

## ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ถั่วเหลืองเสริมไข่ผงแห้ง

### The Creamy Salad Dressing Formulated with Tofu and Supplement with Watermeal (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.)

ศุภักษร มาแสวง<sup>2</sup>, ศุภณัฐ เกิดน้อย<sup>1</sup>, สุรเชษฐ วรธรรมพันธ์<sup>1</sup>, ณมนต์ แดงสังวาลย์<sup>1</sup> และคັນสนีย์ ทิมทอง<sup>1\*</sup>

Supuksom Masavang<sup>2</sup>, Supanat Kirdnoi<sup>1</sup>, Surachet Wannaphan<sup>1</sup>, Nanoln Dangsungwal<sup>1</sup> and Sansanee Timthong<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาอุตสาหกรรมบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

<sup>2</sup>สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

<sup>1</sup>Department of Food Service Industry, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhorn, Dusit, Bangkok 10300, THAILAND

<sup>2</sup>Department of Food Technology, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhorn, Dusit, Bangkok 10300, THAILAND

\*Corresponding author; E-mail: sansanee.th@rmutp.ac.th

Received: 06 February 2023 /Revised: 11 April 2023 /Accepted: 11 April 2023

#### บทคัดย่อ

น้ำสลัดครีมเป็นเครื่องปรุงเพื่อเพิ่มความอยากอาหารของผู้บริโภค ในปัจจุบันผู้บริโภคตระหนักถึงผลของการบริโภคไขมันในไข่แดงและไขมันที่ใช้ในน้ำสลัด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาน้ำสลัดครีมไร้ไข่แดงด้วยเต้าหู้ถั่วเหลืองและเติมแซนแทนกัม เพื่อทดแทนเต้าหู้บางส่วนและเพิ่มความคงตัวของน้ำสลัดครีม โดยศึกษาปริมาณแซนแทนกัมที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ (ร้อยละ 0.15, 0.30 และ 0.45) และเสริมไข่ผงแห้ง เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในน้ำสลัดครีม (ร้อยละ 1.0, 2.0 และ 3.0) จากการศึกษาพบว่า การทดแทนเต้าหู้ด้วยแซนแทนกัมในน้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ ที่ร้อยละ 0.30 ได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงกว่าสูตรอื่นและมีค่าสี ค่าความหนืด และค่าการไหลใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมมากที่สุด จึงถูกนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยการเสริมไข่ผงแห้ง จากการวิจัยพบว่า การเสริมไข่ผงแห้งร้อยละ 1.0 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม สูงกว่าสูตรอื่นและอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก อีกทั้งการเสริมไข่ผงแห้งในน้ำสลัดปริมาณมากส่งผลให้ค่าความสว่าง ( $L^*$ ), ค่าดัชนีสีแดง ( $a^*$ ) และค่าการไหลของน้ำสลัดครีมมีค่าลดลง ในขณะที่ค่าดัชนีสีเหลือง ( $b^*$ ) และความหนืดของตัวอย่างสูงขึ้น ซึ่งส่งผลต่อการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพในการใช้แซนแทนกัมและไข่ผงทดแทนไข่แดงในน้ำสลัดครีมจากเต้าหู้

**คำสำคัญ:** น้ำสลัดชนิดข้น แซนแทนกัม ไข่ผงแห้ง อาหารจากพืช

## Abstract

Creamy salad dressing is widely used as a seasoning to enhance consumers' appetite. Nowadays, consumers are aware of the effects of consuming egg yolk and the fat used in salad dressings. The purpose of this study was to develop an egg-free creamy salad dressing with tofu and the tofu substitution with xanthan gum to increase the texture of such products. The appropriate amount of xanthan gum in tofu cream salad dressing was studied (0.15, 0.30, and 0.45%) and then dried watermeal was added to increase the nutritional value of the creamy salad dressing (1.0, 2.0 and 3.0%). The study found that replacement tofu with xanthan gum in cream salad dressing at 0.3% was the appropriate amount due to it received the highest liking scores in terms of textural and overall acceptance and had color, viscosity, and flow values closest to the control sample. Therefore, it was used to develop products by supplementing dried watermeal. The study found that a 1.0% supplementation caused panelists to rate their preference for appearance, color, taste, texture and overall preference higher than the other formulas with the moderate to very like level. Furthermore, high supplementation of dried watermeal resulted in lower lightness ( $L^*$ ), redness ( $a^*$ ) values, and consistency of creamy salad dressing, while yellowness ( $b^*$ ) and viscosity were increased which affected the sensory evaluation of the panelists. The findings of this study suggested a high potential for using xanthan gum and watermeal as egg replacers in tofu creamy salad dressing.

**Keywords:** Creamy salad dressing, Xanthan gum, Dried watermeal, Plant-based food

## บทนำ

ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดครีมแบบเทราด (Pourable salad dressing) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์อิมัลชันแบบน้ำมันในน้ำมีลักษณะเป็นซอสข้นเหนียวสีเหลืองซึ่งมักทำจากน้ำมันพืช น้ำส้มสายชูกลั่น น้ำตาล ไข่แดง มัสตาร์ด แป้งดัดแปร น้ำ และเกลือ<sup>1</sup> และมีปริมาณไขมันร้อยละ 20-80 ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำสลัด<sup>2,3</sup> ซึ่งไข่แดงเป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่ทำให้อิมัลชันที่เสถียรและมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับได้ อิมัลซิไฟเออร์สามารถลดแรงตึงผิวระหว่างเฟสของน้ำมันและน้ำได้ และสามารถป้องกันการรวมตัวของหยดน้ำมัน

โดยการสร้างสารเคลือบป้องกันรอบ ๆ หยดน้ำมัน<sup>4</sup> ไข่แดงมีปริมาณคอเลสเตอรอลและกรดไขมันอิ่มตัวสูง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของโรคหัวใจและหลอดเลือด นอกจากนี้ไข่แดงยังสามารถเพิ่มความเสถียรต่อการปนเปื้อนของจุลินทรีย์และลดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ความต้องการของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมันต่ำและปราศจากคอเลสเตอรอลที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ในปัจจุบันผู้บริโภคได้เพิ่มความสนใจในการใช้ส่วนประกอบอาหารที่มาจากพืช รวมถึงถั่วเมล็ดแห้ง ถั่วลันเตา ถั่วชิกพี และถั่วเลนทิล แป้งธัญพืชทั้งเมล็ด โปรตีน และไฟเบอร์

