

โครงการ “ต้นแบบผลิตภัณฑ์เกลือลดโซเดียม :
การใช้ประโยชน์และการถ่ายทอดเทคโนโลยีเชิงพาณิชย์”
(Sodium reduction salt product prototype:
utilization and technology transfer)

1. ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

แม้ว่าโซเดียมจะเป็นแร่ธาตุที่มีจำเป็นต่อร่างกาย แต่อย่างไรก็ตามการได้รับโซเดียมในปริมาณที่มากเกินไปความต้องการของร่างกายเป็นระยะเวลานาน จะส่งผลเสียต่อสุขภาพ และก่อให้เกิดโรคเรื้อรังต่างๆ โดยเฉพาะโรคความดันโลหิตสูง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะแทรกซ้อนที่ร้ายแรงต่อชีวิต เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ อัมพฤกษ์อัมพาต ไตวาย เป็นต้น (1-3) โดยปกติร่างกายคนเราต้องการโซเดียม

ประมาณวันละ 1,500 มิลลิกรัมต่อวัน หรือเท่ากับเกลือประมาณ 3/4 ช้อนชา แต่จากผลการสำรวจที่ผ่านมาในประเทศต่างๆทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย พบว่าประชากรส่วนใหญ่บริโภคโซเดียมมากเกินไปเกินกว่าความต้องการของร่างกายถึง 3-4 เท่าตัวซึ่งถือว่าอยู่ในสถานการณ์อันตราย และถ้าไม่ได้รับการควบคุมอาจทำให้เกิดอัตราการเจ็บป่วยจากโรคเรื้อรังที่เกี่ยวข้องกับการบริโภคโซเดียมเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต

นอกจากนี้การทานโซเดียมสูงเป็นประจำยังทำให้ต่อมรับรสมีความเคยชินต่อรสเค็มหรือมีระดับของการรับรสเค็มที่สูงขึ้น (Increased threshold) ทำให้การปรับลดปริมาณโซเดียมในอาหารเป็นไปได้ยากจากการสำรวจของกรมอนามัยปี 2552 พบว่าคนไทยส่วนใหญ่มีแนวโน้มในการรับประทานอาหารที่มีโซเดียมสูง โดยมีค่าเฉลี่ยการบริโภคโซเดียมสูงถึง 4,351.7 มิลลิกรัมต่อคนต่อวัน ซึ่งสูงเกินกว่าความต้องการของร่างกายเกือบ 3 เท่า และสูงกว่าปริมาณที่องค์การอนามัยโลกกำหนดไว้ถึง 2 เท่า (ไม่เกินวันละ 2,000 มิลลิกรัม)โดยร้อยละ 71 ของโซเดียมมาจากการใช้เครื่องปรุงรสต่างๆ ถึง เช่น น้ำปลา เกลือ กะปิ ซีอิ๊ว ผงชูรส เป็นต้น (4-5) และจากการศึกษาพบว่า การลดการบริโภคเกลือ จะช่วยลดระดับความดันโลหิตได้ โดยไม่ต้องใช้ยา รวมถึงช่วยลดอัตราการเสียชีวิตจากโรคหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดสมอง (6) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องหาแนวทางหรือวิธีการปรับลดปริมาณโซเดียม โดยเฉพาะจากการใช้เครื่องปรุงรสต่างๆ เพื่อป้องกันผลเสียต่อสุขภาพที่จะเกิดขึ้น

การรับรสเป็นขบวนการรับความรู้สึกที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีบนผิวลิ้น เมื่ออาหารเข้าสู่ปากจะกระตุ้นให้ปุ่มรับรสที่ผิวลิ้น (papilla) ซึ่งประกอบด้วยตุ่มรับรส (taste bud) เล็กๆภายในซึ่งทำหน้าที่รับรสชาติต่างๆ เมื่อมีสารเคมีมากระตุ้นตุ่มรับรสจะเกิดการเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์ของเซลล์รับรส (taste cell) และเกิดกระแสประสาทส่งไปตามเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 ซึ่งรับรสจากบริเวณปลายลิ้นและด้านข้างของลิ้น (2/3 ส่วนของลิ้นด้านหน้า) และประสาทสมองคู่ที่ 9 รับรสจากบริเวณโคนลิ้น (1/3 ส่วนด้านโคนลิ้น) เพื่อส่งกระแสประสาทต่อไปยังบริเวณสมองส่วนกลาง ซึ่งเป็น บริเวณศูนย์รับรสเพื่อแปลผลว่าเป็นรสอะไรโดยมนุษย์สามารถแยกการรู้รสต่างๆ ได้อย่างง่าย ๆ 4 รสด้วยกันคือรสหวานรสเค็มรสขมและรสเปรี้ยว โดยตุ่มรับรสจะกระจายอยู่ตามบริเวณต่างๆของลิ้นดังนี้ รสหวานบริเวณปลายลิ้น รสเปรี้ยวจากด้านข้างของลิ้น รสขมที่โคนลิ้น และรสเค็มตามแนวขอบลิ้นแต่อย่างไรก็ตามการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า เซลล์รับรสแต่ละเซลล์สามารถตอบสนองได้ทั้งสี่รสชาติ แต่ระดับการตอบสนองอาจไม่เท่ากัน เนื่องจากเซลล์รับรสแต่ละเซลล์อาจมี protein receptor ต่อรสชาติหลายชนิด

ในส่วนของการรับรสเค็ม สารให้ความเค็มส่วนใหญ่คือ โซเดียมคลอไรด์ซึ่งเป็นส่วนประกอบในอาหารหลายชนิด เมื่อรับประทานอาหารที่ประกอบด้วยเกลือ โซเดียมคลอไรด์จะแตกตัวเป็น Na^+ ผ่านเข้ามาในเซลล์ตุ่มรับรสทางช่องโซเดียมอิสระ (voltage-independent Na^+ channel) และกระตุ้นให้เกิดศักย์ไฟฟ้าและส่งสัญญาณประสาทไปสมองเพื่อแปลผล โดยความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ต่ำสุดที่คนรับรู้ได้คือ 10 mM ปัจจุบันนี้ได้มีการคิดค้นสารให้รสเค็มแทนที่เกลือโซเดียม (salt enhancer) เพื่อลดปัจจัยเสี่ยงดังกล่าว ดังนี้ (7)

1. การใช้สารทดแทนเกลือ (Salt substitute) เพื่อคงรสชาติเค็มไว้ เช่น เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ อย่างไรก็ตามใช้สารทดแทนเกลือนี้อย่างไรก็ตามยังมีข้อจำกัด เนื่องจากโพแทสเซียมคลอไรด์มีรสชาติเฝื่อนทำให้รสชาติของอาหารเปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งในผู้ป่วยบางโรค เช่น โรคหัวใจ หรือโรคไต ต้องใช้ภายใต้การดูแลของแพทย์หรือไม่สามารถใช้ได้
2. การใช้สารเสริมความรสเค็ม (Salt enhancer) ได้แก่ Glutamate, Yeast extracts, Hydrolyzed vegetable protein Nucleotides เช่น inosine-5'-monophosphate (IMP), guanosine-5'-monophosphate เป็นต้น

3. การใช้เทคโนโลยีในการปรับเปลี่ยนโมเลกุลของผลึกเกลือให้มีขนาดเล็กลงเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการรับรสเค็ม
4. การใช้เครื่องเทศและสมุนไพร เพื่อทดแทนความเค็ม
5. การใช้เกลือทะเล (ในเกลือทะเลจะมีแร่ธาตุอื่นๆ ปนอยู่ด้วย ซึ่งอาจก่อให้เกิดรสชาติขม แต่ยังไม่มีข้อมูลระบุชัดเจนถึงปริมาณโซเดียมแตกต่างจากเกลือชนิดอื่นๆ)

การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าเกลือที่มีขนาดเล็กจะสามารถละลายและแตกตัวเข้าสู่ต่อมรับรสในลิ้นได้ดีกว่าเกลือที่มีขนาดใหญ่ ทำให้ผู้ชิมรับรสเค็มได้ดีและเร็วกว่าเกลือที่มีขนาดใหญ่(8,9) นอกจากนี้เกลือที่มีขนาดอนุภาคเล็กจะยึดเกาะกับพื้นผิวอาหารได้ดีกว่าเกลือขนาดอนุภาคใหญ่ (10) แต่อย่างไรก็ตามรูปแบบการใช้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้ได้ดีในผลิตภัณฑ์อาหารที่ต้องใช้เกลือเป็นเครื่องปรุงรส หรือเป็นตัวโรยเคลือบผิว เช่น ขนมขบเคี้ยว ไก่ทอดเกลือ เป็นต้น

ในการศึกษารัสนี้จึงสนใจพัฒนาผลิตภัณฑ์เกลือลดโซเดียมที่สามารถใช้ได้กับอาหารทั่วไป โดยการปรับลดขนาดอนุภาคเกลือ ร่วมกับเทคโนโลยีหรือวิธีการอื่นๆ เช่น Encapsulation, Flavor induced saltiness เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เกลือที่มีปริมาณโซเดียมลงอย่างน้อย 25% โดยยังคงรสเค็มเทียบเท่ากับเกลือปกติ (ลดปริมาณโซเดียมได้เฉลี่ย 300-500 มิลลิกรัม ต่อ 5 กรัมหรือ 1 ช้อนชา) และสามารถเกลือใช้กับอาหารหลากหลายรูปแบบ เพื่อให้ประชาชน/ผู้ประกอบการนำไปใช้ประกอบอาหารหรือปรับใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เพื่อหวังผลให้ประชาชนบริโภคโซเดียมให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมและนำไปสู่การลดลงของโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่เกี่ยวข้องกับการบริโภคโซเดียมสูงในประเทศไทย

2. วัตถุประสงค์

1. ศึกษากระบวนการผลิตเกลือที่มีความเค็มเทียบเท่าเกลือทั่วไป (Commercial salt) โดยมีปริมาณโซเดียมลดลงอย่างน้อย 25%
 - 1.1 ผลิตภัณฑ์เกลือลดโซเดียมที่คงความเค็มเทียบเท่าเกลือทั่วไป ด้วยเทคโนโลยีต่างๆ เช่น Particle size reduction, Encapsulation, Flavor induced saltiness technique
 - 1.2 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี-กายภาพ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อรสชาติ ความชอบและการยอมรับในกลุ่มผู้บริโภคเปรียบเทียบกับเกลือทั่วไป
2. ศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์เบื้องต้นของผลิตภัณฑ์เกลือลดโซเดียมในผลิตภัณฑ์อาหาร/อาหารที่มีเกลือเป็นส่วนประกอบ

3. ประโยชน์ที่จะได้รับจากผลงานวิจัย

1. ได้ต้นแบบผลิตภัณฑ์เกลือลดโซเดียมมีความเค็มเทียบเท่าเกลือทั่วไป (Commercial salt) เพื่อการผลิตจำหน่ายเชิงพาณิชย์
2. องค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์เกลือลดโซเดียมในอาหาร/ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีเกลือเป็นส่วนประกอบ

4. วิธีการทดลอง

4.1 การจัดซื้อและเตรียมตัวอย่างเกลือ

จัดซื้อตัวอย่าง Table salt, เกลือทะเล, และดอกเกลือจากท้องตลาด ห้างสรรพสินค้าหรือแหล่งขายส่งเพื่อนำมาวิเคราะห์ความชื้น แร่ธาตุและทดสอบประสิทธิภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกชนิดของเกลือมาใช้ในการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. Table salt : ยี่ห้อปรุฑทิพย์ ยี่ห้อโลตัส และยี่ห้อท็อป
- 2.เกลือทะเล : เกลือทะเลจังหวัดสมุทรสงคราม
- 3.ดอกเกลือ : ดอกเกลือจังหวัดสมุทรสงคราม, ดอกเกลือจังหวัดเพชรบุรี, ดอกเกลือจังหวัดจันทบุรี

เตรียมตัวอย่างโดยนำตัวอย่างแต่ละแหล่งมารวมกันอย่างละเท่าๆกัน แบ่งใส่ถุงพลาสติกซีลปิดสนิท เก็บในที่แห้ง เพื่อเตรียมวิเคราะห์

4.2 การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีกายภาพ วิเคราะห์ขนาดอนุภาค ปริมาณแร่ธาตุและกรดกลูตามิก

4.2.1 การวิเคราะห์ความชื้น

วิเคราะห์ความชื้น ด้วยวิธีการ dry basis ทำโดยชั่งน้ำหนักเกลือ 1 กรัม ในmoisture can และนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสจนกระทั่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักและนำมาคำนวณหา % moisture content แบบ dry basis ด้วยสมการ

$$\text{ปริมาณความชื้น(\% weight)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \times 100$$

น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น

4.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุ

ทำการส่งวิเคราะห์ตัวอย่างเกลือ 3 ชนิดกับศูนย์บริการประกันคุณภาพอาหาร สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อวิเคราะห์แร่ธาตุ ได้แก่ ปริมาณโซเดียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม ด้วยวิธีทดสอบ in house method based on AOAC (2016) 984.27

4.2.3 การวัดปริมาณโซเดียมคลอไรด์ด้วย Pocket salt meter

ทำการวัดปริมาณร้อยละของโซเดียมคลอไรด์ ด้วย Pocket salt meter (ATAGO) รายงานเป็น % NaCl หรือค่าโซเดียม (มิลลิกรัมต่อ 100 ml) (% NaClX400 = Na mg/ml)

4.2.4 การวัดขนาดอนุภาค

วิเคราะห์ขนาด Particle sizeของเกลือแต่ละประเภทด้วยเครื่องวัดขนาด Malvern Mastersizer 2000, UK หรือโปรแกรม Image J

4.2.5 การวิเคราะห์ค่า Aw

วิเคราะห์ค่า Awหรือปริมาณน้ำอิสระ ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงระดับพลังงานของน้ำ มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ด้วยเครื่องวัด Novasina, EEJA 3

4.2.6 การวิเคราะห์ปริมาณกรดกลูตามิก

ทดสอบปริมาณกรดกลูตามิกในวัตถุดิบต่างๆ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เป็นสารเสริมรสเสริมรสเค็ม ทำการวิเคราะห์ปริมาณกรดกลูตามิกด้วยชุดทดสอบ L-Glutamic acid Assay kit (#Cat.No K-GLUT 11/15, Megazyme, Ireland) โดยทำการสกัดกรดกลูตามิกโดยใช้วัตถุดิบสดหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ 1,000 กรัม ใส่น้ำกลั่น 3 ลิตร นำไปต้มที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 60 นาที เพื่อสกัดกรดกลูตามิก จากนั้น mix ให้เข้ากันอีกครั้งนำไปกรองแยกส่วนใสจากนั้นเก็บส่วนใสเพื่อใช้ในวิเคราะห์กรดกลูตามิกโดย Pipette น้ำกลั่น 200 µl ใน 96 well-plate จากนั้นใส่ Standard และสารสกัด 10 µl ใส่สารเคมีตามวิธีการที่ระบุในชุดทดสอบ ได้แก่ Buffer, NAD⁺/INT, Diaphorase suspension และ GIDH เพื่อเปลี่ยนกรดกลูตามิกเป็น INT-foramen และอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ 492 nm คำนวณปริมาณกรดกลูตามิกในตัวอย่างสารสกัด เทียบกับสาร Standard ตามสมการดังนี้

$$\text{Glutamic acid (g/L)} = \frac{\Delta A \text{ Sample}}{\Delta A \text{ Standard}} \times \text{g/L Standard} \times \text{Dilution factor}$$

