเบคอน และ กลิ่นแอนโชวี ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับปริมาณ เกลือในอาหารชนิดนั้นๆ จึงแสดงให้เห็นว่าความรู้ และ ประสบการณ์ส่งผลต่อการรับรู้ความเค็ม จึงส่งผลต่อ ประสิทธิภาพของ OISE ด้วย [28]

นอกจากนี้เส้นทางการรับสารระเหยให้กลิ่นมี ผลต่อการรับรู้ระดับความเค็ม โดยการดมกลิ่นทางจมูก (orthonasal) ทำให้รู้สึกว่ามีระดับความเค็มมากกว่า ความรู้สึกจากการรับสารระเหยให้กลิ่นผ่านทางช่องปาก และหลอดลม (retronasal) [28] เนื่องจากสารที่สามารถ ระเหยได้ที่เคลื่อนที่จากทางจมูกเข้าไปที่ประสาทรับกลิ่น โดยตรง มีความเข้มข้นมากกว่าสารที่สามารถระเหยได้ที่ เคลื่อนที่จากสารละลายที่อยู่ในปากแล้วเข้ามาจับที่ ตัวรับกลิ่นของประสาทรับกลิ่น (ทางอ้อม) ซึ่งความ เข้มข้นของกลิ่นที่รับรู้ได้จากทางปากนั้นได้รับอิทธิพล จากหลากหลายปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิในช่องปาก ปฏิกริยาเคมีที่อาจเกิดขึ้นในช่องปาก อิทธิพลของ

* Corresponding authors e-mails: varapha.l@chula.ac.th

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

Department of Food Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok

น้ำลาย และการเคลื่อนที่ของสารให้กลิ่น [31] ซึ่งสารที่สามารถระเหยได้ที่ละลายอยู่ในสารละลาย จะต้องเปลี่ยนไปเป็นแก๊ส แล้วเคลื่อนที่ไปยังตัวรับของประสาทรับกลิ่น [32]

งานวิจัยด้าน OISE ที่ได้ศึกษาการใส่กลิ่นและสารให้กลิ่นต่างๆ รวมถึงเครื่องปรุงรสในอาหารจริงหรือระบบจำลองอาหาร เพื่อผลในการลดโซเดียมในอาหาร ยังมีไม่มากนัก โดยงานวิจัยในปี 2011 ของ Batenburg and van der Velden [30] ได้ศึกษาโดยใช้ซูป 2 ชนิด (ซูปเนื้อและซูปไก่) ที่ลดปริมาณโซเดียมลงจากสูตรตั้งต้นร้อยละ 30 แล้วเติมกลิ่น (กลิ่นเนื้อหรือกลิ่นไก่) เปรียบเทียบกับการเติมกลิ่นร่วมกับสารทดแทนเกลือ ($0.94 \text{ g/L KCl} + 0.77 \text{ g/L NH}_4\text{Cl}$) พบว่าซูปเนื้อวัวที่เติมกลิ่นเพียงอย่างเดียวทำให้ซูปมีความเค็มเพิ่มขึ้นจากซูปสูตรลดโซเดียมคลอไรด์ที่ไม่ได้เติมกลิ่น แต่ยังคงมีความเค็มต่ำกว่าซูปสูตรตั้งต้นอยู่ แต่เมื่อเติมกลิ่นร่วมกับสารทดแทนเกลือจะทำให้ ความเค็ม และ flavor profiles ใกล้เคียงกับซูปสูตรตั้งต้น แต่ในซูปไก่สูตรลดโซเดียมที่เติมกลิ่นไก่ และสารทดแทนเกลือมีความเค็มต่ำกว่าซูปไก่สูตรตั้งต้นเล็กน้อย ซึ่งคาดว่าเกิดจากกลิ่นไก่ที่เติมลงไปมีความเข้มข้นต่ำกว่ากลิ่นเนื้อวัว จึงให้ผลในการเสริมความเค็มน้อยกว่า แต่การเติมกลิ่นไ่มากเกินไปจะทำให้เกิดกลิ่น fatty และ rancid ซึ่งเป็นกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์อย่างมากขึ้นในซูปไก่ จากสารกลุ่ม “chicken aldehyde” และทำให้ flavor profiles ของซูปไก่เกิดความไม่สมดุลขึ้น และในงานวิจัยเดียวกันนี้ยังได้ศึกษาผลของการเติมกลิ่นเดี่ยวที่สัมพันธ์กับความเค็ม 4 กลิ่น ได้แก่ sotolon (กลิ่น brothy), abhexon (กลิ่น brothy), furfuryl thiol (กลิ่น roasted) และ 2-methyl-3-tetrahydrofuranthiol (กลิ่น meaty) ในซูปไก่ที่ลดปริมาณโซเดียมคลอไรด์ลงร้อยละ 30 (จากสูตรตั้งต้น) พบว่ากลิ่นทั้ง 4 ชนิดมีผลในการเสริมการรับรู้ความเค็มทั้งสิ้น แต่ sotolon มีผลในการเสริมความเค็มของซูปไก่สูงที่สุด โดยการเติม sotolon ความเข้มข้น 30 ppb (ในซูปไก่ลดโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 30) มีผลให้ซูปไก่ มีความเค็มไม่แตกต่างจากซูปไก่ที่มีโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 85 และ flavor profile ของซูปไก่ที่เติมกลิ่นมีผลในการ