เป็นต้น เนื่องจากคุณสมบัติทางโภชนาการและคุณสมบัติเชิงหน้าที่เป็นเอกลักษณ์ จึงมีการใช้วัตถุดิบเหล่านี้ในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปเพิ่มค่าเพิ่มต่าง ๆ รวมถึงขนมปัง พาสต้า และน้ำสลัด<sup>4</sup> ด้วยเหตุนี้จึงมีการศึกษาเพื่อใช้วัตถุดิบจากพืช เช่น เต้าหู้ถั่วเหลือง เพื่อทำให้น้ำสลัดครีมคงลักษณะที่ดีใกล้เคียงเหมือนสูตรดั้งเดิมที่ผลิตด้วยไข่แดง เต้าหู้เป็นผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง ประกอบด้วยโปรตีนจากถั่วเหลือง ไอโซฟลาโวน มีปริมาณไขมันอิ่มตัวต่ำ และปราศจากคอเลสเตอรอล การบริโภคโปรตีนจากถั่วเหลืองและไอโซฟลาโวนจึงมีผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค<sup>5</sup> เนื่องจากไอโซฟลาโวนเป็นฮอร์โมนเอสโตรเจนที่ช่วยในการดูดซึมแคลเซียม บรรเทาอาการกระดูกพรุนและมีสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยป้องกันการโรคมะเร็ง<sup>6,7</sup> องค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) แนะนำให้บริโภคโปรตีนถั่วเหลือง 25 กรัมต่อวัน<sup>8</sup> ซึ่งมีงานวิจัยที่ใช้เต้าหู้ถั่วเหลืองเพื่อพัฒนาคุณภาพของน้ำสลัด เช่น ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้พลังงานต่ำที่พัฒนาโดยใช้เต้าหู้ถั่วเหลืองร้อยละ 30 ส่งผลให้น้ำสลัดมีปริมาณโปรตีนสูงขึ้นแต่ปริมาณไขมันลดลงจากสูตรพื้นฐาน ซึ่งผู้บริโภคให้การยอมรับไม่แตกต่างจากน้ำสลัดสูตรพื้นฐาน<sup>9</sup> และสูตรน้ำสลัดครีมที่ผลิตจากเต้าหู้ถั่วเหลืองเพื่อทดแทนการใช้ไข่แดงอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก ที่ร้อยละ 22 และน้ำมันมะพร้าวเพื่อทดแทนน้ำมันถั่วเหลืองที่ร้อยละ 37 ทำให้น้ำสลัดได้รับคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุด และมีการเปลี่ยนแปลงค่าความกรด-ด่าง สี และความเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน<sup>10</sup>

การใช้อิมัลซิไฟเออร์เพื่อทดแทนไข่แดงในการพัฒนาสูตรน้ำสลัด ได้แก่ ไฮโดรคอลลอยด์และโพลีแซคคาไรด์ ซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะด้านการเกิดเจลและทำให้เกิดความข้นหนืด เช่น แซนแทนกัม กัวร์กัม โคลสบินกัม กัมอาระบิก และเพคติน มักถูกใช้เพื่อเพิ่มเนื้อสัมผัส ป้องกันการแยกตัวของน้ำสลัดจากแรงโน้มถ่วง และเพิ่มความคงตัวในระยะยาวให้กับน้ำสลัด<sup>11</sup> กัมเหล่านี้มักจะให้ความชุ่มชื้นสูงและประกอบด้วยโมเลกุลหรือมวลรวมที่ขยายขนาดได้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักโมเลกุล ระดับการแตกแขนง โครงสร้าง และความยืดหยุ่น รวมถึงมีความสามารถในการเพิ่มความหนืดให้กับอาหาร<sup>12</sup> แซนแทนกัมเป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่นิยมใช้ในอาหารชนิดหนึ่งเป็นเยื่อโพรพิลแซคคาไรด์ ที่ผลิตจากจุลินทรีย์โดยการหมักแบบไซซอกซิเจนของเชื้อ *Xanthomonas campestris* มีเซลลูโลสแกนหลักมีสายโซ่กิ่งที่ประกอบด้วยหน่วยแมนโนสสองหน่วยคั่นด้วยกรดกลูโคโรนิก ทำให้สามารถละลายได้ทั้งในน้ำร้อนหรือน้ำเย็น มีความหนืดสูงที่ความเข้มข้นต่ำ และมีความเสถียรดีเยี่ยมในระบบความร้อนและกรด<sup>13</sup> จึงมักถูกใช้เป็นสารก่อเจลเพื่อให้ความข้นหนืดในผลิตภัณฑ์นม ขนมอบ เครื่องดื่ม ชูป ซอส และน้ำสลัด ซึ่งพบการใช้แซนแทนกัมในการพัฒนาสูตรการผลิตน้ำสลัดเพื่อเพิ่มความหนืดในเฟสของน้ำ ป้องกันการเกิดแยกชั้นครีม และการแยกชั้นของอิมัลชัน<sup>14</sup> เช่น น้ำสลัดเสริมแป้งเลนทิล ร้อยละ 7 และแซนแทนกัมร้อยละ 0.25 เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ<sup>11</sup> การเติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.5 เพื่อเพิ่มความคงตัวของน้ำสลัดจากน้ำมันมะกอกและน้ำส้มแอปเปิ้ลที่เก็บในตู้เย็นได้นานถึง 90 วัน ที่มักส่งผลต่อความหนืดของน้ำสลัดที่ถือเป็นคุณลักษณะที่สำคัญจากมุมมองของผู้บริโภค

ไข่ ผ่า หรือ ไข่ น้ำ (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) สามารถเป็นส่วนผสมของอาหารที่มาจากพืชในขนาดคตและเป็นแหล่งโปรตีนทางเลือกที่ยั่งยืนและมีศักยภาพในการทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ซึ่งเป็นโปรตีนที่ดีต่อสุขภาพ<sup>15</sup> ไข่ผ่าเป็นพืชสีเขียวในน้ำ มีขนาดเล็ก ลอยน้ำอย่างอิสระ ซึ่งสามารถพบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำที่เคลื่อนไหวช้า ๆ เช่น ทะเลสาบและสระน้ำ<sup>16,17</sup> ปริมาณสารอาหารของไข่ผ่าได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในการพัฒนาสูตรอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ อาหารเสริมเพื่อสุขภาพ และผลิตภัณฑ์อาหารเกิดใหม่สำหรับมนุษย์<sup>18,19</sup> มีรายงานว่าไข่ผ่ามีปริมาณโปรตีนร้อยละ 20-30 ซึ่งสูงกว่าที่พบในธัญพืช<sup>19</sup> ไขมันร้อยละ 4-7 แป้งร้อยละ 4-10 และยังประกอบด้วยสารแคโรทีนอยด์และโพลีฟีนอล เช่น ฟลาโวนอยด์และแอนโทไซยานิน ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ<sup>15</sup> จากคุณสมบัติเบื้องต้นไข่ผ่าจึงเหมาะสมที่จะเป็นวัตถุดิบจากพืชที่ใช้ในการเสริมโปรตีนและคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์อาหาร