4.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

4.3.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสในผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ (Expert panel)

ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับบุคลากรสถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารและนักศึกษาปริญญาโทและปริญญาเอกคณะอุตสาหกรรมเกษตรที่มีความเชี่ยวชาญ (Expert panel) โดยคัดเลือกผู้เข้าร่วมทดสอบทางประสาทสัมผัสที่สามารถแยกรสชาติ และเรียงลำดับความเข้มข้นของรสชาติ เค็มจำนวน 5 ความเข้มข้นได้ถูกต้อง (0.80% 0.76% 0.72% 0.64% 0.48%) จำนวน 15 คน เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของเกลือปรับลดขนาด และเกลือปรับลดขนาดร่วมกับสารเสริมรสชาติ โดยประเมินรสเค็มของเกลือปรับลดขนาดด้วยการให้คะแนนแบบ scaling method

4.3.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสเบื้องต้นในกลุ่มผู้บริโภค

ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส ความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์ กับผู้บริโภคที่เป็นบุคคลากรภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 50 คนขึ้นไปที่การทดสอบ โดยให้คะแนนในแบบประเมิน 5 point scale, scaling method และ 1-9 hedonic scale

4.4 การศึกษาเทคโนโลยี/กระบวนการปรับลดขนาดเกล็ดและลดปริมาณโซเดียม

4.4.1 กระบวนการปรับลดขนาดเกล็ดด้วยวิธีการปั่นบดละเอียดด้วยเครื่อง Analytical mill

นำตัวอย่างเกล็ดมาทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมงองศาเซลเซียส เพื่อควบคุมความชื้น (ไม่เกิน 2%) จากนั้นนำตัวอย่างเกล็ดที่อบแล้วไปทำการปั่นด้วยเครื่องปั่นของแห้ง และปั่นให้ละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่องปั่นละเอียด Analytical mill จนได้เกล็ดที่มีลักษณะเป็นผงละเอียด จากนั้นนำมาร่อนด้วยเครื่อง mechanical sieving ตามขนาดที่ต้องการ และนำเกล็ดที่ได้ไปวิเคราะห์ขนาดอนุภาคด้วย Malvern Mastersizer 2000

4.4.2 กระบวนการปรับลดขนาดเกล็ดด้วยวิธีการบดละเอียดด้วยเครื่อง Pin mill

นำตัวอย่างเกล็ดมาทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมงองศาเซลเซียส เพื่อควบคุมความชื้น (ไม่เกิน 2%) จากนั้นนำตัวอย่างเกล็ดที่อบแล้วไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่อง Pin mill อัตรา 5,000-7,500 รอบ/นาที กำลังการผลิต 50-100 กิโลกรัม/ชั่วโมง จนได้เกล็ดที่มีลักษณะเป็นผงละเอียดนำเกล็ดที่บดละเอียดไปวิเคราะห์ขนาดอนุภาค

4.4.3 กระบวนการปรับลดขนาดเกล็ดด้วยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย (Spray dry)

ทำการศึกษาระบบทำแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อปรับลดขนาดอนุภาคเกล็ด โดยนำเกล็ดทะเลมาละลายด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 25% (W/W) หรือร่วมกับ 5 และ 10% maltodextrin เพื่อห่อหุ้มผลึกเกล็ด จากนั้นนำสารละลายไปทำผงแห้งด้วยเครื่อง Spray dry ที่ condition ดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิขาเข้า 165°C อุณหภูมิขาออก 95°C Atomic Pressure 18-20 bar
2. อุณหภูมิขาเข้า 200°C อุณหภูมิขาออก 95°C Atomic Pressure 18-20 bar

4.4.4 การศึกษาสารเสริมกลิ่นรสที่สามารถเพิ่มการรับรสเค็ม (Flavor induced saltiness technique)

ศึกษาความเป็นไปได้ในการสกัดสารเสริมกลิ่นรสจากธรรมชาติเพื่อช่วยเสริมรสเค็มและปรับลดปริมาณโซเดียมในอาหาร โดยศึกษากระบวนการสกัดและปริมาณกรดกลูตามิก ในวัตถุดิบดังนี้

1. เนื้อสัตว์ : เนื้อไก่
2. เห็ด : เห็ดออริจิ เห็ดหอม เห็ดเข็มทอง เห็ดภูฐาน เห็ดชิเมจิขาว เห็ดชิเมจิดำ

โดยทำการสกัดกรดกลูตามิกโดยใช้วัตถุดิบสดหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ 1,000 กรัม ใส่ น้ำกลั่น 3 ลิตร นำไปต้มที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 60 นาที เพื่อสกัดกรดกลูตามิก จากนั้น mix ให้เข้ากันอีกครั้ง นำไปกรองแยกส่วนใส จากนั้นนำไปวิเคราะห์กรดกลูตามิกร่วมกับการทดสอบทางประสาทสัมผัส

4.5 ศึกษาการใช้ประโยชน์ในอาหารแปรรูปหรือผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปที่มีเกล็ดเป็นส่วนประกอบ

ศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์ของเกล็ดปรับลดขนาดและเกล็ดปรับลดขนาดร่วมกับการเสริมกลิ่นรส ในอาหารแปรรูปหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป จำนวน 2 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ปลาทุเค็มและหมูยอ ทำการเปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพ รสชาติความชอบและการยอมรับกับการสูตรที่ใช้เกล็ดปกติ

4.5.1 ทำการศึกษาการใช้ประโยชน์จากเกล็ดลดขนาดและสารเสริมรสชาติในผลิตภัณฑ์ปลาทุเค็ม

ศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้เกลือลดขนาดและสารเสริมรสชาติใน ผลิตภัณฑ์ปลาทุเค็มเพื่อปรับลดปริมาณโซเดียม โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณโซเดียม ค่าความชื้น Aw ความชอบและการยอมรับจากผู้บริโภค

ขั้นตอนการทำปลาทุเค็ม

1. ล้างทำความสะอาดปลาทุ ผึ่งให้พอแห้ง
2. นำปลาที่ล้างมาคลุกเคล้ากับเกลือทะเล/ เกลือปรับลดขนาด หรือเกลือปรับลดขนาดร่วมกับสารเสริมกลิ่นรส จนเข้ากันดี
3. นำไปหมักโดยควบคุมอุณหภูมิให้ไม่เกิน 5°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
4. นำปลาที่หมักมาล้างด้วยน้ำสะอาดและอบด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

4.5.2 ทำการศึกษการใช้ประโยชน์จากเกลือลดขนาดและสารเสริมรสชาติในผลิตภัณฑ์หมุยอ

ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เกลือลดขนาดและสารเสริมรสชาติกับผลิตภัณฑ์หมุยอเพื่อปรับลดปริมาณโซเดียม โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณโซเดียม เนื้อสัมผัส ค่าความชื้น Aw และความชอบ และการยอมรับจากผู้บริโภค เปรียบเทียบกับหมุยอที่จำหน่ายในท้องตลาด

ขั้นตอนการทำหมุยอ

1. แช่เนื้อหมูสันนอกบดและมันหมูบดที่ -18°C ประมาณ 30 นาทีจนได้อุณหภูมิเนื้อหมูประมาณ 1-2 องศาเซลเซียส
2. นำมาใส่เครื่องบดนวด บดมันหมูให้ละเอียดก่อนตามด้วยเนื้อหมูสันนอก และน้ำแข็งเล็กน้อย บดให้ละเอียดเข้ากันดีใช้ระยะเวลาประมาณ 2 นาที
3. เติมเกลือป่น แป้งมันฮ่องกง ผงฟู พริกไทยดำ น้ำตาลทราย ปั่นให้เข้ากัน ประมาณ 4-5 นาที เติมน้ำแข็งที่เหลือทั้งหมด ปั่นอีกครั้งให้น้ำเนียนละเอียดที่สุด *โดยตรวจสอบอุณหภูมิของส่วนผสมเป็นระยะๆ (อุณหภูมิหลังปั่น ไม่เกิน $10-12^{\circ}\text{C}$)
4. บรรจุโดยอัดเป็นแท่งพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน ชั้นนอกจะเป็นฟรอยด์ขนาดบรรจุ : 180 กรัมต่อหนึ่งห่อ นึ่งที่อุณหภูมิสูงกว่า 70°C 40 นาที

5. ผลการศึกษา

5.1 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ ปริมาณแร่ธาตุ การทดสอบรสชาติด้วยวิธีการทางประสาทสัมผัสในเกลือประเภทต่างๆ

5.1.1 ผลค่าความชื้น, ปริมาณแร่ธาตุ, และขนาดอนุภาคของเกลือแต่ละประเภท

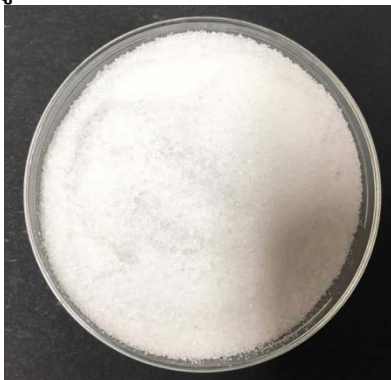
วิเคราะห์ค่าความชื้นด้วยวิธีการ Dry basis, วิเคราะห์ขนาดอนุภาคด้วยเครื่อง Malvern Mastersizer 2000, UK และ Program image วิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุ ได้แก่ โซเดียม โพแทสเซียม และแมกนีเซียมด้วยวิธี in house method based on AOAC (2016) 984.27 ร่วมกับการทดสอบรสชาติด้วยวิธีการทางประสาทสัมผัส ในเกลือ 3 ชนิด คือ 1. Table salt 2. เกลือทะเล 3. ดอกเกลือทะเล (แสดงผลในตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงค่าความชื้น, ปริมาณแร่ธาตุ, และขนาดอนุภาคของเกลือแต่ละประเภท

ชนิดเกลือ	ความชื้น (% weight)	ปริมาณแร่ธาตุ มิลลิกรัม/กรัม			ขนาดอนุภาค (micron)
		โซเดียม	โพแทสเซียม	แมกนีเซียม	
Table salt	0.21	373.86	0.49	0.21	383
เกลือทะเล	3.31	355.72	1.23	2.39	841-1,680*
ดอกเกลือทะเล	8.63	324.34	2.35	5.64	1,680-2,000*

*วิเคราะห์ขนาดด้วย Program image J และ Master Sizer

รูปแสดงลักษณะเกลือแต่ละประเภท



Commercial salt



เกลือทะเล



ดอกเกลือ

จากการศึกษาพบว่า เกลือแต่ละประเภทมีความชื้น ขนาดและแร่ธาตุแตกต่างกัน ความชื้นอยู่ระหว่าง 0.21-8.63% โดย Table salt มีความชื้นต่ำสุด และดอกเกลือมีความชื้นสูงสุด ปริมาณโซเดียมในเกลือแต่ละประเภทมีค่าระหว่าง 324-378 มิลลิกรัม/กรัม โดย Table salt มีปริมาณโซเดียมสูงสุด เกลือทะเลและดอกเกลือมีปริมาณโซเดียมน้อยกว่าประมาณ 4.9 และ 13.2% ตามลำดับ สำหรับแร่ธาตุอื่น ได้แก่ โพแทสเซียม และแมกนีเซียม พบว่า ในเกลือทะเลและดอกเกลือมีแร่ธาตุดังกล่าวสูงกว่า Table salt โดยปริมาณโพแทสเซียมใน Table salt เกลือทะเล และดอกเกลือมีปริมาณ 0.49, 1.23, และ 2.35 มิลลิกรัม/กรัม และปริมาณแมกนีเซียม เท่ากับ 0.21, 2.39 และ 5.64 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ สำหรับขนาดของเกลือแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันตั้งแต่ 400-2,000 micron โดย Table salt มีขนาดเท่าๆกันประมาณ 380 micron ในขณะที่เกลือทะเลและดอกเกลือจะมีขนาดใหญ่กว่าและไม่สม่ำเสมอ โดยมีขนาด 841-1,680 และ 1,680-2,000 micron ตามลำดับ จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าเกลือแต่ละประเภทมีลักษณะทางกายภาพ และองค์ประกอบแตกต่างกัน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้อาจมีผลต่อรสชาติอาหาร

5.1.2 ผลการทดสอบรสชาติด้วยวิธีการทางประสาทสัมผัสในเกลือแต่ละประเภท

ทำการศึกษารสชาติเกลือแต่ละประเภทด้วยวิธีการทางประสาทสัมผัสโดยให้ผู้ทดสอบจากสถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารและบุคคลทั่วไปจำนวน 30 คน ชิมและพิจารณาลักษณะตัวอย่างซูปไก่ไขมันฝรั่งที่ปรุงรสด้วย Table salt, เกลือทะเล และดอกเกลือ (เกลือทะเลและดอกเกลือ ความเค็มความชื้นต่ำกว่า 2%) ที่ความเข้มข้นของเกลือ 0.7% (w/w) โดยให้คะแนนในแบบประเมิน 5 point scale ต่อรสเค็ม รสขม รสหวาน และความกลมกล่อมของน้ำซูป เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นซูปที่ไม่ได้ใส่เกลือ นำผลที่ได้มาแปลงเป็นคะแนน ดังนี้ มากที่สุด=5 คะแนน, มาก=4 คะแนน, ปานกลาง =3 คะแนน, น้อย=2 คะแนน, น้อยที่สุด=1 คะแนนแสดงผลดังตารางที่ 2

สูตรซูปไก่ไขมันฝรั่งที่ใช้ในการทดสอบ

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)	สัดส่วน
เนื้ออกไก่	400	10.7
แครอท	75	2.0
มันฝรั่ง	75	2.0
หอมใหญ่	75	2.0
มะเขือเทศหั่น	75	2.0
ขึ้นฉ่าย	15	0.4
รากผักชีทุบ	15	0.4
พริกไทยขาวเม็ด	3	0.1
น้ำเปล่า	3,000	80.4

วิธีทำ

1. นำอกไก่ แครอท มันฝรั่ง หอมใหญ่ มะเขือเทศมาล้างทำความสะอาด หั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมลูกเต๋า
2. ตั้งหม้อใส่น้ำ ใช้ไฟปานกลาง พอน้ำเริ่มเดือดใส่รากผักชี พริกไทยเม็ดและเนื้ออกไก่ แล้วปรับไฟเป็นไฟอ่อนๆ ทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที จนกระทั่งไก่สุก
3. ใส่มันฝรั่ง หอมใหญ่ แครอท และมะเขือเทศ ต้มไฟอ่อนต่อไปอีกประมาณ 1 ชั่วโมง
4. ใส่ขึ้นฉ่ายหั่นเป็นท่อนสั้นๆ ปิดไฟ
5. ชั่งน้ำหนักเฉพาะน้ำซูป แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ส่วนละ 500 กรัม
ส่วนที่ 1 ไม่ใส่เกลือ(Control)
ส่วนที่ 2 ใส่เกลือ Table salt 3.5 กรัม
ส่วนที่ 3 ใส่เกลือทะเล 3.5 กรัม
ส่วนที่ 4 ใส่ดอกเกลือ 3.5 กรัม
6. ชั่งน้ำหนักเนื้อ แบ่งออกเป็น 4 ส่วนเท่าๆกัน ใส่ผสมในน้ำซูปที่แบ่งไว้ในขั้นตอนที่ 5 เตรียมใช้สำหรับทดสอบทางประสาทสัมผัส



ซูปไก่ที่ปรุงรสด้วยเกลือประเภทต่างๆ

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเกลือประเภทต่างๆในซูปไก่ไขมันฝรั่ง และ %โซเดียมคลอไรด์ที่วัดด้วย Salt meter

คุณลักษณะ	คะแนน 5 point scale ต่อรสชาติน้ำซูปไก่ใส่เกลือ 0.7% (w/w)			
	Control	Table salt	เกลือทะเล	ดอกเกลือทะเล
รสเค็ม	1.50±0.58	3.77±0.76	3.46±0.58	3.08±0.69
รสหวาน	1.96±1.08	2.88±0.82	2.85±0.73	2.85±0.73
รสขม	1.65±1.16	1.50±0.65	1.54±0.65	1.50±0.58
ความกลมกล่อม	1.73±0.06	3.43±1.03	3.65±0.75	3.58±0.76
% NaCl	0.14	0.83	0.80	0.74

ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า เกลือมีผลต่อรสชาติอาหารทั้ง รสเค็ม รสหวาน รสขม และความกลมกล่อมของอาหาร โดยเกลือมีผลในการเพิ่มรสเค็ม รสหวาน และความกลมกล่อม แต่ลดความขมลง ผลต่อรสชาติเค็ม พบว่า Table salt ให้รสชาติเค็มสูงที่สุด มีค่าคะแนนรสเค็ม เท่ากับ 3.77 ± 0.76 ส่วนเกลือทะเลและดอกเกลือมีรสเค็มน้อยกว่าเกลือแกงเล็กน้อยโดยมีค่าคะแนนรสเค็ม เท่ากับ 3.42 ± 0.64 และ 3.08 ± 0.69 ตามลำดับ สำหรับผลต่อรสหวาน พบว่าทั้งเกลือทั้ง 3 ประเภททำให้น้ำซูปมีหวานขึ้นเช่นเดียวกัน โดยดอกเกลือมีผลทำให้เกิดรสหวานมากกว่าเกลือทะเลและ Table salt สำหรับผลต่อความกลมกล่อมพบว่า เกลือทะเลมีผลทำให้อาหารกลมกล่อมมากกว่า ดอกเกลือและ Table salt สรุปได้ว่ารสเค็มมีผลต่อรสชาติรสหวานและความกลมกล่อม โดยชนิดของเกลือที่แตกต่างกันมีผลต่อรสชาติอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณแร่ธาตุที่วิเคราะห์ได้ โดย Table salt จะมีโซเดียมสูงสุด ทำให้มีความเค็มมากกว่าเกลือทะเลและดอกเกลือ แต่อย่างไรก็ตามในเกลือทะเลและดอกเกลือ มีโพแทสเซียม และแมกนีเซียมในปริมาณที่สูงกว่า Table salt ซึ่งแร่ธาตุเหล่านี้เป็นปัจจัยที่มีผลต่อรสหวานและความกลมกล่อมของอาหาร จากผลที่ได้ในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะเลือกใช้ “เกลือทะเล” มาเป็นวัตถุดิบในการศึกษาการปรับลดขนาดต่อไป เนื่องจากเกลือทะเลมีปริมาณโซเดียมต่ำกว่าแต่ให้รสชาติเค็มใกล้เคียงกับ Table salt มากที่สุด นอกจากนี้ยังมีโพแทสเซียม และแมกนีเซียม ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งในการเสริมความกลมกล่อมซึ่งอาจช่วยในการปรับลดปริมาณโซเดียมในอาหารได้ นอกจากนี้เกลือทะเลเป็นวัตถุดิบที่หาง่ายและมีราคาถูก

5.2 ผลการศึกษาวิธีการปรับลดขนาดเกลือคุณลักษณะทางกายภาพ ขนาดอนุภาคและการทดสอบทางประสาทสัมผัส

5.2.1 วิธีการปรับลดขนาดเกลือด้วยการบดละเอียดในระดับห้องปฏิบัติการ

นำตัวอย่างเกลือทะเลมาทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมงเพื่อควบคุมความชื้น (ไม่เกิน 2%) จากนั้นนำตัวอย่างเกลือที่อบแล้วไปทำการบดด้วยเครื่องปั่นของแห้ง และบดให้ละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่องปั่นละเอียด Analytical mill ประมาณ 30 วินาที 5 รอบจนได้เกลือที่มีลักษณะเป็นผงละเอียด จากนั้นนำมาร่อนด้วยเครื่อง mechanical sieving ผ่านตะแกรงที่มีขนาด 20, 40, 100 และ 200 mesh จะได้ตัวอย่างเกลือทะเล 4 กลุ่ม คือขนาด 20 mesh 40 mesh 100 mesh และ 200 mesh จากนั้นนำไปวัดขนาดอนุภาคด้วย Malvern Mastersizer 2000 ได้ค่าเฉลี่ย 800, 400, 80 และ 40 micron ตามลำดับ

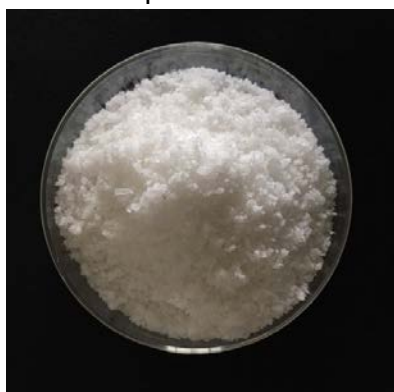


เครื่องปั่น Analytical mill



เครื่องร่อน mechanical sieving

ตัวอย่างเกลือทะเลขนาดต่างๆ



เกลือทะเล 800 micron



เกลือทะเล 400 micron



เกลือทะเล 80 micron



เกลือทะเล 40 micron

5.2.2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนาดอนุภาคเกลือต่อการรับรสเค็ม

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนาดอนุภาคเกลือต่อการรับรสเค็มในอาหารเมนูไก่ทอดกรอบ ที่โรยเกลือทะเลขนาดต่างๆ เกลือ 800, 400, 80 และ 40 micron ปริมาณ 0.7% W/W โดยให้ผู้ทดสอบผู้เข้าร่วมการทดสอบชิมไก่ทอดกรอบ และประเมินความเค็มด้วยการให้คะแนนแบบ scaling method

สูตรไก่ทอดกรอบโรยเกลือ

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)	สัดส่วน
ปีกไก่เป็นชิ้นเท่าๆกัน	2,500	90
แป้งทอดกรอบ	250	10

วิธีทำ

1. หั่นปีกไก่กลางเป็น 2 ท่อนให้มีขนาดและน้ำหนักเท่าๆกัน
2. ตั้งกระทะ ใส่น้ำมันปาล์มพอน้ำมันเริ่มร้อนใส่ไก่ ทอดไฟปานกลางจนกระทั่งสุกกรอบ พักไว้
3. ก่อนทำการทดสอบ แบ่งไก่ทอดออกเป็น 4ส่วน ส่วนละ 500 กรัม นำไปอุ่นด้วยไมโครเวฟ 1 นาที นำใส่ถุงพลาสติกร้อนและโรยเกลือผ่านตะแกรงเพื่อให้กระจายตัวดี ปิดถุงเขย่าให้เข้ากันทั่วถึงเพื่อเตรียมใช้สำหรับทดสอบทางประสาทสัมผัส

ส่วนที่ 1 โรยเกลือทะเล ขนาด 800 micron ปริมาณ 2.8 กรัม (0.7%)

ส่วนที่ 2 โรยเกลือทะเล ขนาด 400micron ปริมาณ 2.8 กรัม (0.7%)

ส่วนที่ 3 โรยเกลือทะเล ขนาด 80 micron ปริมาณ 2.8 กรัม (0.7%)

ส่วนที่ 4 โรยเกลือทะเล ขนาด 40 micron ปริมาณ 2.8 กรัม (0.7%)



ไก่ทอดเกลือ



ผู้เข้าร่วมการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้น ขนาดอนุภาค และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนาดเกลือต่อการรับรสเค็ม

Sample	% ความชื้น	ขนาดอนุภาค (micron)	คะแนนความเค็ม (1-12)
เกลือทะเล 800 micron	1.08	769 ± 35.12	5.10 ± 2.44
เกลือทะเล 400 micron	1.02	383.04 ± 24.86	6.38 ± 2.65*
เกลือทะเล 80 micron	0.97	77.89 ± 2.39	7.94 ± 3.31*
เกลือทะเล 40 micron	0.95	39.54 ± 0.38	9.05 ± 2.18*

ผลการศึกษาพบว่าขนาดของเกลือมีผลต่อการรับรสเค็มโดยขนาดอนุภาคเกลือที่เล็กลงที่ 400, 80 และ 40 micron ทำให้ผู้ทดสอบรู้สึกว่าการรับรสเค็มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*P<0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับเกลือขนาดใหญ่ในปริมาณที่เท่ากัน สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Ruben Rama NC. et al., (2013) เนื่องจากเกลือที่มีขนาดเล็กจะสามารถละลายและแตกตัวเข้าสู่ต่อมรับรสในลิ้นได้ดีกว่าเกลือที่มีขนาดใหญ่ ทำให้ผู้ชิมรับรสเค็มได้ดีและเร็วกว่าเกลือที่มีขนาดใหญ่ นอกจากนี้เกลือที่มีขนาดอนุภาคเล็กจะยึดเกาะกับพื้นผิวอาหารได้ดีกว่าเกลือขนาดอนุภาคใหญ่ ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าลดขนาดเกลือ ช่วยเพิ่มการรับรสเค็ม และอาจจะทำให้ช่วยลดการใช้เกลือหรือปริมาณโซเดียมในอาหารได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อรสชาติอาหาร

5.2.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการใช้เกลือที่ปรับลดขนาดต่อการปรับลดปริมาณโซเดียมในอาหาร

ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสการใช้เกลือที่ปรับลดขนาดต่อการปรับลดปริมาณโซเดียมในอาหารที่ใช้เกลือเป็นเครื่องปรุงรส โดยทำการทดสอบในอาหาร 2 ประเภท คืออาหารที่ใช้เกลือเป็นตัวโรยเคลือบผิว (เม็ลต์มะม่วงหิมพานต์อบเกลือ) และอาหารที่ใช้เกลือในลักษณะสารละลาย (น้ำซุปรักคอกหมู) ทำการทดสอบกับบุคลากรสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารและนักศึกษาปริญญาโทและปริญญาเอกคณะอุตสาหกรรมเกษตรที่มีความเชี่ยวชาญ (Expert panel) โดยคัดเลือกผู้เข้าร่วมทดสอบทางประสาทสัมผัสที่สามารถแยกรสชาติ และเรียงลำดับความเข้มข้นของรสชาติเค็มจำนวน 5 ความเข้มข้นได้ถูกต้อง

(0.80% 0.76% 0.72% 0.64% 0.48%) จำนวน 15 คน เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของเกลือปรับลดขนาดต่อการปรับลดปริมาณโซเดียมในอาหารดังนี้

1. ให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบชิมเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบเกลือ โดยใช้เกลือทะเลปรับลดขนาดที่ 40 micron ปริมาณ 0.7% 0.595% (-15%) ,0.525% (-25%) เปรียบเทียบรสชาติเค็มกับกลุ่มควบคุมที่ใช้ Table salt 0.7% (เกลือปungทิพย์) และทำการประเมินความเค็มขณะรับประทาน และความเค็มหลังรับประทาน (After test) ด้วยการให้คะแนน 1-12 โดยใช้แบบประเมินแบบ scaling method

สูตรเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบเกลือที่ใช้ในการทดสอบ

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)				
	Control	Table salt	PRS 40	PRS 40 (-15%)	PRS 40 (-25%)
เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	500	500	500	500	500
น้ำมันรำข้าว (2%)	15	15	15	15	15
เกลือ		3.5	3.5	2.98	2.63

*PRS 40 = Particle reduction salt ที่ขนาด 40 micron

วิธีทำ

1. ล้างเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ผึ่งให้แห้ง คัดเฉพาะขนาดเมล็ดเท่าๆกัน
2. ตั้งเตาอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นำเข้าอบประมาณ 15-20 นาที จนเริ่มสุกเหลือง
3. นำเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบมาคลุกน้ำมัน อบต่ออีกประมาณ 5 นาที นำออกมาตั้งไว้ซักพัก
4. นำเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบใส่ถุงพลาสติก ค่อยๆโรยเกลือตามแต่ละสูตรให้ทั่ว มัดปากถุงและเขย่าถุงให้เกลือผสมโดยสม่ำเสมอเตรียมสำหรับทดสอบทางประสาทสัมผัส



เมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบเกลือ



ผู้เข้าร่วมการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการใช้เกลือที่ปรับลดขนาดต่อการปรับลดปริมาณโซเดียมในอาหาร (เมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบเกลือ)

Sample	Particle size (micron)	Saltiness score (1-12) (ขณะรับประทาน)	Saltiness score (1-12) (After test)
Control	-	0.76±1.12	0.41±1.00
Table salt	330	6.68±1.45	5.76±2.42
PRS 40	40	9.64±1.51	3.59±2.75

-15% PRS 40	40	8.44±1.83	3.18±2.31
-25% PRS 40	40	7.34±1.57	2.41±2.75

2. ให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบชิมน้ำซุปรกระดูกหมู ที่ปรุงรสด้วยเกลือทะเลปรับลดขนาดที่ 40 micron ปริมาณ 0.7% 0.595% (-15%) ,0.525% (-25%)เปรียบเทียบกับรสชาติเค็มกับกลุ่มควบคุมที่ใช้ Table salt 0.7% (เกลือปungพิพย์) และทำการประเมินรสเค็ม รสหวาน และความกลมกล่อม ด้วยการให้คะแนน 1-12 ด้วยแบบประเมิน scaling method

สูตรน้ำซุปรกระดูกหมูที่ใช้ในการทดสอบ

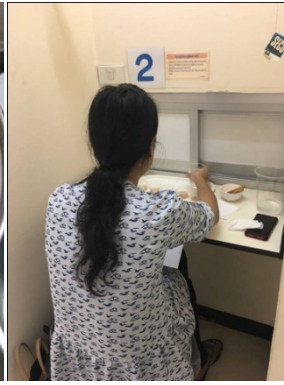
ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)				
	Control	Table salt	PRS 40	PRS 40 (-15%)	PRS 40 (-25%)
กระดูกเล้ง	500	500	500	500	500
กระดูกคาค้าง	250	250	250	250	250
กะหล่ำปลี	150	150	150	150	150
หอมใหญ่	110	110	110	110	110
มะเขือเทศ	125	125	125	125	125
แครอท	100	100	100	100	100
ซาลาอี	50	50	50	50	50
ข้าวโพดหวาน	50	50	50	50	50
น้ำสะอาด	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
น้ำหนักน้ำซุปรหลังต้ม	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300
เกลือ	-	9.1	9.1	7.74	6.83

วิธีทำ

1. ล้างผักให้สะอาด
2. ล้างเล้ง คาค้าง เกลาส่วนเกินออก
3. นำเล้งและคาค้างไปลวกในน้ำเดือดจัดประมาณ 5 นาทีตักขึ้นพักไว้ในตะแกรง
4. ตั้งน้ำสะอาด 2 ลิตรจนเริ่มเดือด ใส่ผักทุกชนิด ลดไฟอ่อนสุด นำเล้งที่ลวกดลงต้มต่อ ด้วยไฟอ่อนอีกประมาณ 6 ชั่วโมง
5. เมื่อครบกำหนด กรองส่วนผสมด้วยตะแกรงถี่ (ซึ่งน้ำหนักคงเหลือในแต่ละสูตรให้เท่าๆกัน)
6. ใส่เกลือตามสัดส่วนที่กำหนด



น้ำซุปรกระดูกหมู



ผู้เข้าร่วมการทดสอบทางประสาทสัมผัส



ตารางที่ 5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการใช้เกลือที่ปรับลดขนาดต่อการปรับลดปริมาณโซเดียมในอาหาร (น้ำซุปรกระดูกหมู)

Sample	% NaCl	Saltiness score (1-12)	Sweetness score (1-12)	Overall balance flavorscore (1-12)
Control	0.32	0.82±0.74	5.78±3.48	2.41±1.56
Table salt	1.08	8.00±2.07	5.30±2.73	8.73±2.71
PRS 40	1.07	7.77±1.80	5.90±2.91	8.26±2.73
-15% PRS 40	0.94	5.00±1.25	5.77±2.77	8.46±2.06
-25% PRS 40	0.83	3.64±1.27	5.57±3.47	5.67±3.18

จากการศึกษาพบว่า การใช้เกลือทะเลปรับลดขนาดอนุภาคที่ 40 micron (PRS 40) ในลักษณะโรยปรุงแต่งรสชาติในอาหารหรือเคลือบผิว (เมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบเกลือ) สามารถลดปริมาณการใช้ได้ 25% โดยยังให้รสชาติเค็มไม่แตกต่างจากสูตรที่ใช้เกลือ Table salt แต่ไม่มีผลในอาหารที่ใช้เกลือในลักษณะสารละลาย (น้ำซุปรกระดูกหมู) จากผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเกลือทะเลปรับลดขนาดที่ 40 micron เหมาะกับการนำไปใช้ลดปริมาณโซเดียมในผลิตภัณฑ์อาหารที่ต้องใช้เกลือโรยปรุงแต่งรสชาติในอาหารหรือเคลือบผิว เนื่องจากสามารถลดปริมาณการใช้ได้ประมาณ 25% โดยไม่ส่งผลกระทบต่อรสชาติ นอกจากนี้เกลือที่มีขนาดอนุภาคเล็กจะยึดเกาะกับพื้นผิวอาหารได้ดีกว่าเกลือขนาดอนุภาคใหญ่ทำให้ไม่ต้องใช้เกลือในปริมาณที่มากเกินไปจนความจำเป็น แต่อย่างไรก็ตามรูปแบบด้วยข้อจำกัดที่เหมาะสมกับการใช้ในผลิตภัณฑ์ของแห้งที่ใช้เกลือโรยเคลือบผิว อาจจะต้องมีการพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถใช้ได้กับกลุ่มอาหารที่กว้างขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงสนใจทำการศึกษาการใช้เกลือลดขนาดร่วมกับสารเสริมรสชาติต่อไป

5.3 ผลการศึกษาสารเสริมกลิ่นรสเพื่อลดปริมาณโซเดียมในอาหาร(Flavor induced saltiness technique)

ศึกษาความเป็นไปได้ในใช้วัตถุดิบธรรมชาติเพื่อช่วยเสริมรสเค็มและปรับลดปริมาณโซเดียมในอาหาร โดยศึกษากระบวนการสกัดและวิเคราะห์กรดกลูตามิกในวัตถุดิบดังนี้

1. เนื้อสัตว์ : เนื้อไก่
2. เห็ด : เห็ดออริโนจิ เห็ดหอม เห็ดเข็มทอง เห็ดภูฐาน เห็ดชิเมจิขาว เห็ดชิเมจิดำ

ทำการสกัดกรดกลูตามิกโดยใช้วัตถุดิบสดหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ 1,000กรัมใส่น้ำกลั่น 3ลิตร นำไปต้มที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 60 นาที เพื่อสกัดกรดกลูตามิก จากนั้น mix ให้เข้ากันอีกครั้ง นำไป กรอง แยกส่วนใส เพื่อวิเคราะห์ปริมาณกรดกลูตามิก และทดสอบทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับสารละลาย โซเดียมคลอไรด์ 0.5% (w/w)



เห็ดออริโนจิ



เห็ดหอมสด



เห็ดเข็มทอง



เห็ดภูฐาน



เห็ดชิเมจิขาว



เห็ดชิเมจิดำ



เนื้ออกไก่



ตัวอย่างสารสกัดหลังจากการกรองแยกกาก

5.3.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดกลูตามิก และโซเดียมในสารสกัดตัวอย่าง

กรดกลูตามิก เป็นกรดอะมิโนที่พบได้มากในเนื้อสัตว์ รวมถึงผักและสมุนไพรบางชนิด จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า กรดกลูตามิก มีผลต่อรสชาติของอาหาร โดยเพิ่มความกลมกล่อม และสามารถช่วยเสริมรสเค็มให้อาหาร และสามารถช่วยลดปริมาณโซเดียมในอาหารได้ ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดกลูตามิกด้วย ชุดทดสอบ L-Glutamic acid Assay kit (#Cat.No K-GLUT 11/15, Megazyme, Ireland) ค่า Total soluble solid ด้วย Refractometer และ % NaCl ด้วย Salt meter (ATAGO, Japan)

ตารางที่ 6 ปริมาณกรดกลูตามิก ค่า Brix และโซเดียมคลอไรด์ในสารสกัดตัวอย่าง

ตัวอย่าง	Total soluble solid	กรดกลูตามิก (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)	% NaCl
น้ำสกัดเนื้ออกไก่	4	0.270±0.050	0.32
น้ำสกัดเห็ดออริโนจิ	4.2	0.220±0.013	0.17
น้ำสกัดเห็ดหอมสด	4.8	0.087±0.011	0.18
น้ำสกัดเห็ดเข็มทอง	5	0.175±0.023	0.14
น้ำสกัดเห็ดภูฏาน	3.9	0.226±0.017	0.12
น้ำสกัดเห็ดชิเมจิขาว	4	0.134±0.020	0.13
น้ำสกัดเห็ดชิเมจิดำ	4	0.209±0.041	0.15

5.3.2 การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในการเป็นสารเสริมรสเค็มของสารสกัดกรดกลูตามิกจากเห็ดและเนื้อไก่

ทดสอบคุณลักษณะในการเป็นสารเสริมรสเค็มของสารสกัดกรดกลูตามิกจากเห็ดและเนื้อไก่ กับบุคคลากรสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารและนักศึกษาปริญญาโทและปริญญาเอกคณะอุตสาหกรรมเกษตรที่มีความเชี่ยวชาญ (Expert panel) โดยคัดเลือกผู้เข้าร่วมทดสอบทางประสาทสัมผัสที่สามารถแยกรสชาติ และเรียงลำดับความเข้มข้นของรสชาติเค็มจำนวน 5 ความเข้มข้นได้ถูกต้อง (0.80% 0.76% 0.72% 0.64% 0.48%) จำนวน 15 คน เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติในการเสริมรสเค็มของสารสกัดกรดกลูตามิกจากเห็ดและเนื้อไก่ โดยการให้คะแนนความเค็มบนเส้น Scale เปรียบเทียบกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.5% (w/w)

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในการเป็นสารเสริมรสเค็มของสารสกัดกรดกลูตามิกจากเห็ดและเนื้อไก่

ตัวอย่าง	% NaCl	กรดกลูตามิก (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)	Saltiness score (1-12)
สารละลาย 0.5%NaCl	0.48	-	6.92 ±2.69
น้ำสกัดเนื้อไก่	0.32	0.270±0.050	6.72 ± 1.56
น้ำสกัดเห็ดหอมสด	0.18	0.220±0.013	3.26 ± 1.92
น้ำสกัดเห็ดออริโนจิ	0.17	0.287±0.011	4.64 ± 1.42
น้ำสกัดเห็ดเข็มทอง	0.14	0.175±0.023	1.19 ± 0.86
น้ำสกัดเห็ดภูฏาน	0.12	0.226±0.017	2.32 ± 1.43
น้ำสกัดเห็ดชิเมจิขาว	0.13	0.134±0.020	1.27 ± 0.58
น้ำสกัดเห็ดชิเมจิดำ	0.15	0.209±0.041	1.39 ± 1.00

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของของสารสกัดกรดกลูตามิกจากเห็ด 6 ชนิดและเนื้อไก่ในการเสริมรสเค็ม พบว่าสารสกัดจากเนื้อไก่ให้ความเค็มไม่แตกต่างจาก 0.5% สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.5% โดยมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์น้อยกว่าประมาณ 34% สำหรับสารสกัดจากเห็ด พบว่าเห็ดออริโนจิและเห็ดหอมมีแนวโน้มในการให้ความเค็มใกล้เคียงกับ 0.5% สารละลายโซเดียมคลอไรด์มากที่สุด จะเห็นว่าสารสกัดจากไก่ และเห็ดบางชนิดสามารถพัฒนาเป็นสารเสริมรสชาติเค็มได้ในอนาคต ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาการใช้สารสกัดจากเนื้อไก่ในการเสริมรสชาติเค็มในเกล็ดลดขนาดเพื่อศึกษาคุณสมบัติในการปรับลดโซเดียมในอาหารต่อไป โดยนำสารสกัดไปทำเป็นผงแห้งด้วยกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray dry) นำผงแห้งที่ได้มาทำทดสอบต่อไป



การทำแห้งแบบพ่นฝอย(Spray dry)



ผงสารสกัดจากไก่หลังกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย

5.3.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการใช้เกล็ดที่ปรับลดขนาดร่วมกับสารสกัดเนื้อไก่ต่อการปรับลดปริมาณโซเดียมในอาหาร

ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสการใช้เกล็ดที่ปรับลดขนาดร่วมกับสารเสริมรสเค็มจากสารสกัดกรดกลูตามิกจากเนื้อไก่ (CE) ต่อการปรับลดปริมาณโซเดียมในอาหารที่ใช้เกล็ดเป็นเครื่องปรุงรส โดยทำการทดสอบในอาหาร 2 ประเภท คืออาหารที่ใช้เกล็ดเป็นตัวโรยเคลือบผิว (เมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบเกล็ด) และอาหารที่ใช้เกล็ดในลักษณะสารละลาย (น้ำซุปรักดุกหมู) ทำการทดสอบกับบุคคลากรสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารและนักศึกษาปริญญาโทและปริญญาเอกคณะอุตสาหกรรมเกษตรที่มีความเชี่ยวชาญ

(Expert panel) โดยคัดเลือกผู้เข้าร่วมทดสอบทางประสาทสัมผัสที่สามารถแยกรสชาติ และเรียงลำดับความเข้มข้นของรสชาติเค็มจำนวน 5 ความเข้มข้นได้ถูกต้อง(0.80% 0.76% 0.72% 0.64% 0.48%) จำนวน 15 คน เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของเกลือปรับลดขนาดต่อการปรับลดปริมาณโซเดียมในอาหาร ดังนี้

1. ให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบชิมเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบเกลือ โดยใช้เกลือทะเลปริมาณ 0.7%, 0.525% (-25%), 0.525% (-25%)+1% CE , 0.525% (-25%)+ 2% CE เปรียบเทียบรสชาติเค็มกับกลุ่มควบคุมที่ใช้ Table salt 0.7% และทำการประเมินความเค็มขณะรับประทาน และความเค็มหลังรับประทาน(After test) ด้วยการให้คะแนน 1-12 โดยใช้แบบประเมินแบบ scaling method

สูตรเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบเกลือที่ใช้ในการทดสอบ

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)				
	Table salt	PRS 40	PRS 40 (-25%)	PRS 40 (-25%) + 1% CE	PRS 40 (-25%) + 2% CE
เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	500	500	500	500	500
น้ำมันรำข้าว (3%)	15	15	15	15	15
เกลือ	3.5	3.5	2.63	2.63	2.63
ผงสารสกัดจากไก่				5	10

*PRS 40 = Particle reduction salt ที่ขนาด 40 micron

*CE = Chicken extract

วิธีทำ

1. ล้างเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ผึ่งให้แห้ง คัดเฉพาะขนาดเมล็ดเท่าๆกัน
2. ตั้งเตาอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นำเข้าอบประมาณ 15-20 นาที จนเริ่มสุกเหลือง
3. นำเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบมาคลุกน้ำมัน อบต่ออีกประมาณ 5 นาที นำออกมาตั้งไว้ซักพัก
4. นำเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบใส่ถุงพลาสติก ค่อยๆโรยเกลือและผงสารสกัดจากไก่ตามแต่ละสูตร ให้ทั่ว มัดปากถุงและเขย่าถุงให้เกลือผสมโดยสม่ำเสมอเตรียมสำหรับทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการใช้เกลือที่ปรับลดขนาดร่วมกับสารสกัดเนื้อไก่ต่อการปรับลดปริมาณโซเดียมในอาหาร (เมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบเกลือ)

Sample	Saltiness score (1-12) (ขณะรับประทาน)	Saltiness score (1-12) (After test)
Table salt	6.68±1.45	5.76±2.42
PRS 40	9.64±1.51	3.59±2.75
-25% PRS 40	7.34±1.57	2.41±2.75
-25% PRS 40+ 1% CE	8.31±1.18*	3.13 ±2.52*
-25% PRS 40+ 2% CE	8.76 ±1.75*	3.57 ±1.95*

2. ให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบชิมน้ำซุ้กระดูกหมูที่ปรุงรสด้วยเกลือทะเลปรับลดขนาดปริมาณ 0.7%, 0.525% (-25%), 0.525% (-25%)+1% CE , 0.525% (-25%)+ 2% CE เปรียบเทียบรสชาติเค็มกับกลุ่มควบคุมที่ใช้ Table salt 0.7% และทำการประเมินรสเค็ม รสหวาน และความกลมกล่อม ด้วยการให้คะแนน 1-12 ด้วยแบบประเมิน scaling method

สูตรน้ำซุ้กระดูกหมูที่ใช้ในการทดสอบ

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)				
	Table salt	PRS 40	PRS 40 (-25%)	PRS 40 (-25%) + 1 % CE	PRS 40 (-25%) + 2 % CE
กระดูกเล้ง	500	500	500	500	500
กระดูกคาง	250	250	250	250	250
กะหล่ำปลี	150	150	150	150	150
หอมใหญ่	110	110	110	110	110
มะเขือเทศ	125	125	125	125	125
แครอท	100	100	100	100	100
ซาลาดี	50	50	50	50	50
ข้าวโพดหวาน	50	50	50	50	50
น้ำสะอาด	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
น้ำหนักน้ำซุ้หลังต้ม	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300
เกลือ	9.1	9.1	6.83	6.83	6.83
ผงสารสกัดจากไก่				5	10

*PRS 40 = Particle reduction salt ที่ขนาด 40 micron

*CE = Chicken extract

วิธีทำ

1. ล้างผักให้สะอาด
2. ล้างเล้ง คาง เลาะมันส่วนเกินออก
3. นำเล้งและคางไปลวกในน้ำเดือดจัดประมาณ 5 นาทีตักขึ้นพักไว้ในตะแกรง
4. ต้มน้ำสะอาด 2 ลิตรจนเริ่มเดือด ใส่ผักทุกชนิด ลดไฟอ่อนสุด นำเล้งที่ลวกแล้วลงต้มต่อ ด้วยไฟอ่อนอีกประมาณ 6 ชั่วโมง
5. เมื่อครบกำหนด กรองส่วนผสมด้วยตะแกรงถี่ (ซึ่งน้ำหนักคงเหลือในแต่ละสูตรให้เท่าๆกัน)
6. ใส่เกลือและผงสารสกัดไก่ตามสัดส่วนที่กำหนด

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการใช้เกลือที่ปรับลดขนาดร่วมกับสารสกัดเนื้อไก่ต่อการปรับลดปริมาณโซเดียมในอาหาร (น้ำซุปรกระดูกหมู)

Sample	% NaCl	Saltiness score (1-12)	Sweetness score (1-12)	Overall balance flavor score (1-12)
Table salt	1.08	8.00±2.07	5.30±2.73	8.73±2.71
PRS 40	1.07	7.77±1.80	5.90±2.91	8.26±2.73
-25% PRS 40	0.83	3.64±1.27	5.57±3.47	5.67±3.18
-25% PRS 40+ 1% CE	0.85	5.94 ±2.00	5.98 ±3.49	7.22 ±3.16
-25% PRS 40+ 2% CE	0.88	7.40±1.94	5.39±3.16	8.28±2.69

จากการศึกษาพบว่า การใช้สารสกัดจากไก่ที่ความเข้มข้น 2% ร่วมกับเกลือปรับลดขนาดสามารถช่วยเสริมรสชาติเค็มในอาหารได้ใกล้เคียงกับการใช้เกลือ Table salt ทั้งในรูปแบบอาหารที่ใช้เกลือโรยปรุงแต่งรสชาติในอาหารหรือเคลือบผิว (เมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบเกลือ) และในอาหารที่ใช้เกลือในลักษณะสารละลาย (น้ำซุปรกระดูกหมู) จากผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการใช้เกลือในปริมาณลดลง 25% ร่วมกับสารสกัดจากเนื้อไก่ที่ความเข้มข้น 2% สามารถปรับลดปริมาณการใช้เกลือหรือโซเดียมลงได้ 25% โดยไม่ส่งผลกระทบต่อรสชาติเค็มในอาหารซึ่งสามารถใช้เป็นทางเลือกหนึ่งในการปรับลดปริมาณโซเดียมในอาหารได้ ผลดังกล่าวเกิดจากการกรดกลูตามิกที่สกัดได้จากไก่ มีคุณสมบัติในการเป็น flavor enhancer ในอาหาร ซึ่งทำให้เกิดความกลมกล่อมและเพิ่มรสเค็มในอาหารได้ (11)

5.4 ผลการศึกษาการใช้ประโยชน์ในอาหารแปรรูปหรือผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปที่มีเกลือเป็นส่วนประกอบ

ทำการศึกษาการใช้ประโยชน์จากเกลือปรับลดขนาดและเกลือปรับลดขนาดร่วมกับสารเสริมรสชาติ ได้แก่ สมุนไพรร (องค์ความรู้จากงานวิจัยเดิม) และสารสกัดกรดกลูตามิกจากเนื้อไก่ ในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับลดปริมาณโซเดียมในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปที่มีโซเดียมสูง

5.4.1 ศึกษาการใช้ประโยชน์เกลือลดขนาดร่วมกับสารเสริมกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์หมูยอ

ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เกลือลดขนาดและสารเสริมรสชาติ(สมุนไพรรและสารสกัดกรดกลูตามิกจากเนื้อไก่) กับผลิตภัณฑ์หมูยอเพื่อปรับลดปริมาณโซเดียม โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณโซเดียม ค่าความชื้น และAw เปรียบเทียบกับหมูที่จำหน่ายในท้องตลาด ความชอบและการยอมรับจากผู้บริโภค

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความชื้น ค่า Aw และปริมาณโซเดียมของหมูยอในท้องตลาด

ตัวอย่าง	ค่าความชื้น	ค่า Aw	ปริมาณโซเดียมเฉลี่ย (รวม 3 แหล่ง)
หมูยอส.ขอนแก่น	54.84 ± 0.83	0.985	683 มิลลิกรัม / 100 กรัม
หมูยอใบตอง ซอยชินเขต	54.01 ± 0.62	0.980	

หมุยอ ตลาดดินแดง

46.51 ± 0.64

0.981

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสหมุยอในท้องตลาดโดยใช้วิธีทดสอบแบบTPA ใช้หัววัด P/50

ตัวอย่าง	Hardness (g)	Springiness	Cohesiveness
หมุยอส.ขอนแก่น	40374 ± 9384	0.201 ± 0.011	1.06 ± 0.03
หมุยอใบตอง ซอยชินเขต	33775 ± 2860	0.228 ± 0.013	0.845 ± 0.08
หมุยอ ตลาดดินแดง	40847 ± 1749	0.028 ± 0.134	0.873 ± 0.22

ส่วนผสมผลิตภัณฑ์หมุยอสูตรมาตรฐานและหมุยอสูตรปรับลดโซเดียมโดยใช้เกลือลดขนาดและเกลือลดขนาดร่วมกับสมุนไพรและสารสกัดกรดกลูตามิกจากเนื้อไก่

ส่วนผสม	ปริมาณต่อ 100กรัม				
	Control	PRS	-25%PRS 40	-25%PRS 40 + 1% herbs	-25%PRS 40 + 2% CE
เนื้อหมู	60.87	60.87	60.87	60.87	60.87
มันหมูแข็ง	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40
น้ำแข็งบด	17.52	17.52	17.52	17.52	17.52
เกลือ	1.29	1.29	0.97	0.97	0.97
น้ำตาลทราย	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84
ผงฟู	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
แป้งมันฮ่องกง	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84
พริกไทยดำ	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
สมุนไพรอบแห้ง	-	-	-	1	-
สารสกัดจากเนื้อไก่					2

*PRS = Particle size reduction salt 40 micron*CE = Chicken extract

*สมุนไพร = กระเทียม หอมแดง พริกไทย ผักชี ผักชีฝรั่ง ใบมะกรูดและโหระพาอบแห้ง

ขั้นตอนการทำหมุยอ

1. แช่เนื้อหมูสันนอกบดและมันหมูบดที่ -18 °C ประมาณ 30 นาทีจนได้อุณหภูมิประมาณ 1-2 องศาเซลเซียส
2. นำมาใส่เครื่องบดนวด บดมันหมูให้ละเอียดก่อนตามด้วยเนื้อหมูสันนอก และน้ำแข็งเล็กน้อย บดให้ละเอียดเข้ากันดีใช้ระยะเวลาประมาณ 2 นาที
3. เติมเกลือป่น แป้งมันฮ่องกง ผงฟู พริกไทยดำ น้ำตาลทราย ปั่นให้เข้ากัน ประมาณ 4-5 นาที เติมน้ำแข็งที่เหลือทั้งหมด ปั่นอีกครั้งให้เนื้อเนียนละเอียดที่สุด *โดยตรวจสอบอุณหภูมิของส่วนผสมเป็นระยะๆ (อุณหภูมิหลังปั่น ควรอยู่ในระยะ 10-12 °C)
4. บรรจุโดยอัดเป็นแท่งพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน ชั้นนอกจะเป็นฟรอยด์

ขนาดบรรจุ : 180 กรัมต่อหนึ่งห่อ นึ่งที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 70 °C 40 นาที

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโซเดียม และเนื้อสัมผัส โดยใช้วิธีทดสอบแบบ TPA ใช้หัววัด P/50

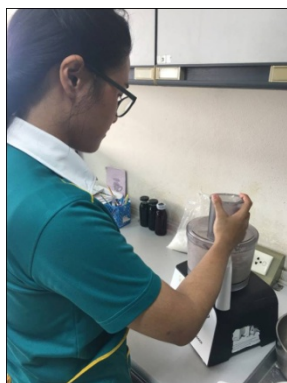
ตัวอย่าง	Hardness (g)	Springiness	Cohesiveness	ปริมาณโซเดียม
control	57459 ± 3586	0.507 ± 0.006	0.614 ± 0.030	631.29
PRS	58019 ± 1383	0.514 ± 0.107	0.551 ± 0.059	622.16
-25% PRS	57603 ± 4107	0.398 ± 0.017	0.546 ± 0.042	483.25
-25% PRS40	40226 ± 3165	0.343 ± 0.115	0.603 ± 0.083	469.56
+1 Herbs				
-25% PRS40	43177 ± 1383	0.495 ± 0.012	0.612 ± 0.060	472.12
+ 2% CE				

การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของหมวยสูตรมาตรฐานและสูตรปรับลดโซเดียมโดยใช้เกลือลดขนาดและเกลือลดขนาดร่วมกับสมุนไพร

ทดสอบคุณลักษณะของหมวยเค็มสูตรมาตรฐานและสูตรปรับลดโซเดียมโดยใช้เกลือลดขนาดและเกลือลดขนาดร่วมกับสมุนไพรกับผู้บริโภคจำนวน 50 คน เพื่อศึกษาความชอบและการยอมรับต่อคุณลักษณะหมวยสูตรต่างๆ

ตารางที่ 13 ผลการทดสอบความชอบและการยอมรับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของหมวยสูตรมาตรฐานและสูตรปรับลดโซเดียมโดยใช้เกลือลดขนาดและเกลือลดขนาดร่วมกับสมุนไพรหรือสารสกัดกลูตามิกจากเนื้อไก่

สูตร	คุณลักษณะ (1-9 hedonic score)				ความชอบ	การยอมรับ	ระดับความเค็ม (1-12)
	ลักษณะปรากฏ	เนื้อสัมผัส	ความฉ่ำน้ำ	กลิ่นรส			
Control	7.28	7.36	6.96	6.92	7.04	80 %	7.4
PRS	7.16	7.28	6.92	7.12	7.24	92 %	7.3
-25% PRS	7.24	6.28	6.24	6.40	6.72	70%	6.7
-25%	7.28	6.36	6.44	7.00	7.08	88 %	7.1
PRS40+ 1% Herbs							
-25%	6.92	6.24	6.20	6.56	6.56	72 %	7.0
PRS40+ 2% CE							



นวดส่วนผสมให้เข้ากัน



หมยอที่นวดผสมเสร็จแล้วก่อนนึ่ง



นึ่งที่อุณหภูมิ $>70^{\circ}\text{C}$ 40 นาที



เตรียมตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ



ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ



ทดสอบความชอบการยอมรับในผู้บริโภค

5.4.2 ศึกษาการใช้ประโยชน์เกลือลดขนาดร่วมกับสารเสริมกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ปลาทุเค็ม

ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เกลือลดขนาดร่วมกับสารเสริมรสชาติ (สมุนไพร) ในผลิตภัณฑ์ปลาทุเค็มเพื่อปรับลดปริมาณโซเดียม โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณโซเดียม ค่าความชื้น Aw ความชอบ และการยอมรับจากผู้บริโภค

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโซเดียม และค่า Aw ของปลาทุเค็มในท้องตลาด

ตัวอย่างปลาเค็มท้องตลาด	ค่า Aw	ปริมาณโซเดียมเฉลี่ย (รวม 3 แหล่ง)
ปลาหมึก/ปลาทุเค็มบิกชี	0.886	5,994 มิลลิกรัม / 100 กรัม

แพคโฟม แช่เย็น	
ปลาทุเค็ม บริษัทเอสเอสโปรดักส์	0.784
แอนด์เซอวิสจำกัด	
แพคสุญญากาศ แช่เย็น	
ปลาทุเค็มหางแข็ง ตลาดสด	0.773

ส่วนผสมปลาทุเค็มสูตรมาตรฐานและสูตรปรับลดโซเดียมโดยใช้เกลือลดขนาดและเกลือลดขนาดร่วมกับสมุนไพร

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)			
	Control	PRS 40	-25% PRS 40	-25% PRS 40 + 4.5% Herbs
ปลาทุสด	559	552.5	561	537
เกลือ	100.62	99.45	75.73	72.49
*สมุนไพร	-	-	-	24.16

*PRS = Particle reduction salt 40 micron

*สมุนไพร = กระเทียม หอมแดง พริกไทย ผักชี ผักชีฝรั่ง ใบมะกรูดและโหระพาอบแห้ง

ขั้นตอนการทำปลาทุเค็ม

1. ล้างทำความสะอาดปลาทุ ผึ่งให้พอแห้ง
2. นำปลาที่ล้างมาคลุกเคล้ากับเกลือ จนเข้ากันดี
3. นำไปหมักในตู้เย็นที่ควบคุมอุณหภูมิ 5°C 48 ชั่วโมง
4. นำปลาที่หมักมาล้างด้วยน้ำสะอาดและอบด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโซเดียม และค่า Aw ของปลาทุเค็ม

สูตร	ค่า Aw	ปริมาณโซเดียมเฉลี่ย (มิลลิกรัม / 100 กรัม)
Control	0.802	4,470
PRS	0.802	4,560
-25% PRS40	0.837	3,200
-25% PRS 40 + 4.5% Herbs	0.853	2,735

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ของปลาทุเค็ม ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ปลาเค็ม (มพข. 312/2549)

สูตร	เชื้อจุลินทรีย์			
	<i>Staphylococcus aureus</i> (cfu/g)	<i>Escherichia coli</i> (MPN/g)	yeast (cfu/g)	Mold (cfu/g)
Control	< 10	< 3	< 10	2X10 ²
PRS	< 10	< 3	< 10	-

-25% PRS40	< 10	< 3	< 10	1X10 ²
-25% PRS 40	< 10	< 3	< 10	-
+4.5% Herbs				

จากการศึกษาค่า Aw และเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ปลาหมึกที่พัฒนาขึ้นทุกสูตร พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช. 312/2549 โดยมีค่าAw ไม่เกิน 0.85 และเชื้อจุลินทรีย์ ในกลุ่ม *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, yeast และ Mold ไม่เกิน 200 cfu/g, 50 MPN/g, 500 cfu/g และ 500 cfu/g ตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์ปลาหมึกที่พัฒนาขึ้นทุกสูตรมีค่า Aw อยู่ระหว่าง 0.802-0.853 และมีเชื้อจุลินทรีย์ไม่เกินปริมาณที่เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดไว้ ดังค่าที่แสดงในตารางที่ 15 และ 16

การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของปลาหมึกสูตรมาตรฐานและสูตรปรับลดโซเดียมโดยใช้เกลือลดขนาดและเกลือลดขนาดร่วมกับสมุนไพร

ทดสอบคุณลักษณะของปลาหมึกสูตรมาตรฐานและสูตรปรับลดโซเดียมโดยใช้เกลือลดขนาดและเกลือลดขนาดร่วมกับสมุนไพรกับผู้บริโภคจำนวน 50 คน เพื่อศึกษาความชอบและการยอมรับต่อคุณลักษณะปลาหมึกสูตรต่างๆ

ตารางที่ 17 ผลการทดสอบความชอบและการยอมรับปลาหมึกสูตรมาตรฐานและสูตรปรับลดโซเดียมโดยใช้เกลือลดขนาดและเกลือลดขนาดร่วมกับสมุนไพร

สูตร	คุณลักษณะ (1-9 hedonic score)				ความชอบ	การยอมรับ	ระดับความเต็ม (1-12)
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส			
Control	7.28	7.20	6.12	6.40	6.40	62%	8.6
PRS40	7.12	7.00	6.16	6.76	6.50	64%	8.1
-25% PRS 40	7.24	7.16	6.84	7.12	7.04	73%	7.7
-25% PRS40	7.08	6.92	6.24	6.68	6.90	76%	6.9
+4.5% Herbs							



ปลาหมึกหมักเกลือทะเล



ปลาหมึกหมักเกลือปรับลดขนาด



ปลาหมึกหมักเกลือปรับลดขนาด

48 ชั่วโมง

48 ชั่วโมง

ร่วมกับสมุนไพร 48 ชั่วโมง



ปลาทุเค็มอบ 60°C 4 ชั่วโมง



ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส



เตรียมตัวอย่างเพื่อทดสอบ
ทางประสาทสัมผัส



ทดสอบความชอบการยอมรับในผู้บริโภค



5.4.3 ศึกษาการใช้ประโยชน์เกลือลดขนาดร่วมกับสารเสริมกลิ่นรสในเมนูอาหาร

ทดสอบการใช้สารเสริมกลิ่นรสในกลุ่มสมุนไพรในเมนูสปาเกตตี้ซอสมะเขือเทศลดโซเดียมกับผู้บริโภคจำนวน 30 คน เพื่อศึกษา รสชาติ ความชอบและการยอมรับ เปรียบเทียบกับการใช้เกลือ Table salt

ส่วนผสมสปาเกตตี้ซอสมะเขือเทศ

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)	สัดส่วน
เส้นสปาเกตตี้ต้มสุก	3,000	44.6
เนื้อหมูสับ	100	1.5
เนื้อมะเขือเทศสับ	1,500	22.3
หอมใหญ่สับ	300	4.5
กระเทียม	100	1.5
ซอสมะเขือเทศ	800	11.9
พริกไทยป่น	10	0.1
น้ำตาล	100	1.5
โหระพาสับ	100	1.5

เนย	300	4.5
น้ำซूप	400	5.9
เกลือ/เกลือสมุทรโพรวอดซ์เค็ม	21	0.3
รวม	6,740	100

หลังปรุง 4,200 กรัม

วิธีทำ

1. ลวกเส้นสปาเกตตีประมาณ 11 นาที จนกระทั่งสุก แขน้ำเย็นจัด สะเด็ดน้ำออก คลุกน้ำมันพืชเล็กน้อยพักไว้
2. ตั้งกระทะไฟปานกลาง พอเริ่มร้อนใส่เนย กระจายหอมใหญ่ ผัดจนกระทั่งสุกเหลือง
3. ใส่หมูสับผัดต่อจนสุกใส่มะเขือเทศสับ ซอสมะเขือเทศ ผัดให้เข้ากันปรุงรสด้วยน้ำตาลทรายไทย
4. ผัดต่อจนกระทั่งสุกดี ใส่ใบโหระพาสับ พักไว้ ชั่งน้ำหนักแบ่งเป็น 2 ส่วนเท่าๆกัน
ส่วนที่ 1 ใส่ Table salt 10.5 กรัม ส่วนที่ 2 ใส่เกลือ 7.88 (-25%) และผงสมุนไพรอบแห้ง 2.62 กรัม
5. ตักราดบนเส้นสปาเกตตี เพื่อเตรียมใช้สำหรับทดสอบทางประสาทสัมผัส



สปาเกตตีซอสมะเขือเทศที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 18 ผลการทดสอบความชอบและการยอมรับอาหารที่ปรุงด้วยผลิตภัณฑ์เกลือสมุทรโพรวอดซ์เค็ม

สูตร	คุณลักษณะ			ความชอบ	การยอมรับ
	รสเค็ม	กลิ่นรสสมุนไพร	ความกลมกล่อม		
สูตร Table salt	3.06±0.08	3.25±0.92	3.88±0.79	7.39±0.99	7.55±0.89
สูตรลดเกลือ 25% + สมุนไพร	3.16±0.81	3.63±0.75	4.00±0.72	7.26±1.06	7.32±0.98

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์จากเกลือปรับลดขนาดและเกลือปรับลดขนาดร่วมกับสารเสริมรสชาติในอาหารแปรรูปหรือผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปที่มีเกลือเป็นส่วนประกอบ คือปลาหมึกเค็มและหมวย พบว่าการใช้เกลือปรับลดขนาดในผลิตภัณฑ์ที่เกลือมีการละลายไม่มีผลในการลดปริมาณการใช้ หรือช่วยลดโซเดียมในผลิตภัณฑ์ แต่การเกลือปรับลดขนาดร่วมกับสารเสริมรสชาติกลุ่มสมุนไพรไทย หรือสารสกัดจากสมุนไพรไทย ช่วยให้ผู้บริโภครู้สึกว่ามีรสเค็มเพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์หมวย แต่ไม่มีผลใน

ผลิตภัณฑ์ปลาทุเค็ม เนื่องจากในสูตรการทำปลาทุเค็ม มีการล้างน้ำหลังจากหมักด้วยเกลือและสมุนไพร อาจทำให้ความเข้มข้นของสมุนไพรลดลง และไม่ช่วยเสริมรสชาติ แต่ในผลิตภัณฑ์หมุยสมุนไพรผสมอยู่ในตัวผลิตภัณฑ์ทำให้ช่วยเสริมรสชาติ ทำให้ช่วยลดปริมาณการใช้เกลือได้ 25% โดยไม่ส่งผลกระทบต่อรสชาติ และการยอมรับผู้บริโภค รวมถึงในผลิตภัณฑ์ปลาเค็มการหมักเกลือร่วมกับสมุนไพรทำให้เกลือแทรกซึมผ่านเข้าเนื้อน้อยลง ทำให้รสชาติเค็มน้อยกว่าการหมักด้วยเกลือเพียงอย่างเดียวในปริมาณที่เท่ากันแต่อย่างไรก็ตามพบว่า การเสริมสมุนไพรในอาหารที่มีการปรับลดโซเดียม เช่น สปาเก็ตตี้ซอสมะเขือเทศ ซุปกระดูกหมู เม็ดมะม่วงหิมพานต์อบเกลือยังช่วยเสริมรสชาติเค็ม รวมถึงกลิ่นรสและความกลมกล่อมให้อาหารทำให้ผู้บริโภครู้สึกชอบและยอมรับในผลิตภัณฑ์ที่มีการปรับลดโซเดียมมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Carla Ivone C. และคณะ (2012) (12) พบว่าการเพิ่มสมุนไพรและเครื่องเทศในไส้กรอกสามารถเพิ่มเนื้อสัมผัส รสเค็ม และกลิ่นรส ของไส้กรอกได้ใกล้เคียงกับสูตรปกติ ซึ่งส่งผลให้ผู้บริโภคยอมรับและมีแนวโน้มที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ที่ปรับลดปริมาณโซเดียมมากกว่าสูตรปกติ นอกจากนี้การศึกษาของ Ghawi, S. และคณะ (2014) (13) พบว่าการปรับใช้เครื่องเทศและสมุนไพรในผลิตภัณฑ์ซูปมะเขือเทศทำให้สามารถลดปริมาณการใช้เกลือลงได้ โดยสูตรที่เพิ่มสมุนไพรสามารถเพิ่มการรับรสเค็ม และกลิ่นรสของซูปได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับซูปสูตรลดโซเดียมที่ไม่ได้ใส่สมุนไพรแสดงให้เห็นว่าการปรับใช้สมุนไพรในผลิตภัณฑ์หรือเมนูอาหาร ช่วยลดปริมาณการใช้เกลือหรือเครื่องปรุงต่างๆ ได้ ซึ่งอาจเกิดจากผลทางด้านกลิ่นรสที่ทำให้ในการเบี่ยงเบนรสชาติ (compensation effect) หรือผลของสารอาหารในกลุ่ม amino acid บางชนิดที่ทำให้เกิดการเสริมรสเค็ม (enhancing effect) เช่น กรดกลูตามิกนอกจากนี้สมุนไพรไทย ยังเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่าย ราคาไม่แพงและมีประโยชน์ในเชิงสุขภาพ

5.5 ผลการศึกษากระบวนการขยายสเกลการผลิตเกลือลดขนาดด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอยและการบดละเอียด

5.5.1 ศึกษากระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อปรับลดขนาดอนุภาคเกลือ

ทำการศึกษาระบบการทำแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อปรับลดขนาดอนุภาคเกลือ นำตัวอย่างเกลือทะเลมาละลายด้วยน้ำที่ความเข้มข้น 25% (W/W) จากนั้นนำไปทำผงแห้งด้วยเครื่อง Spray dry ที่ condition ดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิเข้า 160 °C อุณหภูมิออก 95 °C Atomic Pressure 18-20 bar
2. อุณหภูมิเข้า 200 °C อุณหภูมิออก 95 °C Atomic Pressure 18-20 bar

รูปแสดงขั้นตอนและเครื่องมือ Spray dry ขนาด 150 ลิตรชนิดหัวฉีดแบบ Nozzle



เตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์



กระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย

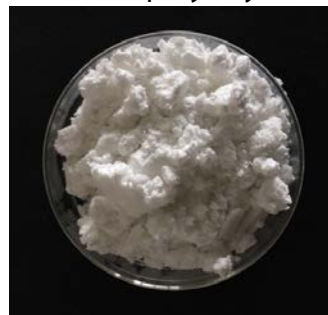


ตัวอย่างหลังผ่านการทำแห้ง

ตัวอย่างเกล็ดทะเลหลังผ่านกระบวนการ Spray dry



อุณหภูมิเข้า 165 °C



อุณหภูมิเข้า 200 °C



ลักษณะอนุภาคอุณหภูมิเข้า 165 °C



ลักษณะอนุภาคอุณหภูมิเข้า 200 °C

5.5.2 ศึกษาการปรับขนาดอนุภาคด้วยวิธีการบดละเอียดด้วย Pin mill

ทำการศึกษากระบวนการบดละเอียดด้วย Pin mill เพื่อปรับขนาดอนุภาคเกล็ด นำตัวอย่างเกล็ดทะเลมาทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดละเอียดด้วยเครื่อง Pin mill โดยสามารถผลิตได้ประมาณ 40 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

รูปแสดงขั้นตอนการบดละเอียดด้วย Pin mill



อบลมร้อน

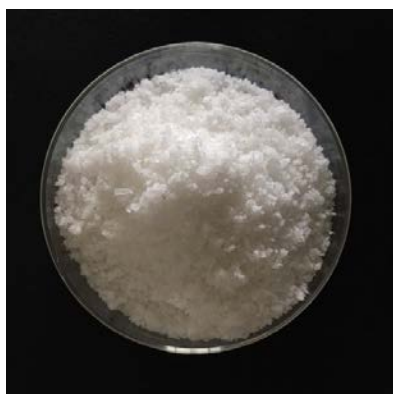


บดละเอียดด้วย Pin mill



เกล็ดหลังบดละเอียด

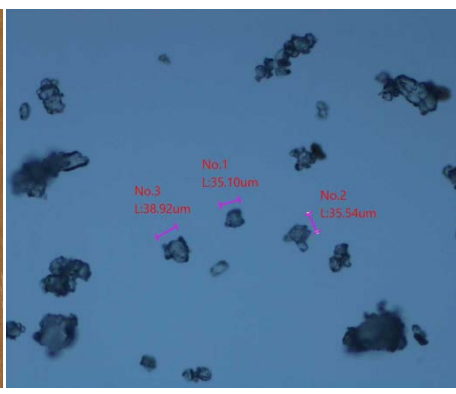
ตัวอย่างเกล็ดทะเลหลังผ่านกระบวนการบดละเอียด



เกลือก่อนบดละเอียด



เกลือหลังบดละเอียด



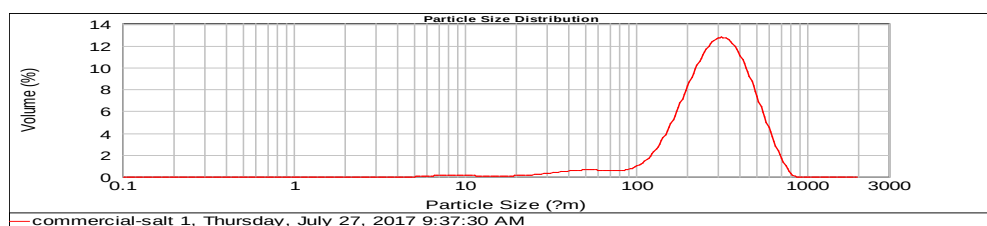
ลักษณะอนุภาค

ตารางที่ 19 แสดงค่าขนาดอนุภาค และความชื้นของเกลือทะเลหลังกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย

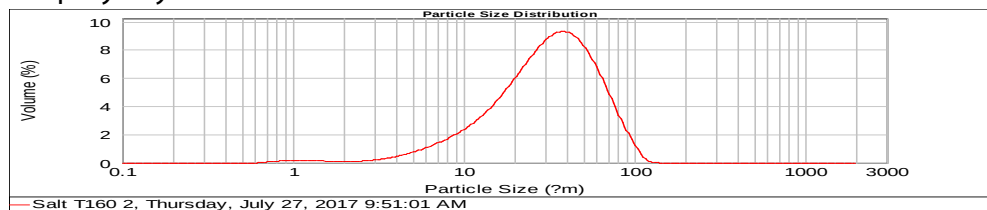
ตัวอย่าง	% Moisture	Volume weight	Surface weight
Table Salt	0.14 ± 0.01^a	380.96 ± 1.97	193.94 ± 2.43
Spray dry-T160 / 95	0.70 ± 0.02^b	36.88 ± 1.15^a	19.73 ± 0.95^a
Spray dry -T200 / 95	0.50 ± 0.02^c	33.78 ± 1.24^a	13.86 ± 0.21^a
Pin mill	0.49 ± 0.02^c	47.46 ± 0.52^a	19.29 ± 0.18^a

กราฟแสดง Particle distribution ของเกลือทะเลหลังกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยและการบดละเอียด

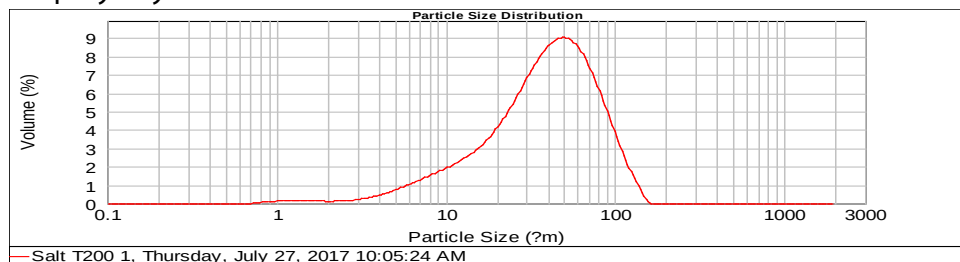
1. Commercial salt



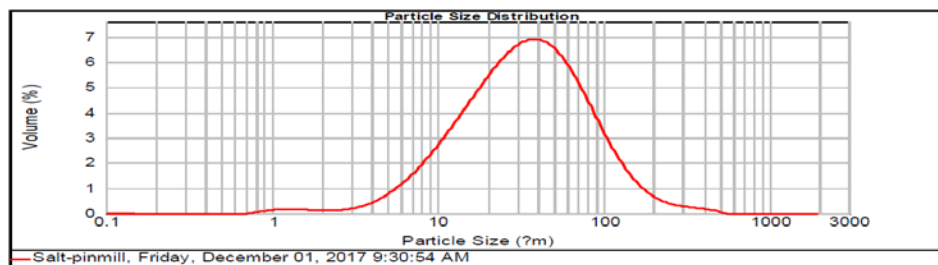
2. Spray dry T 160 / 95



3. Spray dry T 160 / 95



4. Pin mill



จากผลการศึกษาการขยายสเกลการผลิตเกลือปรับลดขนาดด้วยการทำแห้งแบบพ่นฝอย พบว่า อุณหภูมิเข้ามีผลต่อค่าความชื้นของผลึกเกลือหลังผ่านการทำแห้งเล็กน้อย รวมถึงขนาดอนุภาคซึ่งมีแนวโน้มลดลงเมื่ออุณหภูมิเข้าเพิ่มขึ้น โดยมีขนาดอนุภาคประมาณ 33-36 micron สำหรับการบดละเอียดด้วย Pin mill พบว่าช่วยลดขนาดอนุภาคได้ใกล้เคียงกับการทำแห้งแบบพ่นฝอย และคุณลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกัน แต่เกลือปรับลดขนาดที่ผลิตด้วยกระบวนการ Spray dry จะมีลักษณะอนุภาคค่อนข้างกลม และมีความสม่ำเสมอของขนาดมากกว่า การบดด้วย Pin mill ซึ่งมีลักษณะเหลี่ยมแบบไม่สมมาตร ทำให้การเกาะตัวหลังการผลิตเกิดขึ้นได้ง่ายกว่าแต่อย่างไรก็ตามการผลิตด้วยกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ประมาณ 1,500 บาท ต่อกิโลกรัม ทำให้ต้นทุนสินค้าสูงกว่าเกลือทั่วไปค่อนข้างมาก ในขณะที่การบดด้วย Pin mill จะมีต้นทุนประมาณ 50 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเหมาะสมกับการนำไปผลิตจำหน่ายมากกว่า อย่างไรก็ตามเกลือที่มีการปรับลดขนาดจะขึ้นง่าย จึงต้องมีการศึกษาการใช้สารป้องกันการเกาะตัว (anti-caking) ร่วมด้วย

5.5.3 การศึกษาสารป้องกันการเกาะตัว (anti-caking agent)

สารป้องกันการเกาะตัวเป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) ที่ใช้เติมในอาหารแห้งประเภทที่เป็นผง เช่นเกลือบริโภค ผงปรุงอาหารนมผง น้ำผลไม้ผง เครื่องดื่มผง เพื่อป้องกันการดูดความชื้นทำให้รวมตัวกันเป็นก้อนคุณสมบัติสำคัญของสารป้องกันการเกาะตัวคือโมเลกุลของสารจะดูดน้ำ หรือจับกับน้ำได้ดีมาก อาจดูดน้ำได้มากถึง 2 เท่าของน้ำหนักตัว ช่วยดูดน้ำจากบรรยากาศที่ล้อมรอบอาหารในบรรจุภัณฑ์และช่วยดูดน้ำออกจากผิวของอาหารผงด้วย ทำให้อาหารผงคงความชื้นต่ำ กระจายตัวได้ไม่เกาะกันเป็นก้อน

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้สารป้องกันการเกาะตัวที่ประกาศกระทรวงฯ อนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารมาทำการทดสอบ 3 ชนิดคือ 1. Maltodextrin : MD2. Magnesium carbonate : $MgCO_3$ (INS 504 (i)) 3. Silicon dioxide, amorphous : SiO_2 (INS 551) โดยทำการศึกษาสัดส่วนการใช้ น้ำหนักผลิตภัณฑ์ ความชื้น และลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์หลังจากการเติมสารป้องกันการเกาะตัวที่ 0, และ 30 วัน

ตารางที่ 20 น้ำหนักและความชื้นของผลิตภัณฑ์หลังจากการเติมสารป้องกันการเกาะตัว

ตัวอย่าง	น้ำหนัก (g)		%Moisture	
	Day 0	Day 30	Day 0	Day 30
เกลือ 100%	52.2538	52.6524	0.49	1.04
2.0 % MD	51.5863	51.7864	0.49	1.07
3.0 % MD	51.5616	51.9855	0.50	1.06
1 % $MgCO_3$	52.7566	52.7425	0.49	0.95
2 % $MgCO_3$	53.3119	53.3014	0.49	0.92

1 % SiO ₂	51.5863	51.5347	0.49	0.98
2 % SiO ₂	51.5616	51.5418	0.50	0.85

ผลการศึกษาพบว่าแนวโน้มในการใช้สารป้องกันการเกาะตัวกลุ่ม MgCO₃ และ SiO₂ ช่วยป้องกันการรวมตัวเป็นก้อนของเกลือได้ดี โดยความชื้นและน้ำหนักในวันที่ 30 ไม่แตกต่างจากวันที่ 0 ในขณะที่ใช้ maltodextrin พบว่าเกลือมีการเกาะตัวเป็นก้อนในวันที่ 30 มีค่าความชื้น และน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย สำหรับการใช้ 2 % SiO₂ ให้ลักษณะเกลือที่กระจายตัวได้ดีที่สุด เหมาะสมต่อการป้องกันการเกาะตัวในผลิตภัณฑ์เกลือปรับลดขนาด

5.5.4 ต้นทุนวัตถุดิบและเครื่องมือเครื่องจักรในการผลิตผลิตภัณฑ์เกลือลดขนาดอนุภาค

ทำการเปรียบเทียบราคาต้นทุนการผลิตการปรับขนาดเกลือทะเลด้วยกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยและการบดละเอียดด้วย Pin mill พบว่าการทำแห้งแบบพ่นฝอยมีราคาสูงมากประมาณ 1,500 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่การบดละเอียดด้วย Pin mill มีต้นทุนประมาณ 49-65 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งอาจเหมาะกับการผลิตจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ต่อไป

ตารางที่ 21 ราคาต้นทุนจากการผลิตเกลือทะเลปรับลดขนาดด้วยกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย

วัตถุดิบและเครื่องมือเครื่องจักร	ราคาวัตถุดิบ/บริการ	ราคา (บาท) ต่อการผลิต 100 กิโลกรัม
เกลือทะเล	8-30 บาท	800-2,400
น้ำกรองสะอาด	-	-
อัตราค่าบริการเครื่อง Spray dry	1,500 บาท/กก.	150,000
รวม		150,800 – 152,400

ตารางที่ 22 ราคาต้นทุนจากการผลิตเกลือทะเลปรับลดขนาดจากการบดละเอียดด้วย Pin mill

วัตถุดิบและเครื่องมือเครื่องจักร	ราคาวัตถุดิบ/บริการ	ราคา (บาท) ต่อการผลิต 100 กิโลกรัม
เกลือทะเล	8-30 บาท	800-2,400
ตู้อบลมร้อน	400 บาท / ชม.	1,600
อัตราค่าบริการเครื่อง Pin mill	500 บาท/ 20 กก.	2,500
รวม		4,900 – 6,500

5.6 การออกแบบผลิตภัณฑ์

5.6.1 ผลิตภัณฑ์เกลือทะเลปรับลดขนาด

ออกแบบผลิตภัณฑ์เกลือทะเลปรับลดขนาดเพื่อเป็นต้นแบบในการผลิตจำหน่ายเชิงพาณิชย์ต่อไป โดยทำการบรรจุในขวดแก้วเนื่องจากช่วยป้องกันความชื้นได้ดี และสามารถใช้งานได้สะดวก โดย

ผลิตภัณฑ์เหมาะสำหรับนำไปใช้ในอาหารหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้เกลือโรยปรุงแต่งรสชาติ เช่น ขนมขบเคี้ยว ถั่วอบเกลือ มันฝรั่งทอด สแต็ก ไก่ทอด ฯลฯ มีจุดเด่นคือ

1. ขนาดอนุภาคเล็ก 40 ไมครอนสามารถละลายและแตกตัวเข้าสู่ต่อมรับรสในลิ้นดี และเร็วกว่าเกลือที่มีขนาดอนุภาคใหญ่
2. ลดปริมาณการใช้ได้ 25% โดยยังคงให้ความเค็มเทียบเท่ากับเกลือปรุงอาหารทั่วไป
3. ยึดเกาะกับพื้นผิวอาหารได้ดีกว่าเกลือขนาดอนุภาคใหญ่ ทำให้ไม่ต้องใช้ในปริมาณที่มากเกินไปจนความจำเป็น

ตารางที่ 23 แสดงค่าความชื้น, ปริมาณแร่ธาตุ, และขนาดอนุภาคของเกลือทะเลปรับลดขนาดเทียบกับเกลือปรงทิพย์

ชนิดเกลือ	ความชื้น (% weight)	ปริมาณแร่ธาตุ มิลลิกรัม/กรัม			ขนาดอนุภาค (micron)
		โซเดียม	โพแทสเซียม	แมกนีเซียม	
เกลือปรงทิพย์	0.21	401	0.23	<0.1	380
เกลือทะเล	0.98	382	0.83	1.42	40



ลักษณะผลิตภัณฑ์เกลือทะเล
ปรับลดขนาด



ผลิตภัณฑ์เกลือทะเลปรับลดขนาด

5.6.2 ต้นแบบผลิตภัณฑ์ผงสมุนไพรอบแห้ง และสารสกัดกรดกลูตามิกจากเนื้อไก่ สำหรับเสริมรสเค็มในอาหาร

ออกแบบผลิตภัณฑ์ผงสมุนไพรอบแห้งและสารสกัดกรดกลูตามิกจากเนื้อไก่สำหรับเพิ่มรสชาติให้อาหาร เพื่อเป็นต้นแบบในการผลิตจำหน่ายเชิงพาณิชย์ต่อไป โดยทำการบรรจุในซองอลูมิเนียมฟรอยด์ เนื่องจากช่วยป้องกันความชื้นได้ดีและช่วยกักเก็บกลิ่นของวัตถุดิบ โดยผลิตภัณฑ์เหมาะสำหรับนำไปใช้ในการปรุงอาหารลดโซเดียม เพื่อเพิ่มรสชาติและความกลมกล่อมให้อาหาร

ตารางที่ 24 แสดงค่าความชื้น, ค่า Aw ผลิตภัณฑ์ผงสมุนไพรอบแห้ง และสารสกัดกรดกลูตามิกจากเนื้อไก่

ชนิดเกลือ	ความชื้น (% weight)	ค่า Aw
ผงสมุนไพรอบแห้ง	5.68±0.12	0.378
สารสกัดกรดกลูตามิกจากเนื้อไก่	2.64 ± 0.042	0.137



ลักษณะผลิตภัณฑ์ผงสมุนไพรอบแห้ง



ผลิตภัณฑ์ผงสมุนไพรอบแห้ง



ลักษณะสารสกัดผงกรดกลูตามิกจากเนื้อไก่



ผลิตภัณฑ์ผงกรดกลูตามิกจากเนื้อไก่

5.7 การถ่ายทอดเทคโนโลยีเชิงพาณิชย์ให้กับภาคอุตสาหกรรม

1. เจริญถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเกลือปรับลดขนาด ภายใต้โครงการวิจัยให้กับ บริษัท โพรเพฟ อะโกร จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่ผลิตเครื่องมือเครื่องจักรและผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยบริษัทมีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์เกลือเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องปรุง โดยประชุมกับผู้แทนจากบริษัทในวันที่ 3 เมษายน 2561 ซึ่งทางบริษัทมีความประสงค์อยากร่วมมือกับสถาบันในการพัฒนาสารเสริมรสเค็ม หรือเครื่องปรุงลดโซเดียมที่มีคุณสมบัติในการลดความดันโลหิตโดยต่อยอดจากกลุ่มสมุนไพรไทยที่ช่วยเสริมรสชาติในอาหาร (เอกสารในภาคผนวก)

2. เจริญถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเกลือปรับลดขนาด ภายใต้โครงการวิจัยให้กับ บริษัท สยามรับเบอร์ จำกัด ซึ่งทางมีความร่วมมือกับบริษัทผลิตเกลือ และมีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์เกลือลดโซเดียมเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารโดยประชุมในวันที่ 12 มิถุนายน และ 3 กรกฎาคม 2561 ตัวแทนจาก

บริษัทได้เข้ามาหารือ เพื่อสร้างความร่วมมือในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ร่วมกับทางสถาบันฯและศึกษาแนวโน้มทางการตลาดเพื่อผลิตเกลือลดโซเดียมจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ที่สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร ม.เกษตรศาสตร์ (เอกสารในภาคผนวก)

6. บทสรุปโครงการวิจัย

การหาแนวทางปรับลดปริมาณโซเดียมในอาหารหรือผลิตภัณฑ์ที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากการบริโภคโซเดียมในปริมาณสูง เป็นสาเหตุของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่เป็นปัญหาสุขภาพของประชากรไทย เช่น ความดันโลหิตสูง โรคหลอดเลือดหัวใจ อัมพฤกษ์อัมพาต และโรคไตรวมถึงส่งเสริมให้เกิดพฤติกรรมดีเค็ม ทำให้การลดปริมาณโซเดียมเป็นไปได้ยาก ทางทีมผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระบบการปรับลดขนาดอนุภาคเกลือ และการปรับลดขนาดร่วมกับสารเสริมรสชาติ (Flavor induced saltiness technique) เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เกลือที่มีปริมาณโซเดียมลงอย่างน้อย 25% โดยยังคงรสชาติเค็มเทียบเท่ากับเกลือปกติจากการศึกษาพบว่า การใช้เกลือทะเลปรับลดขนาดอนุภาคที่ 40 micron ในลักษณะโรยปรุงแต่งรสชาติในอาหารหรือเคลือบผิวสามารถลดปริมาณการใช้ได้ 25% โดยยังให้รสชาติเค็มไม่แตกต่างจากการใช้เกลือปรุงอาหารทั่วไป เหมาะกับการนำไปใช้ลดปริมาณโซเดียมในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวหรืออาหารที่ต้องใช้เกลือโรยปรุงแต่งรสชาติ นอกจากนี้เกลือที่มีขนาดอนุภาคเล็กจะยึดเกาะกับพื้นผิวอาหารได้ดีกว่าเกลือขนาดอนุภาคใหญ่ทำให้ไม่ต้องใช้เกลือในปริมาณที่มากเกินไปจนความจำเป็น แต่อย่างไรก็ตามไม่มีผลในอาหารที่ใช้เกลือในลักษณะสารละลาย ด้วยข้อจำกัดนี้ต้องมีการพัฒนาเพิ่มเติมในเรื่องของการใช้ร่วมกับสารเสริมรสชาติ เพื่อให้สามารถใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารได้หลากหลายขึ้น โดยได้ทำการศึกษการปรับลดปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์อาหารร่วมกับการใช้สารเสริมรสชาติจากธรรมชาติ พบว่าสารสกัดกรดกลูตามิกจากเนื้อไก่ช่วยเสริมรสชาติเค็มให้กับอาหารมากที่สุด โดยให้ความเค็มเทียบเท่ากับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.5% โดยที่ปริมาณโซเดียมน้อยกว่า 34% เมื่อนำมาพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบผง พบว่าการใช้สารสกัดผงไก่ 2% ร่วมกับเกลือสามารถลดปริมาณของการใช้เกลือลงได้ 25% โดยยังคงให้ความเค็มเทียบเท่ากับการใช้เกลือปรุงอาหารทั่วไป โดยไม่ส่งผลกระทบต่อรสชาติเค็ม และรสชาติโดยรวมในผลิตภัณฑ์หมุยอที่ทำการทดสอบ นอกจากนี้มีการต่อยอดจากงานวิจัยเดิมภายใต้ทุนเครือข่ายลดบริโภคเค็ม ที่ได้ทำการศึกษาคูสมบัติในการเสริมรสเค็มในสมุนไพรชนิดต่างๆ โดยได้นำสมุนไพรที่มีศักยภาพที่ดีมาทำการพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบผงแห้งเพื่อใช้ศึกษาในเรื่องคุณสมบัติในการเป็นสารเสริมรสชาติเค็ม พบว่าการลดเกลือร่วมกับการใช้ผงสมุนไพรสามารถช่วยลดปริมาณโซเดียมได้เฉลี่ย 25% โดยรสชาติเค็มใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์หรืออาหารที่ไม่ได้ทำการปรับลดโซเดียม และยังคงความชอบและการยอมรับจากผู้บริโภค องค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้จะถ่ายทอดให้ผู้ประกอบการภาคเอกชนที่สนใจนำไปผลิตจำหน่ายเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับลดปริมาณโซเดียมในอาหารหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยเฉพาะกลุ่มขนมขบเคี้ยว หรือผงปรุงรสต่างๆ เพื่อลดการบริโภคโซเดียมในประชากรตามแนวทางของเครือข่ายลดบริโภคเค็มต่อไป

7. เอกสารอ้างอิง

1. He FJ, MacGregor GA. Salt reduction lowers cardiovascular risk: meta-analysis of outcome trials. *Lancet*. 2011;378: 380-382.
2. Appel LJ, Frohlich ED, Hall JE, Pearson TA, Sacco RL, Seals DR, et al. The importance of population-wide sodium reduction as a means to prevent cardiovascular disease and stroke: a call to action from the American Heart Association. *Circulation*. 2011; 123: 1138-1143.
3. Hooper L, Bartlett C, Davey Smith G, Ebrahim S. Systematic review of long term effects of advice to reduce dietary salt in adults. *BMJ*. 2002; 325 (7365): 628.
4. ปริมาณสารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทยพ.ศ. 2546 กองโภชนาการกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข
5. กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข และองค์การยูนิเซฟ ประเทศไทย รายงานการสำรวจปริมาณการบริโภคโซเดียมคลอไรด์ของประชากรไทย; 2552
6. He FJ, Campbell NR, MacGregor GA. Reducing salt intake to prevent hypertension and cardiovascular disease. *Rev Panam Salud Publica*. 2012 Oct;32(4):293-300.
7. Strategies to reduce sodium intake in united state, Committee on Strategies to Reduce Sodium Intake Food and Nutrition Board, Institute of medicine of the national academies; 2010
8. Ruben Rama* NC, Margarida Carvalho Da Silva, Louise Hewson, Joanne Hort and Ian D. Fisk. Impact of Salt Crystal Size on in-Mouth Delivery of Sodium and Saltiness Perception from Snack Foods. *Journal of Texture Studies*. 2013;44(5):338-45.
9. Hersey JA, Bayraktar G, Shotton E. The effect of particle size on the strength of sodium chloride tablets. *The Journal of pharmacy and pharmacology*. 1967;19:Suppl:24S-30S.
10. Buck VE, Barringer SA. Factors dominating adhesion of NaCl onto potato chips. *Journal of food science*. 2007;72(8):E435-41.
11. Liem DG, Miremadi F, Keast RS. Reducing sodium in foods: the effect on flavor. *Nutrients*. 2011;3(6):694-711.
12. Ghawi, S. K., I. Rowland, et al. (2014). "Enhancing consumer liking of low salt tomato soup over repeated exposure by herb and spice seasonings." *Appetite* 81: 20-29.
13. Carla Ivone C., Roberta M. Vivian E., et al. The effect of sodium reduction and the use of herbs and spices on the quality and safety of bologna sausage. *Cienc. Tecnol. Aliment. Campinas* 2012; 32(2):289-29

ภาคผนวก

เอกสารรับรองการใช้ประโยชน์

เรื่อง การรับรองการใช้ประโยชน์ของผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร

หน่วยงาน/สถานประกอบการ ชื่อ บริษัท สยามสปอร์ต จำกัด

ขอรับรองว่าไม่มีการนำผลงานวิจัยเรื่อง ต้นแบบผลิตภัณฑ์ผ้าฝ้าย ดอกรักขมิ้น ภายใต้นาม โองมัย และ ทรัพย์สินทางปัญญา

ระยะเวลาดำเนินการเริ่ม

เสร็จเมื่อ

កងរដ្ឋបាល

1. พาสปอร์ตของนาย เฉลิมไชยา
2. หนังสือเดินทางของนาย เฉลิมไชยา
3. หนังสือเดินทางของนาย เฉลิมไชยา
4. หนังสือเดินทางของนาย เฉลิมไชยา
- 5.
- 6.

นำไปใช้ประโยชน์ทั้งนี้ (กรุณาเลือกโดยการทำเครื่องหมาย ☒ หน้าข้อความที่ตรงกับความจริง และกรุณาให้รายละเอียดการใช้ประโยชน์เพิ่มเติมท้ายข้อความที่เหลือ)

☐ การใช้ประโยชน์เชิงสาธารณะ (การใช้งานวิจัยให้เกิดประโยชน์แก่สาธารณชนในเรื่องต่างๆ ที่ทำให้สุขภาพ คุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจของประชาชน/ชุมชนดีขึ้น เช่น คำสาธิตแสดง การจัดการSME เป็นต้น)

☐ การใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบาย (เช่น การนำผลงานวิจัยไปประกอบเป็นข้อมูลการประกาศใช้กฎหมายหรือกำหนดมาตรการ กฎเกณฑ์ต่าง ๆ โดยองค์กร หรือหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เป็นต้น)

๗ การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ (เช่น งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่นำไปสู่การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ หรือผลิตภัณฑ์ก่อให้เกิดรายได้ หรือนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เป็นต้น)

คือบุคลากรได้ เติบโตขึ้น ใน สหกรณ์ทำกินอเนกนาร ทำให้งานเกษตร จำนวนมาก ในเขตภาคใต้

☐ การใช้ประโยชน์ทางอื่นของงานวิจัย/สร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการสร้างคุณค่าทางจิตใจ ยก ระดับจิตใจ ก่อให้เกิด
สุนทรีย์ภาพ สร้างความสุข

หน่วยงาน/กลุ่มประชาชนที่นำไปใช้ประโยชน์ บ.สหกรณ์เกษตร จำกัด

ที่อยู่ จ.ปทุมธานี ๑.เมืองจ.ปทุมธานี 65000

สถานที่ที่นำไปใช้ประโยชน์ บึงกุ่ม สหกรณ์เกษตร จำกัด

ส่งผลกระทบที่เกิดประโยชน์ดังนี้

1. แหล่งกักเก็บน้ำ ไร่ และ แหล่งน้ำในแปลง
2. _____
3. _____

ระยะเวลาที่ใช้ประโยชน์ 3 ปี 1 กรกฎาคม 2561-3 กรกฎาคม 2562

เอกสารหลักฐานประกอบ (เช่น ภาพถ่าย เอกสารโครงการ รายงานผล ฯลฯ) โปรดระบุ _____

ลงชื่อ _____



(พินิจ ศิริมาศกุล)

ผู้นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

รายงานวันที่ 3 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561

หมายเหตุ : ใช้เป็นหลักฐานประกอบตัวบ่งชี้สมศ.ที่ 6 งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่นำไปใช้ประโยชน์ ทั้งนี้ ระยะเวลาที่ใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย อยู่ในรอบปีการศึกษาที่ประเมิน



หนังสือรับรองการใช้ประโยชน์ของผลงานวิจัย

เรื่อง การรับรองการใช้ประโยชน์ของผลงานวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร

หน่วยงาน/สถานประกอบการ ชื่อ บริษัท ไซโนเฟค อะโกร จำกัด

ขอรับรองว่าได้มีการนำผลงานวิจัยเรื่อง ต้นแบบผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม : การใส่พืชในและกาแฟสด
ภาคใต้ของประเทศไทย

ระยะเวลาดำเนินการเริ่ม มิถุนายน ๒๕๕๐

เสร็จเมื่อ มิถุนายน ๒๕๕๑

คณะผู้วิจัย

1. นางสาว ชุติมา เสงี่ยม
2. นางพนธ์กมล รอดนันท
3. นายวิชา ชัยสุนทร
4. นายฉกรรจ์ บวร
5. นายแก้ว
6.

นำไปใช้ประโยชน์ดังนี้ (กรุณาเลือกโดยการทำเครื่องหมาย ☒ หน้าข้อความที่ตรงกับความจริง และกรุณาให้รายละเอียดการใช้ประโยชน์เพิ่มเติมท้ายข้อความที่เลือก)

☐ การใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ (การใช้งานวิจัยให้เกิดประโยชน์แก่สาธารณชนในเรื่องต่างๆ ที่ทำให้สุขภาพ คุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจของประชาชน/ชุมชนดีขึ้น เช่น ด้านสาธารณสุข การจัดการSME เป็นต้น)

☐ การใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบาย (เช่น การนำผลงานวิจัยไปประกอบเป็นข้อมูลการประกาศใช้กฎหมายหรือกำหนดมาตรการกฎเกณฑ์ต่างๆ โดยองค์กร หรือหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เป็นต้น)

☒ การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ (เช่น งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่นำไปสู่การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ หรือผลิตภัณฑ์ซึ่งก่อให้เกิดรายได้ หรือนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เป็นต้น)

ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม

☐ การใช้ประโยชน์ทางอ้อมของงานวิจัย/สร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการสร้างคุณค่าทางจิตใจ ยกระดับจิตใจ ก่อให้เกิดสุนทรียภาพ สร้างความสุข

หน่วยงาน/กลุ่มประชาชนที่นำไปใช้ประโยชน์ _____

ที่อยู่ 768 ม.3 รอยทางหลวงวิ สานนทพารักษ์ ๓-พารักษ์ อ.พิบูลย์ จ.สมุทรสาคร 10270

สถานที่ที่นำไปใช้ประโยชน์. บริษัท โฟรอนท์ อีโคโนมิกส์ จำกัด

ส่งผลกระทบต่อเกิดประโยชน์ดังนี้

1. ได้มีมติให้จัดทำโครงการอนุรักษ์และพัฒนาแหล่งโบราณคดี
2. ได้มีมติให้จัดทำโครงการอนุรักษ์และพัฒนาแหล่งโบราณคดี
- 3.

ระยะเวลาที่ใช้ประโยชน์

เอกสารหลักฐานประกอบ (เช่น ภาพถ่าย เอกสารโครงการ รายงานผล ฯลฯ) โปรดระบุ.....

ลงชื่อ นางสาว นภัฏ
(น.ส.นางสาว นภัฏ)

ผู้นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

รายงานวันที่ 3 เดือน เมษายน พ.ศ. 2561

หมายเหตุ : ใช้เป็นหลักฐานประกอบตัวบ่งชี้สมค.ที่ 6 งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ที่นำไปใช้ประโยชน์ ทั้งนี้ ระยะเวลาที่ใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย อยู่ในรอบปีการศึกษาที่ประเมิน