เสริมความเข้มข้นของกลิ่นรส และเสริมรส umami จนใกล้เคียงกับซูปไก่ที่ไม่มีการลดโซเดียมคลอไรด์ (จากสูตรตั้งต้น) นอกจากนี้ยังรายงานว่าการเติมกลิ่นความเข้มข้นสูงเกินไปลงในซูปไก่จะส่งผลกระทบต่อ flavor profile และยังทำให้ผลในการเสริมความเค็มลดลงสำหรับผู้ทดสอบที่ไม่ได้รับการฝึกฝน แต่ความเข้มข้นของกลิ่น sotolon ไม่มีผลต่อความเค็มสำหรับผู้ทดสอบที่ได้รับการฝึกฝน

ในงานวิจัยในปี 2009 โดย Kremer et al. [16] ได้ศึกษาการลดปริมาณเกลือในอาหารโดยใช้น้ำซีอิ๊วหมักธรรมชาติแทนที่เกลือในน้ำสลัด และหมูผัด และใช้ผงซีอิ๊วหมักธรรมชาติแทนที่เกลือในซูปมะเขือเทศ โดยใช้ผู้ทดสอบชาวเนเธอร์แลนด์ พบว่าสามารถใช้ซีอิ๊วในการทดแทนเกลือในสูตรน้ำสลัด หมูผัด และซูปมะเขือเทศ ได้ร้อยละ 100 50 และ 25 ตามลำดับ ซึ่งการทดแทนเกลือด้วยวิธีนี้ทำให้ปริมาณโซเดียมในอาหารทั้ง 3 ชนิดลดลงร้อยละ 50 29 และ 17 ตามลำดับ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อความเข้มข้นของรสโดยรวม และความพึงพอใจของผู้บริโภค ส่วนงานวิจัยของ Huynh et al. ในปี 2016 [33] ศึกษาการใช้น้ำปลาเวียงดนามในการทดแทนเกลือในซูปไก่ ซอสมะเขือเทศ และแกงกะหรี่ โดยใช้ผู้ทดสอบชาวมาเลเซีย พบว่าสามารถใช้น้ำปลาในการทดแทนเกลือในซูปไก่ ซอสมะเขือเทศ และแกงกะหรี่ได้ร้อยละ 25 16 และ 10 ตามลำดับ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อความเข้มข้นของรสโดยรวม และความอร่อยของอาหารแต่ละชนิด ซึ่งการใช้ซีอิ๊ว หรือน้ำปลา ซึ่งเป็นเครื่องปรุงรสสามารถเสริมความเค็มในอาหาร และลดปริมาณโซเดียมในอาหาร โดยไม่ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากเครื่องปรุงรสต่างๆ เช่น ซีอิ๊ว น้ำปลา มีสารระเหยมากมายที่ให้กลิ่นซึ่งสัมพันธ์กับรสเค็มทำให้เกิด OISE ขึ้น นอกจากนี้ยังมีกรดอะมิโนอิสระ oligopeptide และ 5'-ribonucleotide ที่ให้รสอูมามิ ซึ่งสารให้รสอูมามีมีผลในการเสริมรสเค็มจาก taste-taste interaction และรักษาระดับการยอมรับของผู้บริโภคเอาไว้ อย่างไรก็ตาม ผลในการเสริมความเค็มในอาหารแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป ขึ้นกับอุณหภูมิของอาหารที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพทั้งในเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณของสารให้

* Corresponding authors e-mails: varapha.l@chula.ac.th

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

Department of Food Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok

กลีนิรส ปริมาณสารอูมามีตามธรรมชาติในอาหาร หากอาหารนั้นมีสารให้รสอูมามีตามธรรมชาติอยู่มาก จะทำให้ลดโซเดียมในอาหารชนิดนั้นได้น้อย [16] แต่การใช้ชีอิ้ว และน้ำปลาทดแทนเกลือเพื่อลดโซเดียมจะต้องคำนึงถึงสีของผลิตภัณฑ์ที่อาจจะเปลี่ยนแปลงไปจากสีน้ำตาลของชีอิ้ว และน้ำปลา รวมทั้งยังทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยศึกษาโพรไฟล์กลีนิรส และการยอมรับของผู้บริโภคอย่างละเอียด ก่อนจะนำมาใช้จริงในทางการค้า [33]