จากข้อมูลวิจัยผู้วิจัยได้เล็งเห็นประโยชน์ของการนำไข่ผ่าซึ่งเป็นพืชพื้นบ้านของไทยที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะโปรตีน มาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ เพื่อเป็นแนวทางการนำไข่ผ่าซึ่งเป็นผักพื้นบ้านมายกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลาย และเป็นการเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับไข่ผ่า อีกทั้งเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กลุ่มผู้บริโภคที่สนใจบริโภคอาหารที่เน้นพืชเป็นหลักและเหมาะสมกับพฤติกรรมของผู้บริโภคในปัจจุบัน

## วิธีการวิจัย

### 1. วัตถุดิบ

เต้าหู้ถั่วเหลือง น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ลธรรมชาติเข้มข้นร้อยละ 5 น้ำมันสลัด น้ำตาลทราย พริกไทยแซนแทนกัม และผงไข่ผ่าอบแห้ง

### 2. การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแซนแทนกัมที่ใช้ในน้ำสลัดครีมจากเต้าหู้

น้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ดัดแปลงจากสูตรของพรทวิ และสุวรรณา<sup>9</sup> ผลิตด้วยส่วนผสมแสดงเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก ได้แก่ เต้าหู้ถั่วเหลือง (ร้อยละ 35.50) น้ำส้มสายชูหมัก (ร้อยละ 10.65) น้ำมันสลัด (ร้อยละ 41.70) น้ำตาลทราย (ร้อยละ 10.10) เกลือป่น (ร้อยละ 1.77) และพริกไทยป่น (ร้อยละ 0.28) สำหรับการการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแซนแทนกัมที่ใช้ในน้ำสลัดครีมจากเต้าหู้โดยการเติมแซนแทนกัมที่ร้อยละ 0.15 0.30 และ 0.45 เพื่อทดแทนเต้าหู้ถั่วเหลือง ดังสูตรน้ำสลัดที่แสดงใน Table 1 การเตรียมน้ำสลัดเริ่มจากเติมน้ำตาลทรายและแซนแทนกัมในน้ำเปล่าคนให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง เพื่อให้แซนแทนกัมดูดซับน้ำได้อย่างเต็มที่ จากนั้นเติมส่วนผสมอื่น ๆ ลงไป ยกเว้นน้ำมันสลัด แล้วตีผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องตีผสมอาหาร (ยี่ห้อ Electrolux รุ่น EHM3407) หัวตะกร้อด้วยความเร็วปานกลาง 3 นาที เพื่อให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ขั้นตอนสุดท้ายเติมน้ำมันสลัดและตีผสมต่อด้วยความเร็วสูงสุด 5 นาที น้ำสลัดครีมสูตรควบคุมเตรียมโดยใช้วิธีเดียวกันแต่ไม่เติมแซนแทนกัม น้ำสลัดทุกสูตรถูกจัดเก็บในขวดแก้วปิดฝาให้สนิทและที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพ

Table 1. The recipes used for the preparation of different formulated creamy salad dressing

Ingredients (% w/w)	Xanthan substitution (% w/w)			
	0 (Control)	0.15	0.30	0.45
Tofu	35.50	35.35	35.20	35.05
Vinegar	10.65	10.65	10.65	10.65
Oil	41.70	41.70	41.70	41.70
Sugar	10.10	10.10	10.10	10.10
Salt	1.77	1.77	1.77	1.77
Pepper	0.28	0.28	0.28	0.28
Xanthan gum	0	0.15	0.30	0.45

### 3. ศึกษาผลของการเสริมไข่ผงแห้งในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดครีมจากเต้าหู้

ศึกษาปริมาณของไข่ผงแห้งที่เสริมในน้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ด้วยปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1, 2 และ 3 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด โดยใช้สูตรการผลิตน้ำสลัดที่เติมแทนแทนกัมในปริมาณที่เหมาะสมที่คัดเลือกจากขั้นตอนในข้อ 2 เพื่อศึกษาผลของการเสริมไข่ผงแห้งที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดครีมจากเต้าหู้

### 4. การตรวจสอบคุณภาพของน้ำสลัดครีม

#### 4.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation)

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีการชิม แบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 50 คน ซึ่งเป็นบุคลากรและนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะ

เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร นำเสนอตัวอย่างน้ำสลัดครีมพร้อมขนมปังกรอบรสจืดที่อุณหภูมิห้อง ทำการติดป้ายรหัสแบบสุ่มด้วยเลข 3 หลัก และตอ้งกลั้วปากด้วยน้ำอุ่นเพื่อกำจัดรสชาติของตัวอย่างก่อนหน้า นำเสนอที่ละตัวอย่างตามลำดับ

#### 4.2 การวัดค่าสี (Color measurement)

วัดค่าสีในระบบ CIE L\* a\* b\* ของน้ำสลัดครีมด้วยเครื่อง Spectrophotometer (CM-3500 d, Konica Minolta, Japan) แล้วบันทึกค่า L\* a\* และ b\* โดยค่าความสว่าง (L\*) มีค่าตั้งแต่ 0-100 ค่าดัชนีสีแดง (a\*) เมื่อค่า a\* มีค่าบ่งบอกถึงความเป็นสีแดง หากค่า a\* มีค่าลบ บ่งบอกถึงความเป็นสีเขียว และค่าดัชนีสีเหลือง (b\*) เมื่อค่า b\* มีค่าบ่งบอกถึงความเป็นสีเหลือง หากค่า b\* มีค่าลบ บ่งบอกถึงความเป็นสีน้ำเงิน

#### 4.3 การวัดค่าความหนืด (Apparent viscosity)

ความหนืดของน้ำสลัดครีมถูกวัดที่อุณหภูมิ 25±3 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่อง Brookfield viscometer (ยี่ห้อ Brookfield รุ่น DV-II+, Brookfield

