

# การพัฒนาผลิตภัณฑ์เม็ดเจลทรงกลมจากน้ำชาผักชಾಯาผสมข้าวเหนียวดำคั่ว

## Product Development of Chaya Tea Gel with roasted Black Sticky Rice

สินีนารถ สุขทนารักษ์\* และธิรนุช เกตุมณี

Sineenart Suktanarak\* and Thiranuch Katemanee

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage

\*Corresponding author; E-mail: sineenart@vru.ac.th

Received: 16 May 2024 /Revised: 17 September 2024 /Accepted: 18 September 2024

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เม็ดเจลทรงกลมจากน้ำชาผักชಾಯาผสมข้าวเหนียวดำคั่ว โดยศึกษาระดับความหวานของน้ำชาผักชಾಯาผสมข้าวเหนียวดำคั่วที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ Control, 3 °Brix, 5 °Brix และ 7 °Brix ประเมินคุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับน้ำชาผักชಾಯาที่มีความหวาน 5 °Brix และ 7 °Brix หลังจากนั้นศึกษาความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0.75, ร้อยละ 1, ร้อยละ 1.25 และร้อยละ 1.5 ตามลำดับ ผลการประเมินคุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น และรสชาติของเม็ดเจLN้ำชาผักชಾಯาที่ความเข้มข้นโซเดียมอัลจิเนตที่แตกต่างกันที่ 4 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) ในขณะที่เดียวกัน พบว่าคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต แต่คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสมีแนวโน้มลดลง ค่าความแข็งของเม็ดเจลมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตส่งผลให้เม็ดเจลมีความเป็นทรงกลมมากขึ้น และมีค่าความแข็ง (Hardness) มากขึ้น แต่ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตไม่ส่งผลต่อค่าสี ( $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$ ) ของเม็ดเจล

คำสำคัญ: ใบชಾಯา น้ำชา การขึ้นรูปแบบทรงกลม

## Abstract

The objective of this research was to develop Chaya tea gel with roasted black sticky rice by spherification technique. The sweetness of Chaya tea with roasted black sticky rice at 4 levels (Control, 3 °Brix, 5 °Brix and 7 °Brix) was studied by sensory evaluations. The results of sensory evaluations found that most panelists were satisfied with Chaya tea at 5 °Brix and 7 °Brix. After that, study the concentration of sodium alginate at 4 levels (0.75%, 1%, 1.25% and 1.5%). Chaya gel at 4 levels showed statistically non-significant differences ( $p>0.05$ ) in terms of liking scores of color, odor and taste. The results of sensory evaluations showed that the trend of appearance score was increased when a high concentration of sodium alginate but the trend of texture score was decreased. The results of the hardness and color of the Chaya gel, it was found that the hardness and color of Chaya gel at 4 different sodium alginate concentrations showed statistically non-significant significant differences ( $p>0.05$ ). Overall, the trend of the hardness of Chaya gel was increased according to a high concentration of sodium alginate. Due to concentrations of sodium alginate affects on the Chaya gel, it became more sphere and increased hardness. However, the concentration of sodium alginate did not affect the color ( $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ ) of the Chaya gel.

**Keywords:** Chaya leaves, Tea, Spherification

### บทนำ

เทคนิคการขึ้นรูปแบบทรงกลม (Spherification) เป็นเทคนิคหนึ่งของโมเลกุลาร์แกสโตรโนมี (Molecular gastronomy) ที่ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการประกอบอาหาร โดยอาศัยหลักการปฏิกิริยาทางเคมี โดยใช้สารอัลจินเตมาทำปฏิกิริยากับแคลเซียม เกิดเป็นเม็ดเจล ซึ่งเกิดจากหมู่ G-blocks ของโซเดียมอัลจินเตจับกับประจุบวกของสารแคลเซียมแลคเตส แล้วเกิดโครงสร้างตาข่ายที่มีลักษณะเป็น Egg Box Models ซึ่งทำให้มีลักษณะการสานตัวเป็นโครงสร้างของผนังเซลล์ เกิดห่อหุ้มน้ำหรือของเหลวไว้ภายในซึ่งเม็ดเจลจะมีลักษณะเป็นเจลห่อหุ้มของเหลวเอาไว้ข้างใน วิธีการขึ้นรูปทรงกลมจะมี 2 วิธี คือ

การขึ้นรูปทรงกลมแบบพื้นฐาน (Basic spherification) และการขึ้นรูปทรงกลมแบบย้อนกลับ (Reverse spherification) ลักษณะของเม็ดเจลที่ได้มีความแตกต่างกัน โดยการขึ้นรูปทรงกลมแบบพื้นฐาน เม็ดเจลจะตันเมื่อปล่อยให้ทิ้งไว้เป็นระยะเวลาสั้น ในขณะที่การขึ้นรูปทรงกลมแบบย้อนกลับ เม็ดเจลจะไม่ตัน มีน้ำหรือของเหลวอยู่ภายใน จุดเด่นของเทคนิคการขึ้นรูปแบบทรงกลม เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารให้มีรูปลักษณะอาหารให้มีความแปลกใหม่ มีความน่าสนใจโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีร่วมกับการสร้างสรรค์เมนูอาหาร ซึ่งในปัจจุบันมีการนำเทคนิคการขึ้นรูปทรงกลมมาใช้ประยุกต์ในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น การผลิตเจลน้ำเป็ลือกแก้ว

มังกรเสริมน้ำสับปะรดด้วยเทคนิคการขึ้นรูปทรงกลมแบบย้อนกลับ<sup>1</sup> การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำชาดาวอินคาด้วยเทคนิคการขึ้นรูปแบบทรงกลม<sup>2</sup> การผลิตเม็ดปิดส่น้ำเสาวรสดด้วยเทคนิครีเวิร์สอเพอริฟิเคชัน<sup>3</sup> การทำเม็ดเจลน้ำหวานโดยใช้เทคนิคการขึ้นรูปทรงกลมแบบพื้นฐาน<sup>4</sup> เป็นต้น

ผักชಾಯา (*Cnidioscolus aconitifolius*) หรือคะน้ำแม็กชิโก เป็นผักชนิดหนึ่งที่มีคุณค่าทางอาหารสูง โดยผักชಾಯาจะประกอบไปด้วยน้ำโปรตีน ใยอาหาร เป็นต้น นอกจากนี้ยังประกอบด้วยวิตามินและแร่ธาตุอื่น ๆ โดยมีแคลเซียมอยู่ที่ 164.7 มิลลิกรัม โพแทสเซียม 217.2 มิลลิกรัม วิตามินซี 164.7 มิลลิกรัม และวิตามินเอ 0.085 มิลลิกรัม เป็นต้น<sup>5</sup> นอกจากนี้ ยังพบว่าสารพฤกษเคมีที่พบในผักชಾಯาประกอบไปด้วยสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์และสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย ผักชಾಯานิยมนำมาประกอบอาหารในรูปแบบกับข้าว คือนำมาผัด และลวกจิ้มทานคู่กับน้ำพริก เป็นต้น ในปัจจุบันมีงานวิจัยที่นำผักชಾಯามาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น การนำผักชಾಯามาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว<sup>6</sup> การนำน้ำผักชಾಯามาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์หมั่นโถวเชิงสุขภาพด้วยการเสริมน้ำผักชಾಯา ซึ่งส่งผลให้หมั่นโถวเป็นอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกสูง<sup>7</sup> และการนำผักชಾಯามาพัฒนาเป็นสาหร่ายเทียม<sup>8</sup> เป็นต้น

จากประโยชน์ของผักชಾಯาที่กล่าวมาและยังไม่มีมีการนำผักชಾಯามาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่หลากหลายมากนัก ผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นการนำผักชಾಯา ซึ่งเป็นผักพื้นบ้านแต่มีคุณค่าทางอาหารสูง มาพัฒนาเป็นเม็ดเจลจากน้ำชาจากผัก

ชಾಯาด้วยเทคนิคการขึ้นรูปแบบทรงกลม เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผักชಾಯา โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้ คือ ศึกษาปริมาณความหวานที่เหมาะสมของน้ำชาผักชಾಯาผสมข้าวเหนียวดำคั่ว หลังจากนั้นศึกษาความเข้มข้นของไซเตียมอัลจินตที่เหมาะสมในการทำเม็ดเจลน้ำชาผักชಾಯาผสมข้าวเหนียวดำคั่ว

## วิธีการวิจัย

1. การเตรียมน้ำชาผักชಾಯาผสมข้าวเหนียวดำ

สำหรับการเตรียมน้ำชาผักชಾಯา จะเตรียมตามงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชนบ้านคลองอาราง: ชาสมุนไพรชากลิ่นข้าวเหนียวดำคั่ว<sup>9</sup> ซึ่งมีขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอน คือ การเตรียมน้ำชาผักชಾಯา และการเตรียมข้าวเหนียวดำคั่ว สำหรับการเตรียมชาผักชಾಯามีวิธีการดังนี้ คือ เด็ดผักชಾಯามาจากกิ่ง คัดเลือกเลือกผักชಾಯาที่มีลักษณะสีเขียวเข้ม ขนาดของผักชಾಯามีความยาวประมาณ 7-10 เซนติเมตร นำไปล้างน้ำหั่นเป็นชิ้นเล็ก แล้วนำไปลวกในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที หลังจากนั้นนำไปอบที่ตู้อบลมร้อน (Tray Dry) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำไปคั่วในกระทะที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 นาที ส่วนการเตรียมข้าวเหนียวดำคั่ว จะนำข้าวเหนียวดำ ตราข้าวทองมาล้างน้ำแล้วแช่ในน้ำเป็นระยะเวลา 1 คืน หลังจากนั้นนำข้าวเหนียวดำไปนึ่งจนสุก แล้วนำมาอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 100 นาที แล้วนำมาบั่นให้ละเอียด หลังจากนั้นทำการคั่วข้าว เก็บรักษาชาผักชಾಯา

อบแห้งและข้าวเหนียวดำคั่วไว้ในถุงซิปล็อกที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นของชาผักชಾಯาและข้าวเหนียวดำคั่ว จะต้องมีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 14 โดยวิธีการวัดค่าความชื้นแสดงอยู่ในข้อ 5.2

2. ศึกษาปริมาณความหวานที่เหมาะสมต่อการทำน้ำชาผักชಾಯาผสมข้าวเหนียวดำคั่ว

ต้มชาผักชಾಯาผสมข้าวเหนียวดำคั่ว โดยนำผักชಾಯาและข้าวเหนียวดำคั่วมาต้มกับน้ำสะอาด โดยมีอัตราส่วนผักชಾಯาอบแห้งต่อข้าวเหนียวดำคั่วอยู่ที่ 40:60 ซึ่งใช้อัตราส่วนที่ได้จากงานวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชนบ้านคลองอาราง : ชาสมุนไพรชಾಯากลิ่นข้าวเหนียวดำคั่ว โดยในการทดลองนี้ จะใช้ผักชಾಯาอบแห้ง 8 กรัม ข้าวเหนียวดำคั่ว 12 กรัม และน้ำสะอาด 1,000 มิลลิลิตร ต้มใส่น้ำเชื่อมสำเร็จรูป ยี่ห้อมิตรผล โดยปรับความหวานให้มีความแตกต่างกันที่ 4 ระดับ คือ สูตร Control ซึ่งเป็นสูตรที่ไม่ใส่น้ำเชื่อม, 3 °Brix, 5 °Brix และ 7 °Brix ผสมให้เข้ากัน นำน้ำชาที่ได้มากรองด้วยผ้าขาวบาง

3. ศึกษาความเข้มข้นของโซเดียมแอลจีเนตที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปทรงกลมของน้ำชาผักชಾಯาผสมข้าวเหนียวดำคั่ว

นำน้ำชาผักชಾಯาผสมข้าวเหนียวดำคั่วที่ปรับความหวานแล้วผ่านการคัดเลือกโดยวิธีการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากข้อที่ 2 มาขึ้นรูปเป็นทรงกลม ศึกษาความเข้มข้นของโซเดียมแอลจีเนตที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปทรงกลมเป็นเม็ดเจลาชชಾಯากลิ่นข้าวเหนียวดำคั่ว ซึ่งการทดลองนี้ใช้โซเดียมแอลจีเนตจากบริษัทเอสพีซี อาร์ทิ จำกัด นำน้ำชาผักชಾಯาที่ผสมข้าวเหนียว

ดำคั่ว ไปผสมกับโซเดียมแอลจีเนตที่มีความเข้มข้นโซเดียมแอลจีเนตที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0.75, 1.0, 1.25 และ 1.50 ตีผสมน้ำชาผักชಾಯาผสมข้าวเหนียวดำคั่วกับโซเดียมแอลจีเนตให้ละลาย หลังจากนั้นเตรียมสารละลายแคลเซียมแลคเตสที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักน้ำเปล่า ในการทดลองนี้จะใช้แคลเซียมแลคเตสจากบริษัทเอสพีซี อาร์ทิ จำกัด นำช้อนตวงขนาด ¼ ช้อนชาดักน้ำชาผักชಾಯาผสมข้าวเหนียวดำคั่วที่ผสมกับโซเดียมแอลจีเนตแล้วค่อย ๆ เทลงในสารละลายแคลเซียมแลคเตส น้ำชาชಾಯากลิ่นข้าวเหนียวดำคั่วที่เทลงไปจะค่อย ๆ เซตตัวเป็นเม็ดเจลา ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 5 นาที นำเม็ดเจลาผักชಾಯาที่ได้ไปล้างด้วยน้ำเปล่า แล้วนำเม็ดเจลาที่ได้เก็บรักษาในกล่องพลาสติกแบบมีฝาปิด แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อเตรียมใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

4. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสสำหรับการทดสอบ นำชาผักชಾಯาผสมข้าวเหนียวดำคั่วในหัวข้อที่ 2 และการทดสอบเม็ดเจลาชชಾಯาผสมข้าวเหนียวดำคั่วในหัวข้อที่ 3 มาทดสอบกับผู้ชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน (Untrained panel) จำนวน 30 คน ทดสอบจำนวน 2 ซ้ำ ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 จุด (9-Point Hedonic Scale Test) ซึ่งมีคะแนน ดังนี้ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 2 = ไม่ชอบมาก, 3 = ไม่ชอบปานกลาง, 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย, 5 = เฉย ๆ, 6 = ชอบเล็กน้อย, 7 = ชอบปานกลาง, 8 = ชอบมาก และ 9 = ชอบมากที่สุด โดยขั้นตอนการทดสอบชิมเม็ดเจลาชชಾಯากลิ่นข้าวเหนียวดำคั่วจะเตรียมตัวอย่างเม็ดเจลาปริมาณ 4 เม็ดลงในแก้วทดสอบชิม

5. การวิเคราะห์คุณภาพเคมีและกายภาพ  
การวิเคราะห์คุณภาพเคมีและกายภาพ จะทำการวัดทริทเมเนตลัส 5 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย ซึ่งค่าที่วิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

5.1 การวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solids) โดยจะนำน้ำชาผักชayaanผสมข้าวเหนียวดำคั่วที่ทดลองในหัวข้อ 1 มาวัดด้วยเครื่อง Refractometer ยี่ห้อ ATAGO รุ่น N-1E

5.2 การวัดค่าความขุ่น นำใบชาชಾಯอบแห้งและข้าวเหนียวดำคั่วที่เตรียมได้ในหัวข้อการทดลองที่ 1 มาวัดความขุ่นด้วยเครื่องวัดความขุ่น ยี่ห้อ Scientific Promotion รุ่น Sartorius MA 35

5.3 การวัดค่าสี จะวัดในรูปแบบน้ำชาและเม็ดเจล โดยใช้เครื่องวัดสี Colorimeter รุ่น CR- 10 Plus (Minolta, Japan) โดยวัดผลออกมาในค่า  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  โดย  $L^*$  คือ ค่าความสว่าง (ดำ = 0 และขาว = 100) ค่า  $a^*$  คือ สีแดงหรือสีเขียว (+ สีแดงและ - เป็นสีเขียว) และค่า  $b^*$  หมายถึง

สีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (+ สีเหลืองและ - เป็นสีน้ำเงิน)

5.4 การวัดค่าเนื้อสัมผัส นำเม็ดเจลมาวัดค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น CT 3 (Brookfield Ametek, USA) โดยใช้หัวโพรบทรงกระบอกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38.1 mm โดยมีความเร็วในการวัดอยู่ที่ 1.00 mm/s และกดลงไปเป็นระยะทาง 5 mm/s

6. การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการประเมินคุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัส จะวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Random complete block design, RCBD) ส่วนข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าเนื้อสัมผัส (Hardness) และค่าสี จะวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete randomize design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาระดับความหวานที่เหมาะสมของน้ำชาผักชayaanผสมข้าวเหนียวดำคั่ว

Table 1. Sensory acceptance score of Chaya tea with different sweetness levels

Sensory attributes	Control	3 °Brix	5 °Brix	7 °Brix
Appearance <sup>ns</sup>	7.27±0.67	7.27±0.87	7.55±0.63	7.52±0.81
Color	7.15±0.83 <sup>b</sup>	7.07±0.72 <sup>b</sup>	7.50±0.78 <sup>a</sup>	7.40±0.95 <sup>ab</sup>
Odor	6.92±1.11 <sup>b</sup>	7.02±1.07 <sup>ab</sup>	7.35±0.89 <sup>a</sup>	7.37±1.00 <sup>a</sup>
Taste	6.45±1.01 <sup>b</sup>	6.77±0.91 <sup>b</sup>	7.42±1.05 <sup>a</sup>	7.62±1.12 <sup>a</sup>
Overall acceptance	6.62±1.00 <sup>b</sup>	6.80±0.91 <sup>b</sup>	7.45±1.01 <sup>a</sup>	7.47±1.08 <sup>a</sup>

Note: <sup>a,b</sup> Means values with different letters in each column are significantly different ( $p \leq 0.05$ )

<sup>ns</sup> Mean are not significantly different ( $p > 0.05$ )

ผลการศึกษาระดับความหวานที่เหมาะสมต่อการทำน้ำชาผักชayaผสมข้าวเหนียวดำคั่วแสดงได้ดัง Table 1 โดยพบว่าคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) เนื่องจากทั้ง 4 สูตร มีกระบวนการทำชาที่เหมือนกัน คือ นำผักชayaมาอบแห้ง คั่ว และต้มเป็นน้ำชา แล้วนำมาผ่านการกรอง จึงทำให้น้ำชามีความใสเหมือนกัน ในขณะที่คุณลักษณะด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของน้ำชาสูตรควบคุมมีความแตกต่างกับสูตรที่ใช้ น้ำเชื่อม 5 °Brix และ 7 °Brix อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\leq 0.05$ ) เนื่องจากมีปริมาณน้ำเชื่อมเป็นส่วนผสม แต่ในขณะที่สูตรควบคุมเป็นชาที่ไม่มีน้ำเชื่อมผสมอยู่เลย สาเหตุที่น้ำชาสูตรควบคุมมีสีและกลิ่นต่างกับสูตรที่ใช้ น้ำเชื่อม เนื่องจากสูตรที่มีน้ำเชื่อมเกิดปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชัน (Caramelization) โดย น้ำเชื่อม จะมีองค์ประกอบเป็นน้ำตาลทราย ซึ่งน้ำตาลทราย

เมื่อโดนความร้อนทำให้เกิดกลิ่นรสคาราเมล มีสีน้ำตาลหรือหรือสีคาราเมล ซึ่งส่งผลต่อสี กลิ่น และรสชาติของน้ำชา ซึ่งน้ำเชื่อมจะส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยน้ำชาสูตรที่มีน้ำเชื่อมมากขึ้น จะมีสีที่เข้มกว่าสูตรควบคุมอย่างเห็นได้ชัดเจน (Figure 1) นอกจากนี้ สูตรที่เติมน้ำเชื่อม ยังมีกลิ่นหอมของน้ำเชื่อมและมีความหวานมากกว่าสูตรควบคุม ซึ่งจากคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของ Table 1 พบว่าสูตรที่มีความหวาน 5 °Brix และ 7 °Brix ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) แต่เมื่อพิจารณาภาพรวม พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบของสูตรที่มีน้ำเชื่อม 5 °Brix มากที่สุด จึงคัดเลือกสูตรที่มีน้ำเชื่อม 5 °Brix ไปทดลองเพื่อศึกษาความเข้มข้นของโซเดียมแอลจินेटที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปทรงกลมของผลิตภัณฑ์ชาผักชayaผสมข้าวเหนียวดำคั่ว



Figure 1. Chaya tea with different sweetness levels

2. ผลการศึกษาความเข้มข้นของโซเดียมแอลจีเนตที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปทรงกลมของผลิตภัณฑ์เม็ดเจลชาผักชಾಯาผสมข้าวเหนียวดำคือ

Table 2 แสดงผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเม็ดเจลชาผักชಾಯาผสมข้าวเหนียวดำคั่วที่มีความเข้มข้นของโซเดียมอัลจีเนตที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0.75, ร้อยละ 1, ร้อยละ 1.25 และ ร้อยละ 1.5 ตามลำดับ

จาก Table 2 พบว่า คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น และรสชาติของเม็ดเจลชาผักชಾಯาที่มีความเข้มข้นโซเดียมอัลจีเนตที่แตกต่างกันที่ 4 ระดับ (ร้อยละ 0.75, ร้อยละ 1, ร้อยละ 1.25 และร้อยละ 1.5) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) เนื่องจากเม็ดเจลชาผักชಾಯามีส่วนผสมของชาผักชಾಯาและข้าวเหนียวดำคั่วในปริมาณที่เท่ากัน จึงไม่ส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านสีและกลิ่น

Table 2. Sensory acceptance score of chaya tea gel bead with different sodium alginate concentrations

Sensory attributes	Sodium Alginate (%w/w)			
	0.75%	1.00%	1.25%	1.5%
Appearance	6.58±0.82 <sup>b</sup>	6.78±1.05 <sup>b</sup>	6.91±0.82 <sup>b</sup>	7.38±0.90 <sup>a</sup>
Color <sup>ns</sup>	6.96±0.90	7.08±0.99	7.23±0.92	7.11±0.82
Odor <sup>ns</sup>	6.96±1.26	7.00±1.24	6.86±1.18	6.96±1.27
Taste <sup>ns</sup>	6.68±0.82	6.88±1.05	6.76±1.01	6.68±0.95
Texture	7.56±1.06 <sup>a</sup>	7.16±1.04 <sup>b</sup>	7.15±1.09 <sup>b</sup>	6.98±1.20 <sup>b</sup>
Overall acceptance	7.06±1.19 <sup>b</sup>	7.14±1.17 <sup>a</sup>	7.03±1.12 <sup>bc</sup>	6.73±1.19 <sup>c</sup>

Note: <sup>a,b,c</sup> Mean values with different letters in each column are significantly different ( $p\leq 0.05$ )

<sup>ns</sup> Mean are not significantly different ( $p>0.05$ )

นอกจากนี้เม็ดเจลยังมีปริมาณน้ำเชื่อมที่เท่ากัน จึงไม่ส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านรสชาติ และความเข้มข้นของโซเดียมอัลจีเนตที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อรสชาติของเม็ดเจลเช่นกัน โดยความเข้มข้นของโซเดียมอัลจีเนตจะส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส ในขณะที่คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏมีแนวโน้มมากขึ้นตามปริมาณโซเดียมอัลจีเนต โดยเม็ดเจลที่ได้มีลักษณะเป็นทรงกลมมากขึ้น แต่คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีปริมาณ

โซเดียมอัลจีเนตเพิ่มมากขึ้น เมื่อพิจารณาค่า Hardness ใน Table 3 พบว่า ค่า Hardness ของเม็ดเจลน้ำชาที่มีโซเดียมอัลจีเนตแตกต่างกัน 4 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) แต่ภาพรวมของค่า Hardness จากการทดสอบด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส พบว่าเม็ดเจลน้ำชามีแนวโน้มค่า Hardness สูงขึ้นตามปริมาณโซเดียมอัลจีเนต ซึ่งกล่าวได้ว่า ปริมาณโซเดียมอัลจีเนตที่แตกต่างกันส่งผลต่อความแข็งของเม็ดเจลน้ำชา จึงส่งผลต่อคะแนนความชอบ

ด้านเนื้อสัมผัสตามมาด้วย จากภาพรวมผลการทดลอง Table 2 กล่าวได้ว่า ปริมาณโซเดียมอัลจิเนตส่งผลต่อคุณภาพเม็ดเจลในคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบโดยรวมต่อคุณลักษณะของเม็ดเจนน้ำชาที่มีความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตที่ร้อยละ 1 สูงสุด จึงอาจกล่าวได้ว่าความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตที่เหมาะสมให้กับเม็ดเจนน้ำชา อยู่ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1

มีงานวิจัยเรื่องการพัฒนาเม็ดปิดสัซซิมะม่วงโดยใช้เทคนิคการขึ้นรูปทรงกลม พบว่าเนื้อสัมผัสด้านความแน่นเนื้อของเม็ดปิดสัซซิมะม่วงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตเพิ่มมากขึ้น<sup>10</sup> นอกจากนี้มีงานวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์เม็ดเจนน้ำชาทรงกลม ที่พบว่าค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของเม็ดเจนน้ำชาที่มีค่าความแข็งมากขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมแลคเตสเพิ่มมากขึ้น<sup>11</sup>

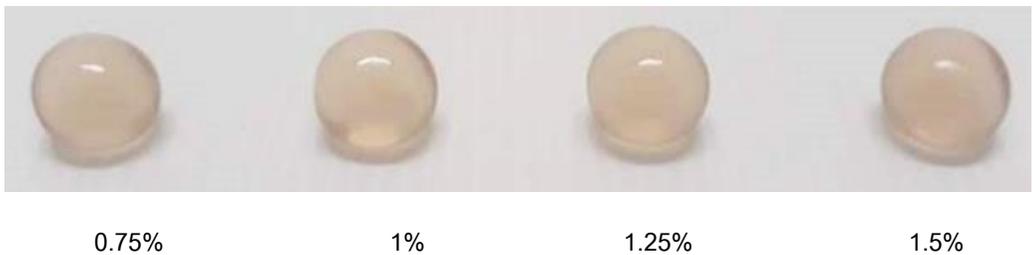


Figure 2. Chaya tea gel with different sodium alginate concentrations

Table 3. Physical characteristics of chaya tea gel bead with different sodium alginate concentrations

Physical characteristics	Sodium Alginate (%w/w)			
	0.75%	1%	1.25%	1.5%
Hardness <sup>ns</sup> (g)	301.33±96.50	313.33±16.16	324.00±6.00	367.33±50.89
L <sup>*ns</sup>	22.09±0.74	22.42±0.95	22.69±1.01	23.16±0.30
a <sup>*ns</sup>	0.68±0.18	0.66±0.27	0.76±0.26	1.08±0.34
b <sup>*ns</sup>	1.95±0.55	1.87±0.89	2.25±0.84	3.00±0.64

Note: <sup>ns</sup> Mean are not significantly different (p>0.05)

ขั้นตอนการเกิดเจลจะเกิดจากโซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียมแลคเตสจับตัวประสานกันเป็นโครงสร้างตาข่ายคล้ายกล่องไข่ (Egg box) จึงส่งผลให้เม็ดเจนน้ำชาที่มีลักษณะเป็นเม็ดทรงกลม

ถ้าความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตและความเข้มข้นของแคลเซียมแลคเตสมีความเข้มข้นมากขึ้น กระบวนการเกิดเป็นเม็ดเจนน้ำชาจะมีเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เม็ดเจนน้ำชาจึงมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น

ตามไปด้วย แต่ถ้าไซโตเดียมอัลจินเตและแคลเซียมแลคเตสเกิดการกับจับตัวกันได้อย่างสมบูรณ์และเพียงพอแล้ว การเพิ่มความเข้มข้นขึ้นไปอีกจะไม่ส่งผลต่อค่าเนื้อสัมผัสของเม็ดเจล<sup>12</sup> นอกจากนี้มีงานวิจัยที่กล่าวไว้ว่า ธรรมชาติของเม็ดเจลจะมีรสชาติอ่อนลง ถ้าเม็ดเจลมีความแข็งมากขึ้น<sup>13</sup> เมื่อพิจารณาค่าสีใน Table 3 พบว่า ค่าสี ( $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$ ) พบว่าความเข้มข้นของไซโตเดียมอัลจินเตไม่มีผลต่อค่าสีของเม็ดเจลง่ายๆ โดยเม็ดเจลจะมีลักษณะใสเป็นสีของน้ำชา ซึ่งแสดงได้ Figure 2

### สรุปผลการวิจัย

ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสน้ำชาผักขยาผสมข้าวเหนียวดำคั่วที่มีปริมาณหวานอยู่ที่ 5 °Brix และ 7 °Brix สูงสุด และเมื่อศึกษาความเข้มข้นไซโตเดียมอัลจินเตที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปทรงกลมของผลิตภัณฑ์ชาผักขยาผสมข้าวเหนียวดำคั่ว พบว่า เมื่อความเข้มข้นไซโตเดียมอัลจินเตมากขึ้น ผู้ทดสอบชิมมีแนวโน้มให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสลดน้อยลง แต่คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏมากขึ้น เมื่อศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสและค่าสีของเม็ดเจล พบว่า เม็ดเจลง่ายๆที่มีความเข้มข้นไซโตเดียมอัลจินเตแตกต่างกัน 4 ระดับ ไม่มีผลต่อค่าสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แต่มีแนวโน้มที่เม็ดเจลจะมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นตามปริมาณไซโตเดียมอัลจินเต เนื่องจากความเข้มข้นของไซโตเดียมอัลจินเตที่มากขึ้น ส่งผลให้กระบวนการเกิดเป็นเม็ดเจลง่ายๆเพิ่มมากขึ้น เม็ดเจลมีความแข็งและมีความเป็นทรงกลมมากขึ้น ซึ่งความเข้มข้นของไซโตเดียมอัลจินเตที่เหมาะสมใช้กับเม็ดเจลง่ายๆผักขยาผสมข้าวเหนียวดำคั่วอยู่ที่ร้อยละ 1 ซึ่งเป็น

ความชอบโดยรวมที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด ซึ่งประโยชน์ของการทำเม็ดเจลง่ายๆ เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สามารถนำไปประยุกต์ทานคู่กับเครื่องดื่มได้ และควรศึกษาอายุการเก็บรักษาของเม็ดเจลง่ายๆหรือลักษณะของเม็ดเจลง่ายๆที่เปลี่ยนไปในระหว่างการเก็บรักษา

### เอกสารอ้างอิง

1. ลีเนินาถ สุขทนารักษ์, ณัฐพล กาจจุลศรี, สกล สุวรรณทัตพะ, บุศรา ไวยโกควา. การผลิตเจลง่ายๆเปลือกแก้วมังกรเสริมรสด้วยเทคนิคการขึ้นรูปทรงกลมแบบย้อนกลับ. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก 2564;14:25-31.
2. ลีเนินาถ สุขทนารักษ์, สุธิดา รักษาอินทร์, วาสนา พูลฤทธิ, ณัฐพล ครามเขียว. การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำชาดาวอินคาด้วยเทคนิคการขึ้นรูปทรงกลม. การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างสถาบัน ครั้งที่ 6; 6 มิถุนายน 2561; มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ. สมุทราสาร: 2561.
3. พัชรีย์ คำประเวช, สุธีรา วัฒนกุล. การผลิตเม็ดบีตส์น้ำเสาวรสดด้วยเทคนิครีเวิร์สเฟิซริฟิเคชัน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2561;26:1381-93.
4. Gaikhead SA, Kulthe AA, Suthar TR. Characterization of flavoured sweet water balls prepared by basic spherification technique. Int J Chem Stud 2019;7:1714-8.

5. Kuti JO, Kuti HO. Proximate composition and mineral content of two edible species of *Cnidoscolus* (tree spinach). *Plant food hum nutr* 1999;53:275-83.
6. พัชรลักษณ์ วัฒนไชย, สีนีนาด สุขทนารักษ์. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (ฟูริคาเกะ) รสกระเพราเสริมใบชาया. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2565;17:131-40.
7. สัจฉาวัลย์ ชมภูจา. การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมั่นโถวเชิงสุขภาพด้วยการเสริมน้ำผักชาया. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเฉลิมพระเกียรติ 2563;6:21-31.
8. จิราภรณ์ แก่นท้าว, ธิดารัตน์ สีสด, ชูติมาทองแก้ว. สหรัยเทียมจากใบชาया. การประชุมวิชาการระดับชาติ มอบ. ครั้งที่ 16; 11-12 กรกฎาคม 2565; มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. อุบลราชธานี: 2565.
9. รัตติยา ผจงพฤทธิ, จุริมาศ ดีอำมาตย์, สีนีนาด สุขทนารักษ์, เบญจางค์ อัจฉริยะโพธา, พัชรลักษณ์ วัฒนไชย, กนกวรรณ ปุณณะตระกูล และคณะ. การพัฒนาผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชนของชุมชนบ้านคลองอาราง: ชาสมุนไพรชาया กลิ่นข้าวเหนียวดำคั่ว. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2562;14:95-103.
10. อิศพงษ์ อุประวรรณ, ชนนภรณ์ ทองโรจน์, จรรยา ทัศนาบุตร. การผลิตเม็ดบีดส์ซอสมะม่วงโดยใช้เทคนิคการขึ้นรูปทรงกลม. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2564;16:41-56.
11. สีนีนาด สุขทนารักษ์, เบญจางค์ อัจฉริยะโพธา, วัฒนา อัจฉริยะโพธา. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เม็ดเจลน้ำส้มซ่าทรงกลม. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก 2566;16:66-74.
12. Mohamed SE, Elbadawy AK, Mamdouh AS, Smaher ME. L-Arginine grafted alginate hydrogel beads: A novel pH-sensitive system for specific protein delivery. *Arab J Chem* 2015;8:355-65.
13. Lupo B, Maestro A, Gutierrez JM, Gonzalez C. Characterization of alginate beads with encapsulated cocoa extract to prepare function food: Comparison of two gelation mechanisms. *Food Hydrocolloids* 2015;49:25-34.