บทสรุป

การเสริมความเค็มด้วยวิธี OISE มีผลในการเสริมความเค็มทั้งในน้ำเกลือซึ่งเป็นระบบจำลองอาหาร เริ่มต้นในการศึกษา และระบบอาหารจริงที่มีความซับซ้อน ซึ่งผลในการเสริมความเค็มขึ้นอยู่หลายปัจจัย ได้แก่ องค์ประกอบของอาหาร ชนิดของกลีนิ ความเข้มข้นของกลีนิ และปัจจัยอื่นๆ การใช้ OISE เพียงอย่างเดียวช่วยลดปริมาณโซเดียมในอาหารได้ในระดับหนึ่ง ดังนั้นจึงควรใช้ OISE ร่วมกับสารทดแทนเกลือและ/หรือสารให้รสอูมามี จะเพิ่มประสิทธิภาพในการเสริมความเค็มเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการวิจัยและพัฒนาการใช้กลีนิต่างๆ เพื่อให้เกิด OISE ในผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละชนิด จึงมีความจำเป็นเพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งส่งเสริมให้ผู้บริโภคลดการบริโภคเกลือและโซเดียมในอาหารได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Health Education Division, Health Service Support Department, Ministry of Public Health. (2019). Reduce salt consumption for stopping risks of diseases. [Online] Available from http://healthydee.moph.go.th/view_article.php?id=590 [Accessed July 1, 2020] (in Thai).
- [2] Public and Consumer Affairs Division, Food and drug administration, Ministry of Public Health. (2020). Situation of Thai health problems from salt (sodium) consumption (in Thai). [Online] Available from http://pca.fda.moph.go.th/public_media_detail.php?id=6&cat=62&content_id=1767 [Accessed July 1, 2020].
- [3] U.S. Food and Drug Administration. (2020). Sodium in your intake: Use the nutrition facts label and reduce your intake. [Online] Available from <https://www.fda.gov/food/nutrition-education-resources-materials/sodium-your-diet>. [Accessed July 1, 2020].
- [4] Strazzullo, P., D'Elia, L., Kandala, N.B., and Cappuccio, F.P. (2009). Salt intake, stroke, and cardiovascular disease: meta-analysis of prospective studies. *British Medical Journal*. b4567: 339.
- [5] World Health Organization. (2016). Salt reduction. [Online] Available from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction> [Accessed Feb 2, 2020].
- [6] Bureau of Non-communicable, Diseases, Department of Disease Control, Ministry of Public Health. (2016). Strategy for reducing salt and sodium consumption in Thailand during 2016-2025 (in Thai). Bangkok: The Printing Business Office of the Veterans Welfare in Royal Patronage, 35 p.
- [7] Doyle, M.E. and Glass, K.A. (2010). Sodium reduction and its effect on food safety, food quality, and human health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 9(1): 44-56.