Engineering Laboratories, Inc., Massachusetts, U.S.A.) พร้อมกับหัววัด (Spindle) ที่เป็นแกนหมุนจำนวน 5 ก่อนการวัดให้นำน้ำสลัดครีมทุกตัวอย่างวางไว้บนอกตู้เย็นเพื่อให้ น้ำสลัดครีมคลายความเย็น จากนั้นวิเคราะห์ค่าความหนืดของน้ำสลัดครีมที่อุณหภูมิ  $25 \pm 3$  องศาเซลเซียส การอ่านค่าความหนืดตัวอย่าง ใช้ปริมาตร 400 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ 500 มิลลิลิตร ทำการวัดค่าที่ความเร็ว 10 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 วินาที ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ บันทึกความหนืดในหน่วยเซนติพอยต์ (Centipoise, cPs)

#### 4.4 การวัดค่าการไหล (Consistency)

นำน้ำสลัดครีมมาวัดค่าการไหลบนรางวัดของเครื่อง Bostwick consistometer ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แล้ววัดระยะทางการไหล ในเวลา 30 วินาที ทำการวัดจำนวน 3 ซ้ำ แล้วบันทึกระยะทางการไหลของน้ำสลัดในหน่วยเซนติเมตร (cm)

### 5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design; RCBD) สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัด และวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) สำหรับการเปรียบเทียบค่าความหนืด ค่าสี และค่าการไหลของน้ำสลัด โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล (One way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

#### 1. การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแซนแทนกัมที่ใช้ในน้ำสลัดครีมจากเต้าหู้

##### 1.1 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.15, 0.30 และ 0.45 เพื่อทดแทนเต้าหู้ถั่วเหลืองบางส่วนโดยส่งผลให้เกิดความข้นหนืดและเพิ่มความคงตัวของน้ำสลัดครีม (Table 2) พบว่า ค่าคะแนนความชอบทุกด้านมีระดับอยู่ในช่วงค่าเฉลี่ยระหว่าง 6.54-7.58 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับชอบปานกลาง คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติ ของน้ำสลัดครีมทั้ง 3 สูตร ไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ขณะที่คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมของน้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.30 และ 0.45 มีคะแนนสูงกว่าน้ำสลัดสูตรที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.15 ( $p \leq 0.05$ ) เนื่องจากน้ำสลัดทั้ง 2 สูตร มีความข้นมากกว่าน้ำ มีรายงานการใช้แซนแทนกัมในผลิตภัณฑ์แซนวิชสเปรดจากงาดำ (Black sesame spread)<sup>20</sup> พบว่า เมื่อปริมาณของแซนแทนกัมในสูตรการผลิตเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้สเปรดมีความเหนียว (Cohesive) มากขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติการอุ้มน้ำของแซนแทนกัม อีกทั้งเมื่อมีการเติมแซนแทนกัมมากขึ้นทำให้น้ำสลัดมีความเหนียวและเคลือบบนชิ้นขนมปังกรอบขณะชิมได้ดี ด้วยเหตุนี้จึงทำผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมต่อน้ำสลัดครีมที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.30 และ 0.45 สูง และไม่พบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตรนี้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องผลของแซนแทนกัมต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและประสาทสัมผัสของสเปรดงาดำ<sup>21</sup>

ที่พบว่า การเติมแซนแทนกันมากกว่าร้อยละ 0.04 ในสเปรดจากงา มีผลให้ผลิตภัณฑ์มาก ความเหนียวมาก ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการทดแทนเต้าหู้บางส่วนด้วยแซนแทนกัน ไม่ส่งผลต่อคะแนน

ความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติ แต่ส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม

Table 2. Mean sensory scores of creamy salad dressing added different xanthan gum levels

Properties	Xanthan substitution (% w/w)		
	0.15	0.30	0.45
Appearance <sup>ns</sup>	7.28±1.21	7.44±1.01	7.48±0.81
Color <sup>ns</sup>	7.16±1.31	7.22±1.06	7.36±0.90
Odor <sup>ns</sup>	6.64±1.38	6.64±1.43	6.74±1.19
Taste <sup>ns</sup>	6.54±1.33	7.02±1.38	7.04±1.23
Texture	6.58±1.23 <sup>b</sup>	7.58±1.05 <sup>a</sup>	7.44±1.09 <sup>a</sup>
Overall acceptance	6.86±1.21 <sup>b</sup>	7.32±1.21 <sup>a</sup>	7.34±0.92 <sup>a</sup>

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

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

### 1.2 ผลการวิเคราะห์หัตถ์ค่าสี (Color)

น้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ที่เติมแซนแทนกัน เพื่อทดแทนเต้าหู้ถั่วเหลืองบางส่วน ที่ร้อยละ 0.15, 0.30 และ 0.45 โดยน้ำหนักรวมของส่วนผสมทั้งหมด ผลการวัดค่าสีพบว่าค่าความสว่าง ( $L^*$ ) เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าดัชนีสีเหลือง ( $b^*$ ) ลดลง เมื่อมีการเติมแซนแทนกันในสูตรการผลิตเพิ่มขึ้น ( $p \leq 0.05$ ) ส่วนการเติมแซนแทนกันไม่ส่งผลต่อค่าดัชนีสีแดง ( $a^*$ ) ( $p > 0.05$ ) (Table 3) การเปลี่ยนแปลงของ  $L^*$  ที่เกิดขึ้นเนื่องจากเต้าหู้ถั่วเหลืองที่อยู่ในน้ำสลัดซึ่งเป็นเต้าหู้เนื้ออ่อนที่มีสีเหลืองอ่อน<sup>10</sup> อีกทั้งค่าความสว่างที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการเติมแซนแทนกันเพิ่มขึ้น อาจเป็นเพราะแซนแทนกันมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ดี ดังนั้นจึงส่งผลให้ดูดซับน้ำไว้

ภายในโครงสร้างเจลได้<sup>22</sup> นอกจากนี้ลักษณะของแซนแทนกันเมื่อละลายน้ำจะให้เจลมีลักษณะขาวขุ่น<sup>23</sup> ทำให้น้ำสลัดครีมมีสีที่สว่างมากขึ้น ส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีสีเหลืองเป็นผลจากสัดส่วนของเต้าหู้ถั่วเหลืองและแซนแทนกันของน้ำสลัดครีม โดยสูตรควบคุมจะมีค่าดัชนีสีเหลืองสูงที่สุดและลดลงเมื่อในสูตรการผลิตมีปริมาณของเต้าหู้ถั่วเหลืองลดลงในขณะที่แซนแทนกันเพิ่มขึ้น (Figure 1)

### 1.3 ผลการวิเคราะห์หัตถ์ค่าความหนืด (Apparent viscosity)

ค่าความหนืดของน้ำสลัดครีมจากเต้าหู้เพิ่มขึ้นเมื่อมีการเติมแซนแทนกันเพิ่มขึ้น ซึ่งน้ำสลัดครีมสูตรควบคุมมีค่าความหนืดต่ำที่สุด และสูตรที่

เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.45 มีค่าความหนืดสูงที่สุด (Table 3) แซนแทนกัมซึ่งเป็นสารไฮโดรคอลลอยด์มีคุณสมบัติการกัมน้ำสูง น้ำหนักโมเลกุลขนาดใหญ่และมีโครงสร้างที่เป็นสายโพลีแซคคาไรด์แบบเส้นตรงและแบบกึ่ง<sup>24</sup> การเพิ่มขึ้นของปริมาณไฮโดรคอลลอยด์สามารถนำไปสู่ระดับการยึดเกาะกันของสายโซ่ที่เพิ่มขึ้น เช่น พันธะไฮโดรเจนของน้ำกับหมู่ไฮดรอกซิล และการเปลี่ยนแปลงรูปแบบความเร็วของของเหลวโดยโมเลกุลที่จับกันน้ำของตัวถูกละลายในระบบอิมัลชัน ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าเมื่อความเข้มข้นของแซนแทนกัมเพิ่มขึ้นส่งผลให้โมเลกุลที่มีน้ำหนักโมเลกุลขนาดใหญ่มีจำนวนมากขึ้นเกิดขึ้นในระบบอิมัลชัน ทำให้อิมัลชันเพิ่มความต้านทานต่อการไหลและทำให้เกิดความหนืดของอิมัลชัน<sup>4</sup> ซึ่งพบรายงานการศึกษาผลของแซนแทนกัมที่ทำให้อาหารมีความเพิ่มหนืดขึ้นเช่นเดียวกันกับน้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ เช่น น้ำสลัด

เสริมถั่วเลนทิล<sup>4</sup> ซอสมะเขือเทศ<sup>25</sup> น้ำสลัดจากน้ำมันมะกอกและน้ำส้มแอปเปิ้ล<sup>26</sup>

#### 1.4 ผลการวิเคราะห์วัดค่าการไหล (Consistency)

การเติมแซนแทนกัมเพื่อทดแทนเต้าหู้ถั่วเหลืองบางส่วนในสูตรการผลิตน้ำสลัดครีมส่งผลให้ค่าการไหลลดลง (Table 3) เนื่องจากการเติมแซนแทนกัมปริมาณมากขึ้นทำให้น้ำสลัดครีมมีความเหนียวเพิ่มขึ้น<sup>18</sup> ส่งผลให้สลัดครีมเคลื่อนที่บนรางของเครื่องวัดค่าการไหลได้ช้ากว่าน้ำสลัดครีมสูตรควบคุมที่ไม่ได้เติมแซนแทนกัม ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาเรื่องการพัฒนา น้ำสลัดไขมันต่ำเสริมแป้งข้าวเจ้า<sup>27</sup> ที่พบว่าแซนแทนกัมทำให้น้ำสลัดไขมันต่ำเสริมข้าวเจ้ามีค่าดัชนีการไหลลดลงเนื่องจากสารละลายแซนแทนกัมมีความหนืดสูงและมีความเป็น Shear thinning น้อยลงเมื่อเพิ่มสัดส่วนของแซนแทนกัมในสูตรของน้ำสลัด

**Table 3.** Changes in the physical properties of creamy salad dressing added different xanthan gum levels

Properties	Xanthan substitution (% w/w)			
	0 (Control)	0.15	0.30	0.45
Color				
L*	80.15±0.06 <sup>c</sup>	78.90±0.13 <sup>d</sup>	80.52±0.04 <sup>b</sup>	81.01±0.20 <sup>a</sup>
a* <sup>ns</sup>	0.70±0.08	0.72±0.06	0.70±0.05	0.72±0.02
b*	17.18±0.08 <sup>a</sup>	16.57±0.13 <sup>b</sup>	16.18±0.08 <sup>c</sup>	16.13±0.10 <sup>c</sup>
Apparent viscosity (cPs)	6,446.67±61.10 <sup>d</sup>	8,540.00±91.65 <sup>c</sup>	18,213.33±80.83 <sup>b</sup>	43,713.33±155.35 <sup>a</sup>
Consistency (cm)	8.75±0.35 <sup>a</sup>	8.80±0.57 <sup>a</sup>	4.50±0.14 <sup>b</sup>	2.8±0.42 <sup>c</sup>

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

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

### 1.5 ผลการตรวจสอบ โครงสร้างจุลภาค (Microstructure)

การกระจายตัวของอนุภาคในอิมัลชันของน้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ที่มีความเข้มข้นของแซนแทนแทนกัมแตกต่างกันสามารถตรวจสอบได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ดังแสดงใน Figure 1 ตัวอย่างน้ำสลัดครีมสูตรควบคุมมีการกระจายตัวของอนุภาคน้ำมันไม่สม่ำเสมอ มีรูปทรงไม่แน่นอนและมีขนาดใหญ่กว่าอนุภาคในน้ำสลัดครีมสูตรที่เติมแซนแทนแทนกัมร้อยละ 0.15 มีขนาด

อนุภาคสม่ำเสมอ รูปร่างกลม ขนาดหยดน้ำมันใหญ่กว่าอนุภาคในน้ำสลัดครีมสูตรที่เติมแซนแทนแทนกัมร้อยละ 0.3 และ 0.45 ตามลำดับ ซึ่งสูตรที่เติมแซนแทนแทนกัมเพิ่มขึ้นส่งผลให้การกระจายตัวของอนุภาคในน้ำสลัดครีมเป็นระเบียบมากขึ้น จากศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าความหนืดของน้ำสลัดมักจะเพิ่มขึ้นจากการเติมแซนแทนแทนกัมที่มีความเข้มข้นสูง และอาจเป็นผลให้หยดน้ำมันในน้ำสลัดมีขนาดเล็กกลงและไม่จับตัวเป็นก้อน<sup>26,28</sup>

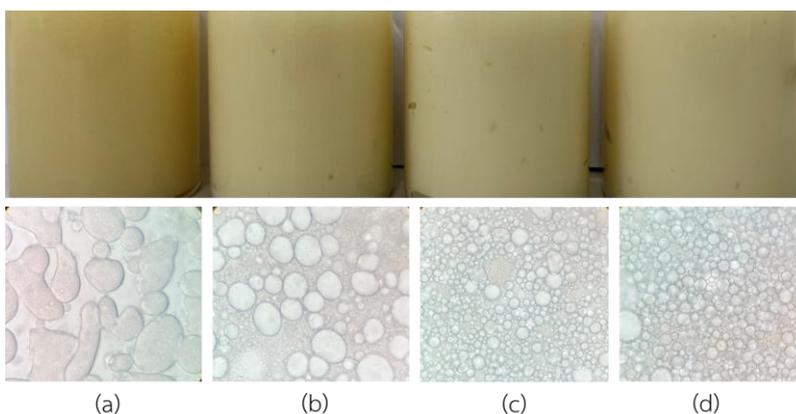


Figure 1. General characteristics of different creamy salad dressings (Upper). The lower figure was microstructure under microscopy (x40). a, b, c and d were control, 0.15%, 0.30% and 0.45% xanthan gum substitution samples, respectively.

ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสและคุณภาพทางกายภาพด้าน สี ความหนืดและค่าการไหล พบว่า น้ำสลัดครีมสูตรที่เติมแซนแทนแทนกัมทดแทนเต้าหู้ถั่วเหลืองบางส่วนที่ร้อยละ 0.30 เป็นสูตรที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการวิจัยขั้นต่อไป เนื่องจากผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบในด้านเนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) และความชอบ

โดยรวมสูงและมีค่าสี ค่าความหนืด และค่าการไหลใกล้เคียงกับสูตรควบคุมมากที่สุด

## 2. การศึกษาผลของการเสริมไข่ผำแห้งในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดครีมจากเต้าหู้

### 2.1 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ที่เติมแซนแทนแทนกัมร้อยละ 0.30 และ

เสริมไข่แห้งปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1, 2 และ 3 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด พบว่าค่าคะแนนความชอบทุกด้านมีระดับอยู่ในช่วงค่าเฉลี่ยระหว่าง 7.12-8.14 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับชอบปานกลางถึงระดับชอบมาก คะแนนความชอบด้านกลิ่นของน้ำสลัดครีมทั้ง 3 สูตร ไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) ขณะที่ค่าคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สีรสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมของน้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.30 เสริมไข่แห้งร้อยละ 1.0 มีคะแนนสูงที่สุด ( $p<0.05$ ) (Table 4) ไข่แห้งมีลักษณะเป็นผงสีขาวคล้ำซึ่ง

เป็นสีของคลอโรฟิลล์ที่เป็นรงควัตถุสีเขียว มีรายงานถึงไข่แห้งที่อบด้วยอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสพบมีคลอโรฟิลล์อยู่ในช่วง 1.32-1.69 มิลลิกรัมต่อกรัม<sup>29</sup> จากเหตุนี้จึงมีผลทำให้น้ำสลัดครีมเสริมไข่แห้งมีสีเขียว เมื่อเติมในระดับต่ำจะทำให้สีน้ำสลัดครีมมีสีเขียวอ่อนกว่าสูตรที่เสริมในปริมาณมาก ซึ่งส่งผลต่อการคะแนนความชอบของผู้ทดสอบ อีกทั้งน้ำสลัดครีมที่เสริมไข่แห้งร้อยละ 2.0 และ 3.0 ทำให้น้ำสลัดมีลักษณะขุ่นเหนียวมากเกินไปจึงทำให้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบต่ำกว่าน้ำสลัดสูตรเสริมไข่แห้งร้อยละ 1.0

Table 4. Mean sensory scores of tofu creamy salad dressing supplemented with different dried watermeal powder levels

Properties	Dried watermeal supplementation (% w/w)		
	1.0	2.0	3.0
Appearance	8.04±0.88 <sup>a</sup>	7.36±0.88 <sup>b</sup>	7.34±0.77 <sup>b</sup>
Color	7.92±0.99 <sup>a</sup>	7.28±0.99 <sup>b</sup>	7.28±1.01 <sup>b</sup>
Odor <sup>ns</sup>	7.32±0.99	7.20±0.93	7.12±0.92
Taste	7.80±0.88 <sup>a</sup>	7.50±0.89 <sup>ab</sup>	7.32±0.98 <sup>b</sup>
Texture	7.84±0.91 <sup>a</sup>	7.16±1.15 <sup>b</sup>	7.22±0.97 <sup>b</sup>
Overall acceptance	8.14±0.99 <sup>a</sup>	7.38±0.90 <sup>b</sup>	7.28±0.90 <sup>b</sup>

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

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

## 2.2 ผลการวิเคราะห์วัดค่าสี (Color)

น้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.30 และเสริมไข่แห้งร้อยละ 1.0, 2.0 และ 3.0 โดยน้ำหนักรวมของส่วนผสมทั้งหมด ผลการวัดค่าสีพบว่าค่า  $L^*$  และ  $a^*$  มีค่าลดลง ในขณะที่

ค่า  $b^*$  เพิ่มขึ้น เมื่อมีการเสริมไข่แห้งในสูตรการผลิตเพิ่มขึ้น ( $p<0.05$ ) (Table 5) โดยน้ำสลัดครีมเสริมไข่แห้งร้อยละ 1 มีค่า  $L^*$  และ  $a^*$  สูงที่สุดและค่า  $b^*$  ต่ำที่สุด เนื่องจากไข่แห้งมีสีเขียวจากคลอโรฟิลล์ทำให้เมื่อเติมไข่แห้งในสูตรการผลิต

น้ำสลัดครีมส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้นเมื่อเติมไข่ ผ่าแห้งมากจะเห็นได้จากค่า  $a^*$  ที่มีค่าติดลบเพิ่มขึ้น และยังทำให้ค่า  $L^*$  ของน้ำสลัดลดลง ส่วนการเปลี่ยนแปลงของของค่า  $b^*$  แสดงให้เห็นว่าน้ำสลัดมีสีเหลืองเพิ่มในผลิตภัณฑ์ อาจเป็นเพราะคลอโรฟิลล์ที่ทำให้เกิดสีเขียวสว่างในไข่ผ่าสดซึ่งไม่ทนต่อความร้อนสามารถเปลี่ยนรูปเป็นฟิโอฟิตินเป็นสีเขียวปนน้ำตาลมักพบได้ในการแปรรูปผักและผลไม้ด้วย

ความร้อน<sup>30</sup> นอกจากนี้สารสำคัญที่มีมากในไข่ ผ่ากลุ่มแคโรทีนอยด์คือ ลูทีน (Lutein) ประกอบด้วยแซนโทโรฟิลล์ที่มีสีเหลืองประมาณ 30-80 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และทนความร้อนจากการแปรรูปได้ดีกว่าคลอโรฟิลล์<sup>31</sup> จากสาเหตุที่กล่าวมานี้อาจส่งผลให้ค่า  $b^*$  เพิ่มขึ้นได้เมื่อเสริมไข่ ผ่าแห้งในสูตรการผลิตน้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ที่เติมแซนแทนแทนกัมร้อยละ 0.30

Table 5. Changes in the physical properties of creamy salad dressing supplemented with different dried watermeal powder levels

Properties	Dried watermeal supplementation (% w/w)		
	1.0	2.0	3.0
Color			
$L^*$	54.50±0.32 <sup>a</sup>	47.00±0.22 <sup>b</sup>	42.82±0.24 <sup>c</sup>
$a^*$	-5.31±0.07 <sup>a</sup>	-6.09±0.05 <sup>b</sup>	-6.30±0.01 <sup>c</sup>
$b^*$	22.11±0.14 <sup>b</sup>	23.05±0.20 <sup>a</sup>	23.01±0.10 <sup>a</sup>
Apparent viscosity (cps)	16,080.00±156.20 <sup>c</sup>	17,440.00±274.95 <sup>b</sup>	31,680.00±80.00 <sup>a</sup>
Consistency (cm)	5.50±0.00 <sup>a</sup>	5.50±0.00 <sup>a</sup>	5.25±0.00 <sup>b</sup>

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

### 2.3 ผลการวิเคราะห์วัดค่าความหนืด (Apparent viscosity)

ค่าความหนืดของน้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.30 เพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการเสริมไข่ ผ่าแห้งในปริมาณที่เพิ่มขึ้นในสูตรการผลิต (Table 5) มีรายงานว่าไข่ ผ่าประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 20-30 ซึ่งสูงกว่าปริมาณโปรตีนที่พบในธัญพืช<sup>19</sup> โปรตีนหลักในไข่ ผ่า คือ ไบรูโลส-1, 5-บิสฟอสเฟตคาร์บอกซิเลส (Ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase, RuBisCO)

ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็น ยิ่งไปกว่านั้นโปรตีน RuBisCO ยังเป็นตัวเลือกที่ดีเพื่อใช้เสริมในอาหารจากพืช (Plant-based plant) เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการ สามารถย่อยและดูดซึมได้ง่าย รวมถึงไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้<sup>32</sup> นอกจากนี้โปรตีน RuBisCO ยังมีคุณสมบัติในการก่อเจลและความสามารถในการละลายสูง<sup>33</sup> ด้วยเหตุนี้จึงทำให้น้ำสลัดครีมที่เติมไข่ ผ่าแห้งมีลักษณะข้นหนืด

และมีค่าความหนืดที่สูงขึ้น จึงอาจส่งผลให้ผู้ทดสอบชิมชอบลักษณะของน้ำสลัดครีมที่ไม่ข้นจนเกินไปทำให้สูตรที่เติมไขมันแห้ง ร้อยละ 1.0 มีคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ สูงที่สุด

#### 2.4 ผลการวิเคราะห์หาค่าไหล (Consistency)

ค่าการไหลของน้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ที่เติมแทนแทนกัมร้อยละ 0.30 เพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการเติมไขมันแห้งในปริมาณที่เพิ่มขึ้นในสูตรการผลิต (Table 5) ซึ่งเป็นผลจากโปรตีน RuBisCO ที่มีคุณสมบัติในการเกิดเจล<sup>32</sup> ที่ส่งผลให้น้ำสลัดครีมมีลักษณะที่ข้นหนืดขึ้นซึ่งสัมพันธ์กับค่าความหนืด เมื่อมีการเติมไขมันแห้งในปริมาณที่เพิ่มขึ้น อาจเป็นเพราะเกิดโครงสร้างของเจลที่แข็งแรงขึ้นของแทนแทนกัมร่วมกับเจลที่เกิดจากโปรตีนในไขมันแห้ง ทำให้น้ำสลัดครีมที่เติมไขมันแห้งในปริมาณมากเคลื่อนที่ได้ช้ากว่าสูตรที่เติมไขมันแห้งในปริมาณน้อยกว่า

เมื่อพิจารณาคุณภาพทางกายภาพและการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดครีมที่เติมแทนแทนกัมร้อยละ 0.30 พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อตัวอย่างน้ำสลัดครีมที่เติมไขมันแห้งร้อยละ 1.0 เนื่องจากมีคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ สูงกว่าสูตรอื่น อีกทั้งมีคุณภาพ ด้านสี ความหนืด และค่าการไหลที่สอดคล้องกับผลการประเมินทางประสาทสัมผัส

#### สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ซึ่งมีการเติมแทนแทนกัมร้อยละ 0.30 เป็นสูตรที่ได้คะแนนความชอบจากประเมินทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด อีกทั้งมีคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ความหนืด และค่าการไหล ใกล้เคียงกับน้ำสลัดครีม

สูตรพื้นฐานจึงถูกนำไปพัฒนาเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการโดยการเสริมไขมันแห้งที่ร้อยละ 1.0 ซึ่งได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ สูงกว่าน้ำสลัดครีมสูตรอื่น อย่างไรก็ตาม การศึกษาคุณสมบัติอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของน้ำสลัดครีม เช่น ความคงตัว (Stability) โครงสร้างจุลภาค (Microstructure) และคุณสมบัติการไหล (Rheological properties) เป็นสิ่งที่น่าสนใจสำหรับการต่อยอดงานวิจัยในอนาคต

#### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาอุตสาหกรรมบริการอาหารและสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อนุเคราะห์อุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย

#### เอกสารอ้างอิง

1. Babajide JM, Olatunde OO. Proximate composition, rheology and sensory qualities of corn-cocoyam salad cream. *World J dairy food sci* 2010;5:25-9.
2. Wu JH, Chang YK, Hou YC, Chiu WJ, Chen JR, Chen ST, et al. Meat-fat dietary pattern may increase the risk of breast cancer-A case-control study in Taiwan. *Tzu Chi Med J* 2013;25:233-8.
3. Liu R, Tian Z, Song Y, Wu T, Su W, Zhang M. Optimization of the production of microparticulated egg white proteins as fat mimetic in salad dressings using uniform



- design. *Food Sci Technol Res* 2013;24: 817-27.
4. Ma Z, Boyeb JI. Optimization of lentil-supplemented salad dressings as affected by type and level of hydrocolloids by response surface methodology. *MOJ Food Process Technol* 2016;2:55-65.
  5. Liu K, Soybeans: Chemistry, Technology and Utilization. Gaithersburg, Maryland: Aspen publishers; 1999.
  6. Erdman JW, Stillman RJ, Boileau RA. Provocative relation between soy and bone maintenance. *Am J Clin Nutr* 2000. Sep;72:679-80.
  7. Thawornkuno C. Soy isoflavones: Biochemistry, mechanism of action and implication for breast cancer preventions. *Thai J Genet* 2014;7:7-15.
  8. Food and Drug Administration. Food labeling: health claims; soy protein and coronary heart disease. *Fed Regist*, 1999;64:57700-33.
  9. พรทวี ธนสัมพันธ์, สุวรรณ พิชัยยงค์วงศ์ดี. การใช้ประโยชน์จากปลายข้าวเป็นสารทดแทนไขมัน ในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้พลังงานต่ำ. *วารสารสุขภาพอาหารและวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมชีวภาพ* 2560;10:105-28.
  10. Sirison J, Rirermwong A, Tanwisuit N, Meaksan T. Salad cream formulated with tofu and coconut oil. *Br Food J* 2017;119:2194-202.
  11. Ma Z, Boye JI, Fortin J, Simpson BK, Prasher SO. Rheological, physical stability, microstructural and sensory properties of salad dressings supplemented with raw and thermally treated lentil flours. *J Food Eng* 2013;116:862-72.
  12. McClements DJ. Emulsion ingredients. In: McClements, DJ. (Ed.), *Food Emulsions Principles, Practices, and Techniques*. CRC Press, Boca Raton (Chapter4). 2005.
  13. Casas JA, Santos VE, Garcia-Ochoa F. Xanthan gum production under several operational conditions: molecular structure and rheological properties. *Enzyme Microb Technol* 2000;26:282-91.
  14. Sun C, Gunasekaran S, Richards MP. Effect of xanthan gum on physicochemical properties of whey protein isolate stabilized oil-in-water emulsions. *Food Hydrocoll* 2017;21:555-64.
  15. Appenroth KJ, Sree KS, Bog M, Ecker J, Seeliger C, Böhm V, et al. Nutritional Value of the Duckweed Species of the Genus *Wolffia* (Lemnaceae) as Human Food *Front Chem* 2018;6:483.
  16. Van Hoeck A, Horemans N, Monsieurs P, Cao HX, Vandenhove H, Blust R. The first draft genome of the aquatic model plant *Lemna minor* opens the route for future stress physiology research and biotechnological applications. *Biotechnol Biofuels* 2015;8:12-3.



17. Sree KS, Bog M, Appenroth KJ. Taxonomy of duckweeds (Lemnaceae), potential new crop plants. *EJFA* 2016;28:291-302.
18. Anthonius C, Seok Kian Yong A, Fui CF. Supplementation of duckweed diet and citric acid on growth performance, feed utilization, digestibility and phosphorus utilization of TGGG hybrid grouper (*Epinephelus fuscoguttatus* x *Epinephelus lanceolatus*) juvenile. *SJST*, 2018;40:1009-16.
19. De Beukelaar MFA, Zeinstra GG, Mes JJ, Fischer ARH. Duckweed as human food. The influence of meal context and information on duckweed acceptability of Dutch consumers. *Food Qual Prefer* 2019;71:76–86.
20. Radocaj O, Dimic E, Diosady LL, Vujasinovic V. Optimizing the texture attributes of a fat-based spread using instrumental measurements. *J Texture Stud* 2011;42:394-403.
21. Manakla S, Jareonnon P, Lilitchan S. Effects of xanthan gum on physicochemical and sensory properties of black sesame spreads. *Food Appl Biosci J* 2019;7:41-52.
22. Guarda A, Rosell CM, Benedito C, Galotto MJ. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. *Food Hydrocoll* 2004;18:241-7.
23. Urlacher B, Noble O. Xanthan In A Imeson (Ed.), *Thickening and gelling agents for food* (pp. 284–311). London: Chapman & Hall 1997.
24. Garti N, Reichman D. Hydrocolloids as food emulsifiers and stabilizers. *Food Struct* 1993; 12:411-26.
25. Sahin H, Ozdemir F. Effect of some hydrocolloids on the rheological properties of different formulated ketchups. *Food Hydrocoll* 2004;18:1015–22.
26. Abedinzadeh S, Torbati M, Azadmard-Damirchi S. Some qualitative and rheological properties of virgin olive oil- apple vinegar salad dressing stabilized with xanthan gum. *Adv Pharm Bull* 2016;6:597-606.
27. บุศรภาภา ลีละวัฒน์, ไตรรัตน์ แก้วสะอาด. การพัฒนาน้ำสลัดไขมันต่ำเสริมแป้งข้าวเจ้า. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี* 2561; 28:774-89.
28. Khouryeh H, Puli G, Williams K, Aramouni F. Effects of xanthan-locust bean gum mixtures on the physicochemical properties and oxidative stability of whey protein stabilised oil-in-water emulsions. *Food Chem* 2015; 167:340-8.
29. Pannuana O, Lertworasirikul S. Effect of different pretreatments on drying characteristics, color and chlorophyll contents of duckweeds (*Wolffia globosa*). The 60th Kasetsart University Annual Conference. "Next Normal Kasetsart: Tuning



- crisis into sustainability". 22-23 February 2022. Bangkok.
30. Bellomo MG, Fallico B, Muratore G. Stability of pigments and oil in pistachio kernels during storage. *Int J Food Sci Technol* 2009;44:2358-64.
  31. Xu J, Shen Y, Zheng Y, Smith G, Sun SS, Wang D, et al. Duckweed (Lemnaceae) for potentially nutritious human food: A review. *Food Rev Int* 2009.
  32. Chakrabarti R, Clark WD, Sharma JG, Goswami RK, Shrivastav AK, Tocher DR. Mass production of *Lemna minor* and Its amino acid and fatty acid profiles. *Front Chem* 2018;6:1-16.
  33. Di Stefano E, Agyei D, Njokun EN, Udenigwe CC. Plant RuBisCo: An underutilized protein for food applications. *J Am Oil Chem Soc* 2018;95:1063-74.