* Corresponding authors e-mails: varapha.l@chula.ac.th

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

Department of Food Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok

- [8] Guinee, T.P. (2004). Salting and the role of salt in cheese. *International Journal of Dairy Technology*. 57(2-3): 99-109.
- [9] Breslin, P.A.S. and Beauchamp, G.K. (1997). Salt enhances flavour by suppressing bitterness. *Nature*. 387(6633): 563-563.
- [10] Brady, R.C., Trock, S.C., Jones, C.J., and Ross, P.F. (2002). Stunted growth and mortality associated with sodium deficiency. *Avian Diseases*. 46(3): 740-744.
- [11] Sinopoli, D.A. and Lawless, H.T. (2012). Taste properties of potassium chloride alone and in mixtures with sodium chloride using a check-all-that-apply method. *Journal of Food Science*. 77(9): S319-S322.
- [12] Geleijnse, J.M., Kok, F.J., and Grobbee, D.E. (2003). Blood pressure response to changes in sodium and potassium intake: a metaregression analysis of randomized trials. *Journal of Human Hypertension*. 17(7): 471-480.
- [13] Jinap, S., Hajeb, P., Karim, R., Norliana, S., Yibadatihan, S., and Abdul-Kadir, R. (2016). Reduction of sodium content in spicy soups using monosodium glutamate. *Food and Nutrition Research*. 60:1-7. doi: 10.3402/fnr.v60.30463.
- [14] Hartley, I.E., Liem, D.G., and Keast, R. (2019). Umami as an 'Alimentary' Taste. A new perspective on taste classification. *Nutrients*. 11(1): 1-18. doi:10.3390/nu11010182.
- [15] Jinap, S. and Hajeb, P. Glutamate. (2010). Its applications in food and contribution to health. *Appetite*. 55(1): 1-10.
- [16] Kremer, S., Mojet, J., and Shimojo, R. (2009). Salt reduction in foods using naturally brewed soy sauce. *Journal of Food Science*. 74(6): S255-S262.
- [17] Busch, J.L.H.C., Yong, F.Y.S., and Goh, S.M. (2013). Sodium reduction: optimizing product composition and structure towards increasing saltiness perception. *Trends in Food Science and Technology*. 29(1): 21-34.
- [18] Konitzer, K., Pflaum, T., Oliveira, P., Arendt, E., Koehler, P., and Hofmann, T. (2013). Kinetics of sodium release from wheat bread crumb as affected by sodium distribution. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 61(45): 10659-10669.
- [19] Kuo, W.Y. and Lee, Y.S. (2014). Effect of food matrix on saltiness perception-implications for sodium reduction. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 13(5): 906-923.
- [20] Pflaum, T., Konitzer, K., Hofmann, T., and Koehler, P. (2013). Influence of texture on the perception of saltiness in wheat bread. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 61(45): 10649-10658.
- [21] Chiu, N., Hewson, L., Yang, N., Linforth, R., and Fisk, I. (2015). Controlling salt and aroma perception through the inclusion of air fillers. *Lwt-Food Science and Technology*. 63(1): 65-70.
- [22] Emorine, M., Septier, C., Thomas-Danguin, T., and Salles, C. (2013). Heterogeneous salt distribution in hot snacks enhances saltiness without loss of acceptability. *Food Research International*. 51(2): 641-647.
- [23] Nasri, N., Beno, N., Septier, C., Salles, C., and Thomas-Danguin, T. (2011). Cross-modal

* Corresponding authors e-mails: varapha.l@chula.ac.th

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

Department of Food Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok

- interactions between taste and smell: odour-induced saltiness enhancement depends on salt level. *Food Quality and Preference*. 22(7): 678-682.
- [24] Lawrence, G., Salles, C., Palicki, O., Septier, C., Busch, J., and Thomas-Danguin, T. (2011). Using cross-modal interactions to counterbalance salt reduction in solid foods. *International Dairy Journal*. 21(2): 103-110.
- [25] Rolls, E.T. and Baylis, L.L. (1994). Gustatory, olfactory, and visual convergence within the primate orbitofrontal cortex. *Journal of Neuroscience*. 14: 5437–5452.
- [26] Small, D.M. and Prescott, J. (2005). Odour/taste integration and the perception of flavor. *Experimental Brain Research*. 166: 345–357.
- [27] Godinot, N., Pelletier, C., Labbe, D., and Martin, N. (2009). Odour-taste interaction: sensory modulation or perceptual integration. In XIX ECRO Congress, Villasimius, Cagliari, Italy.
- [28] Lawrence, G., Salles, C., Septier, C., Busch, J., and Thomas-Danguin, T. (2009). Odour-taste interactions: a way to enhance saltiness in low-salt content solutions. *Food Quality and Preference*. 20(3): 241-248.
- [29] Chokumnoporn, N., Sriwattana, S., Phimolsiripol, Y., Damir D.T., and Prinyawiwatkul, W. (2015). Soy sauce odour induces and enhances saltiness perception. *International Journal of Food Science and Technology*. 50: 2215–2221.
- [30] Batenburg, M. and van der Velden, R. (2011). Saltiness enhancement by savory aroma compounds. *Journal of Food Science*. 76(5): S280-S288.
- [31] Kuo, Y.L., Pangborn, R.M., and Noble, A.C. (1993). Temporal patterns of nasal, oral, and retronasal perception of citral and vanillin and interaction of these odourants with selected tastants. *International Journal of Food Science and Technology*. 28: 127-137.
- [32] Linforth, R., Martin, F., Carey, M., Davidson, J., and Taylor, A.J. (2002). Retronasal transport of aroma compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 1111-1117.
- [33] Huynh, H.L., Danhi, R., and Yan, S.W. (2016). Using fish sauce as a substitute for sodium chloride in culinary sauces and effects on sensory properties. *Journal of Food Science*. 81(1): S150-5.

* Corresponding authors e-mails: varapha.l@chula.ac.th

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

Department of Food Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok