

สมบัติทางเคมีกายภาพ และประสาทสัมผัสของน้ำสลัดลดพลังงานจากน้ำมันรำข้าวหอมมะลิสกัด

Physicochemical and Sensory Properties of Low Calory Salad Dressing from Jasmine Rice Bran Oil Extract

บุญญาพร ดวงสา¹, พัชริดา คำภูเมือง³, พรทิพย์ รอดพัน², พิมพนิภา รัตนจันทร์², อุษณา แจ้งคล้อย², ปิยมาภรณ์ เทียมจิตร²,
สุรวิรี จำปาเทศ³, เกศมณี เราะหะนะ⁴, อภิชัย สาวิลสิทธิ์^{3*}

Boonyabhorn Duangsa¹, Patcharida Khumpumuang³, Pomtip Rodpon², Phimnipha Rattanajun², Usana Jangkloy²,
Piyamaporn Thiamjite², Surawee Jampatesh³, Katemanee Rohhana⁴, Apichai Sawisit^{3*}

Received: September 17, 2023

Revised: December 6, 2023

Accepted: December 10, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพ และประสาทสัมผัสของน้ำสลัดน้ำมันรำข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ จังหวัดร้อยเอ็ด โดยศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่เหมาะสม ได้แก่ ชนิดของสารเพิ่มความคงตัว (แซนแทนกัม กัวร์กัม อะราบิกกัม คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) และเพคติน) ที่ร้อยละ 0.66 ปริมาณของน้ำมันรำข้าวที่ร้อยละ 10-30 และชนิดของสารให้ความหวาน (น้ำตาลฟรุกโตส น้ำตาลหล่อฮังก้วย น้ำตาลซูคราโลส น้ำตาลอิริทริทอล และน้ำตาลหญ้าหวาน) เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดน้ำมันรำข้าวไขมันต่ำใกล้เคียงกับน้ำสลัดจำหน่ายทางการค้า และได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค ผลการศึกษาชนิดของสารเพิ่มความคงตัว พบว่าการใช้ CMC ส่งผลให้น้ำสลัดมีคุณภาพดีที่สุด และเมื่อศึกษาปริมาณของ CMC ที่เหมาะสม (0.0-0.83) พบว่า น้ำสลัดสูตรที่ใช้ CMC ร้อยละ 0.5 มีคุณภาพเหมาะสมสูงสุด ส่วนการหาปริมาณของน้ำมันรำข้าว พบว่าที่ร้อยละ 15 มีคุณภาพเหมาะสมไม่แตกต่างจากร้อยละ 20 ดังนั้น จึงเลือกสูตรน้ำมันรำข้าวร้อยละ 15 เนื่องจากต้องการผลิตภัณฑ์น้ำสลัดไขมันต่ำโดยใช้ปริมาณน้ำมันที่น้อยกว่าแต่ยังคงคุณภาพและได้รับการยอมรับของผู้บริโภค และการหาชนิดของน้ำตาล พบว่าน้ำตาลหล่อฮังก้วย มีคุณภาพเหมาะสมและเป็นที่ยอมรับเทียบเท่ากับการใช้น้ำตาลฟรุกโตส เมื่อพิจารณาเรื่องพลังงาน (Kcal) น้ำตาลหล่อฮังก้วยเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาล แต่ให้พลังงาน 0 Kcal จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสม การผลิตน้ำสลัดที่มีสมบัติทางเคมีกายภาพ และได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับน้ำสลัดทางการค้ามากที่สุด สามารถเตรียมได้จากอัตราส่วนของน้ำมันรำข้าว น้ำตาลหล่อฮังก้วย และ CMC ร้อยละ 15:15:0.5 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นสูตรที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการผลิตน้ำสลัดในด้านการตอบโจทย์ผู้บริโภคที่รักสุขภาพต่อไป

คำสำคัญ: น้ำมันรำข้าว น้ำสลัด คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส น้ำตาลหล่อฮังก้วย การยอมรับทางประสาทสัมผัส

ABSTRACT

This research aimed to report the physicochemical and sensory properties of salad dressing prepared using jasmine rice bran oil from Thung Kula Rong Hai, Roi Et Province. The study investigated various factors, including the type of stabilizing agents (xanthan gum, guar gum, arabic gum, carboxymethyl cellulose (CMC) and pectin) at a concentration of 0.66%, the quantity of rice bran oil at 10-30%, and the type of sweeteners (fructose, monk fruit sweetener, sucralose, erythritol and stevia) to produce a low-fat salad dressing that closely matches commercially available options and is acceptable to consumers. The study found that using CMC resulted in the highest quality of rice bran oil salad dressing. When studying the appropriate quantity of CMC (0.0-0.83), it was determined that a salad formula with 0.5% CMC had the highest overall quality. Regarding the quantity of rice bran oil, it was found that using 15% did not significantly differ from using 20% in terms of quality. Therefore, 15% was chosen to produce a low-fat salad dressing that uses less oil while maintaining quality and consumer acceptance. Monk fruit sweetener was identified as a suitable alternative to fructose, with comparable quality and consumer acceptance. Notably, monk fruit sweetener serves as a zero-calorie sugar substitute, making it an excellent choice for health-conscious consumers. A salad dressing with physicochemical and sensory properties similar to commercial options can be created using a 15:15:0.5% (by weight) ratio of rice bran oil, monk fruit sweetener, and CMC. This formulation is well-suited for producing salad dressings that cater to health-conscious consumers in the future.

Keywords: Rice bran oil, salad dressing, Carboxymethyl cellulose, Monk fruit sweetener, sensory acceptance

*Corresponding author email: apichai.sa@rmu.ac.th

¹คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, ขอนแก่น, ประเทศไทย

²คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, ประเทศไทย

³คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, ประเทศไทย

⁴คณะนวัตกรรมการเกษตรและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, ประเทศไทย

บทนำ

น้ำมันรำข้าวได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในเรื่องของอาหารเสริมสุขภาพ ด้วยคุณประโยชน์เหนือกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะน้ำมันรำข้าวระยะเขียวที่มีรายงานว่าปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูงกว่าน้ำมันรำข้าวในระยะเก็บเกี่ยว [1] ที่ประกอบไปด้วยสารสำคัญ เช่น แกมมา-อริซานอล (γ -oryzanols) ในปริมาณสูง อีกทั้งยังมีสารในกลุ่มพอลิฟีนอล (polyphenols) ไฟโต สเตอรอล (phytosterols) และวิตามินอี ทั้งชนิดโทโคฟีรอล (tocopherols) และโทโคไตรอีนอล (tocotrienol) [2] สารเหล่านี้เป็นสารที่มีคุณค่าต่อสุขภาพ เนื่องจากมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ (anti-inflammatory) ต้านการออกซิเดชันที่ช่วยลดอนุมูลอิสระในร่างกายส่งผลให้ลดภาวะเครียดออกซิเดชัน (oxidation stress) ที่เป็นสาเหตุของโรคเรื้อรังหลายชนิด เช่น โรคหลอดเลือด โรคหัวใจและโรคเบาหวาน เป็นต้น [3] นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด และลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจได้ บทบาทของสารแกมมาอริซานอลในน้ำมันรำข้าว คือ ลดคอเลสเตอรอลชนิดเลว (low density lipoprotein) และลดระดับไตรกลีเซอไรด์ โดยแกมมา-อริซานอลไปจับกับคอเลสเตอรอลในน้ำดี แล้วเพิ่มการขับน้ำดีเข้าไปในลำไส้จากนั้นป้องกันไม่ให้เกิดการดูดซึมกลับ การศึกษาวิจัยพบว่า แกมมาอริซานอลยังช่วยเพิ่มระดับคอเลสเตอรอลชนิดดี (high density lipoprotein) และช่วยลดอัตราเสี่ยงของโรคที่เกิดจากหลอดเลือดแข็งตัวได้ [4]

ปัจจุบันน้ำมันรำข้าวนิยมนำไปใช้ในการปรุงอาหารเป็นหลัก เพราะไม่มีกลิ่นแรง ทำให้อาหารที่ได้มีกลิ่นหอม และมีจุดเกิดควัน (smoke point) ที่สูงถึง 240 องศาเซลเซียส ไม่มีสารที่ก่อให้เกิดการแพ้ นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้น้ำมันรำข้าวในการทอดแบบน้ำมันท่วม (deep frying) การเกิดกลิ่นหืนและเสื่อมสภาพช้ากว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น ๆ รวมทั้งมีความหนืดสูงกว่าจึงเหมาะที่นำไปทำเป็นน้ำสลัดซึ่งช่วยให้น้ำสลัดมีความวาวน่ารับประทานอีกด้วย [5] ทั้งนี้ สูตรน้ำสลัดโดยทั่วไปมีปริมาณไขมันที่สูงและใช้น้ำมันถั่วเหลืองในการผลิตซึ่งมีสารก่อให้เกิดภูมิแพ้และ

มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนในปริมาณที่สูง ซึ่งเมื่อรับประทานในปริมาณมากสามารถทำให้เกิดการอักเสบที่เยื่อเส้นเลือด [6] ที่ส่งผลให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ ได้แก่ โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน โรคอ้วน และภาวะคอเลสเตอรอลสูง เป็นต้น และจากคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก (WHO) องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) และสมาคมโรคหัวใจแห่งสหรัฐอเมริกา (American Heart Association) ในการบริโภคไขมันเพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรค เช่น ไขมันอุดตันในเส้นเลือด โรคหัวใจและหลอดเลือด หรือโรคหัวใจ โดยแนะนำให้บริโภคไขมันในสัดส่วนที่ควรบริโภคต่อวัน ดังนี้ กรดไขมันอิ่มตัว : กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว : กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน เท่ากับ <10:10-15:<10 ซึ่งน้ำมันรำข้าวมีอัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวสูงกว่าทั้งกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน [7] จึงเป็นน้ำมันที่ดีต่อสุขภาพและเหมาะสมในการนำไปทำน้ำสลัดมากกว่าน้ำมันถั่วเหลือง อย่างไรก็ตามในการเตรียมน้ำสลัดไขมันต่ำโดยการลดปริมาณน้ำมันที่เป็นส่วนผสมของน้ำสลัดลงส่งผลให้น้ำสลัดมีความหนืดลดลงและเกิดการแยกชั้นได้ ไฮโดรคอลลอยด์เป็นสารประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัส เพิ่มความหนืด เพิ่มความคงตัวของอิมัลชัน และเพิ่มคุณภาพของอาหารให้ดีขึ้น เป็นต้น เนื่องจากปราศจากสี กลิ่น รส และให้พลังงานต่ำ ซึ่งไฮโดรคอลลอยด์ที่นิยมใช้ในอาหารอิมัลชันโดยเฉพาะในมายองเนส น้ำสลัด และน้ำผลไม้เข้มข้น ได้แก่ แชนแทนกัม กัวร์กัม สตาร์ชดัดแปร และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส [8] นอกจากนี้ อะราบิกกัม และเพคติน ยังนิยมนำมาใช้เพื่อเพิ่มความหนืด ปรับเนื้อสัมผัส และลักษณะการไหลของอาหารอีกด้วย [9] ซึ่งได้มีงานวิจัยหลายงานด้วยกันที่ใช้สารที่เพิ่มความคงตัว เช่น แป้ง ไฮโดรคอลลอยด์ หรือสารแขวนลอยอื่นๆ เพื่อสร้างลักษณะเนื้อสัมผัส ความคงตัว และความเสถียรให้เพิ่มขึ้นได้ เช่น งานวิจัยที่พบว่าการใช้สตาร์ชแป้งมันฝรั่งเจล (pregelatinized potato starch) ร้อยละ 5 สามารถช่วยเพิ่มความคงตัวในน้ำสลัดไขมันต่ำ นอกจากนี้งานวิจัยยังพบว่าแชนแทนกัมมักใช้ร่วมกับสารเพิ่มความคงตัวชนิดอื่น

*Corresponding author email: apichai.sa@rmu.ac.th

¹Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen, Thailand

²Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

³Faculty of Sciences and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

⁴Faculty of Agricultural Innovation and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

เนื่องจากทำให้สมบัติกระแสวิทยาของการไหล (rheology) ของสารเป็นสิ่งที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ซอสและน้ำสลัด อีกทั้งมีงานวิจัยที่ศึกษาการใช้แทนแทนกันร่วมกับสตาร์ชข้าวสาลี พบว่าแทนแทนกันช่วยลดอุณหภูมิเริ่มต้นของการเกิดเจลลิตินซ์ทำให้ค่าความหนืดสูงสุดเพิ่มมากขึ้น และยังช่วยลดอัตราการเกิดรีโทรกราเดชันอีกด้วย [10]

สารให้ความหวานแทนน้ำตาลเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่ใช้แทนน้ำตาลทรายที่เป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งของโรคอ้วน โรคเบาหวาน และโรคหัวใจและหลอดเลือด สารให้ความหวานแบ่งเป็น 2 กลุ่มหลัก คือ กลุ่มให้คุณค่าทางโภชนาการซึ่งให้พลังงานได้ เช่น ฟรุคโตส ซอร์บิทอล และอิริทริทอล เป็นต้น และกลุ่มที่ไม่ให้พลังงานหรือให้พลังงานต่ำมาก เช่น ซูคราโลส หลอฮังก้วย และสารสกัดหญ้าหวาน [11] เป็นต้น ทั้งนี้ หากนำน้ำมันรำข้าวระยะเยียวที่อุดมด้วยสารอาหารที่มีคุณประโยชน์มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำสลัด ร่วมกับการใช้สารเพิ่มความคงตัวเพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพของน้ำสลัดให้ดีขึ้น รวมถึงการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลเพื่อช่วยลดการบริโภคน้ำตาล

ทรายลง ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่เหมาะสม ได้แก่ ชนิดของสารเพิ่มความคงตัว ปริมาณของน้ำมันรำข้าว และชนิดของสารให้ความหวาน ที่มีผลต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ และประสาทสัมผัส ของน้ำสลัดน้ำมันรำข้าวไขมันต่ำเพื่อสุขภาพ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดน้ำมันรำข้าวไขมันต่ำใกล้เคียงกับน้ำสลัดจำหน่ายทางการค้าและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

1. วัตถุดิบ

วัตถุดิบสำหรับการทำน้ำสลัดน้ำมันรำข้าวประกอบด้วย น้ำมันรำข้าวซึ่งได้จากข้าวหอมมะลิอินทรีย์ระยะเยียวทุ่งกุลาร้องไห้ อำเภอสวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด (เก็บเกี่ยวก่อนระยะปกติประมาณ 12 วัน) น้ำส้มสายชูกลั่น น้ำเปล่า ไข่แดง เกลือ ผงมันฝรั่ง น้ำตาล (ห้างสรรพสินค้า, นครราชสีมา) และสารเพิ่มความคงตัว (บริษัท กรุงเทพเคมี) ตามลำดับ แสดงดัง Table 1

Table 1 Quantities and ingredients of rice bran oil salad dressing in the study of stabilizers in rice bran oil salad dressing production.

Treatment	Control	Xanthan gum	Guar gum	Arabic gum	CMC	Pectin
Water (%)	28.4	28.4	28.4	28.4	28.4	28.4
Vinegar (%)	14	14	14	14	14	14
Mustard powder (%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Yolk (%)	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
Salt (%)	1	1	1	1	1	1
Rice bran oil (%)	26	26	26	26	26	26
Sugar (%)	18.40	18.40	18.40	18.40	18.40	18.40
Stabilizer (%)	0	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66

Source: modified from Leelawat and Kaewsaad (2018) [12]

*Corresponding author email: apichai.sa@rmuti.ac.th

¹คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, ขอนแก่น, ประเทศไทย

²คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, ประเทศไทย

³คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, ประเทศไทย

⁴คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, ประเทศไทย

2. ศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อสมบัติทางเคมีกายภาพและประสาทสัมผัสของน้ำสลัดน้ำมันรำข้าว

2.1 การศึกษาชนิดของสารเพิ่มความคงตัวต่อคุณภาพของน้ำสลัดน้ำมันรำข้าว

เปรียบเทียบชนิดของสารเพิ่มความคงตัว ได้แก่ แชนแทนกัม (xanthan gum) กัวร์กัม (guar gum) อะราบิกกัม (arabic gum) คาร์บอกซิเมทิลเซลลูโลส (Carboxymethyl cellulose, CMC) และเพคติน (pectin) โดยกำหนดปริมาณที่ใช้เท่ากับร้อยละ 0.66 โดยใช้สูตรดัดแปลงจาก Leelawat and Kaewsaad, (2018) [12] แสดงดังใน Table 1 นำสารเพิ่มความคงตัวและน้ำส่วนหนึ่งมาผสมให้เข้ากัน โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85-100 องศาเซลเซียส จนเกิดเป็นเจลสมบูรณ์ ปรับน้ำที่ระเหยไปให้เท่าเดิม ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำน้ำส่วนที่เหลือมาผสมน้ำตาล เกลือ ให้เข้ากัน จากนั้นเติมสารเพิ่มความคงตัวที่เตรียมไว้ลงไป ให้ความร้อน 85-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ปรับน้ำที่ระเหยออกไปให้เท่าเดิมโดยการชั่งน้ำหนักเริ่มต้นกับน้ำหนักสุดท้ายให้เท่ากัน ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำผงมันฝรั่ง ไข่แดง และน้ำส้มสายชู ใส่ลงไปแล้วปั่นให้เข้ากัน จากนั้นค่อยๆ เติมน้ำมันรำข้าวจนหมด นำไปปั่นจนส่วนผสมทั้งหมดรวมเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพ และทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อเลือกชนิดของสารเพิ่มความคงตัวที่ได้รับการยอมรับสูงที่สุด

2.2 การศึกษาปริมาณสารเพิ่มความคงตัวที่คัดเลือกได้จากการศึกษาชนิดของสารเพิ่มความคงตัวต่อคุณภาพทางเคมีและกายภาพของน้ำสลัดน้ำมันรำข้าว

เมื่อได้ชนิดของสารเพิ่มความคงตัวที่เหมาะสมจากข้อ 2.1 แล้ว ทำการศึกษาปริมาณของสารเพิ่มความคงตัว ที่ปริมาณร้อยละ 0.0 0.3 0.5 0.66 0.75 และ 0.83 ในการผลิตน้ำสลัดน้ำมันรำข้าว จากนั้นนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพ และทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อเลือกปริมาณของสารเพิ่มความคงตัวที่เหมาะสมในสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงที่สุด

2.3 การศึกษาปริมาณของน้ำมันรำข้าวในระดับต่างๆ ต่อคุณภาพทางเคมีและกายภาพของน้ำสลัดน้ำมันรำข้าว

เมื่อได้ชนิดและปริมาณของสารเพิ่มความคงตัวที่เหมาะสมแล้ว จากนั้นศึกษาปริมาณของน้ำมันรำข้าวที่เหมาะสมในสูตร ที่ปริมาณร้อยละ 10 15 20 25 และ 30 จากนั้นนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพ และทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อเลือกปริมาณของน้ำมันรำข้าวในสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงที่สุด

2.4 การศึกษาชนิดของสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลต่อคุณภาพทางเคมีและกายภาพของน้ำสลัดน้ำมันรำข้าว

เมื่อได้ชนิดและปริมาณของสารเพิ่มความคงตัว รวมถึงปริมาณของน้ำมันรำข้าวที่เหมาะสมแล้ว ศึกษาการเปรียบเทียบชนิดของสารให้ความหวานแทนน้ำตาล ได้แก่ น้ำตาลฟรุกโตส น้ำตาลหล่อฮั้งก้วย น้ำตาลซูคราโลส น้ำตาลอิทริทอล และน้ำตาลหญ้าหวาน ในปริมาณที่เท่ากันคือร้อยละ 15 จากนั้นนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพ และทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อเลือกชนิดของสารให้ความหวานที่ได้รับการยอมรับสูงที่สุด

3. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของน้ำสลัดน้ำมันรำข้าว

3.1 ปริมาณน้ำอิสระและความเป็นกรด-ด่าง

วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ด้วยเครื่อง Novasina (รุ่น Lab Master-aw-Neo, Switzerland) และทำการวิเคราะห์ปริมาณกรด-ด่างโดยใช้ pH meter (model MP220, Mettler Toledo, Greifensee, Switzerland)

3.2 ค่าสี

วิเคราะห์ค่าสี ในระบบ CIE L^* , a^* , b^* ด้วยเครื่องวัดสี (Hunter Lab รุ่น Color Flex 45/0, USA) จำนวน 3 ซ้ำ แสดงค่าสีที่วัดได้เป็นค่าสี L^* , a^* และ b^* โดยที่ค่าสี L^* แสดงค่าความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 (ดำ)

*Corresponding author email: apichai.sa@rmu.ac.th

¹Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen, Thailand

²Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

³Faculty of Sciences and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

⁴Faculty of Agricultural Innovation and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

จนถึง 100 (ขาว) ค่าสี a^* แสดงค่าความเป็นสีแดงและสีเขียว (ค่า + แสดงค่าสีแดง และค่า - แสดงค่าสีเขียว) และค่าสี b^* แสดงค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน (ค่า + แสดงค่าสีเหลือง และค่า - แสดงค่าสีน้ำเงิน)

3.3 ค่าความหนืด

วิเคราะห์ค่าความหนืด ด้วยเครื่อง Brookfield (รุ่น RV DV-II+ Viscometer, USA) ติดตั้งกับอุปกรณ์ Small sample adapter (รุ่น SC4-13R เชื่อมวัดเบอร์ SC4-21, SC4-27 และ SC4-28)

3.4 ความคงตัวของอิมัลชัน

วิเคราะห์ความคงตัวของอิมัลชัน (Emulsion stability) ตามวิธีของ Aliyari and Rezaei, (2021) [13] โดยชั่งตัวอย่าง 15 กรัม ใส่หลอด Falcon tubes ที่ทราบน้ำหนัก แล้วนำไปปั่นในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (รุ่น Unitronic series, P. SELECTA: Spain) ที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที พักให้เย็น แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge (รุ่น Verocity 18R, Dynamica: UK) ที่ความเร็ว 4,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที รินเอาส่วนใสชั้นของน้ำมันออก แล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่เหลือ นำไปคำนวณหาความคงตัวของอิมัลชัน ตามสมการด้านล่าง

$$\text{Emulsion Stability (\%)} = F0/F1 \times 100$$

เมื่อ F0 และ F1 คือน้ำหนักของตัวอย่างก่อนและหลังการปั่นเหวี่ยง ตามลำดับ

3.5 การหาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกด้วยวิธี Folin Ciocalteu's phenol reagent ดัดแปลงตามวิธีของ Yingngam et al. (2014) [14] โดยนำสารละลายตัวอย่าง ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง ผสมกับน้ำกลั่น 2.5 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลาย Folin Ciocalteu reagent (Sigma-Aldrich, Merck, Germany) ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นเติม Na_2CO_3 เข้มข้นร้อยละ 7.5 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร นำไปเขย่าให้สารผสมกันด้วยเครื่องผสม (Vortex mixer, รุ่น

Vortex-Genie 2, Scientific Industries, Inc: USA) ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 90 นาที นำไปวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ คำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่างเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก และรายงานเป็นไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อมิลลิกรัมของน้ำหนักของตัวอย่าง ($\mu\text{g GAE/mg sample}$)

3.6 ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระด้วยวิธี Diphenyl – 1 – picrylhydrazyl assay (DPPH)

การวิเคราะห์ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (DPPH radical scavenging activity assay) ดัดแปลงตามวิธีของ Yingngam et al. (2014) [14] โดยปิเปตสารละลายตัวอย่าง ปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลาย DPPH (Sigma-Aldrich, Merck, Germany) ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันและทิ้งไว้ให้ทำปฏิกิริยากันในที่มืด 40 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer (รุ่น Genesys 10 UV scanning, Thermo Fisher Scientific: USA) ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร รายงานผลในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลสารมาตรฐานโทรลอกซ์ (Sigma-Aldrich, Merck, Germany) ต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง ($\text{mg Trolox eq./ml sample}$)

3.7 สมบัติในการจับเหล็กเฟอร์รัส

การวิเคราะห์สมบัติในการจับเหล็กเฟอร์รัส (Metal chelating activity) ดัดแปลงตามวิธีของ Wiriaphan et al. (2012) [15] ปิเปตสารละลายตัวอย่าง ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ผสมกับน้ำกลั่นปราศจากไอออน ปริมาตร 2,400 ไมโครลิตร เติมสารละลาย FeCl_2 (Sigma-Aldrich, Merck, Germany) ความเข้มข้น 2 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 50 ไมโครลิตร และ ferrozine (Sigma-Aldrich, Merck, Germany) ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 100 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้อง นาน 20 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer

*Corresponding author email: apichai.sa@muti.ac.th

¹คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, ขอนแก่น, ประเทศไทย

²คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, ประเทศไทย

³คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, ประเทศไทย

⁴คณะนวัตกรรมและการเกษตรและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, ประเทศไทย

(รุ่น Genesys 10 UV scanning, Thermo Fisher Scientific: USA) ที่ความยาวคลื่น 562 นาโนเมตร รายงานความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระของตัวอย่างแสดงในหน่วยปริมาณสารมาตรฐาน ethylene diamine tetraacetic acid (Sigma-Aldrich, Merck, Germany) ต่อมิลลิกรัมตัวอย่าง (mg EDTA eq./ml sample)

3.8 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน เส้นใยอาหารและพลังงาน (AOAC, 2000) [16] วิเคราะห์ปริมาณธาตุเหล็ก แคลเซียม วิตามิน เอ วิตามินบี ตามวิธี (AOAC, 2016) [17] และ (AOAC, 2019) [18]

4. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำสลัดน้ำมันรำข้าว

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำสลัดน้ำมันรำข้าวด้วยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทดสอบโดยวิธี 9-point hedonic scale ประเมินผลในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน (untrained panelists) จากผู้บริโภคที่สนใจและเคยรับประทานน้ำสลัด จำนวน 30 คน โดยเป็นผู้ชาย 10 คน และผู้หญิง 20 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดน้ำมันรำข้าววางแผนทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การศึกษาหาปริมาณของสารเพิ่มความคงตัวของคุณภาพทางเคมีและกายภาพของน้ำสลัดน้ำมันรำข้าว

ผลการศึกษาการหาชนิดของสารเพิ่มความคงตัวที่เหมาะสมในการผลิตน้ำสลัดจากน้ำมันรำข้าว ได้แก่ แชนแทนกัม กัวร์กัม อะราบิกัม คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) และเพคติน ที่ความเข้มข้น ร้อยละ 0.66 โดยดัดแปลงตามวิธีของ Leelawat and Kaewsad (2018) [12] แสดงดัง Table 2 พบว่าชนิดของสารเพิ่มความคงตัวมีผลต่อคุณภาพของน้ำสลัดน้ำมันรำข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำสลัดน้ำมันรำข้าวที่ใช้สูตรกัวร์กัมมีค่าความหนืดมากที่สุด รองลงมาคือ CMC แชนแทนกัม เพคติน และอะราบิกัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันกับน้ำสลัดทางการค้า 1 และน้ำสลัดทางการค้า 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากกัวร์กัมมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีมากกว่าสารเพิ่มความคงตัวชนิดอื่นๆ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะอุ้มน้ำได้มากขึ้น และมีความหนืดเพิ่มขึ้น [10] จากการศึกษาค่าความคงตัวของอิมัลชันของน้ำสลัดจากน้ำมันรำข้าวที่ใช้สารเพิ่มความคงตัวต่างชนิดกันในระดับเดียวกัน คือ ร้อยละ 0.66 พบว่าน้ำสลัดน้ำมันรำข้าวสูตรที่ใช้แชนแทนกัม กัวร์กัม และ CMC มีค่าความคงตัวของอิมัลชันสูงสุด (อยู่ในช่วงระหว่าง ร้อยละ 96.61-99.23) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับสูตรน้ำสลัดทางการค้า 1 และน้ำสลัดทางการค้า 2 ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าการใช้สารเพิ่มความคงตัวที่แตกต่างกันมีผลทำให้น้ำสลัดมีค่าความคงตัวของอิมัลชันทั้งใกล้เคียงและต่างกัน เนื่องจากสารเพิ่มความคงตัวแต่ละชนิดมีโครงสร้างทางเคมีต่างกันจึงส่งผลให้มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้แตกต่างกัน ซึ่งจากการศึกษาของ Emilie et al. (2014) [19] พบว่า ปริมาณสารเพิ่มความคงตัวที่ต่างกัน อาจเกิดจากการจับตัวกันเองของอนุภาคของสารและเกิดการแยกชั้นขึ้น

*Corresponding author email: apichai.sa@rmu.ac.th

¹Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen, Thailand

²Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

³Faculty of Sciences and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

⁴Faculty of Agricultural Innovation and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

Table 2 Physicochemical properties of salad dressing with different stabilizers compared with commercial salad dressings.

Quality properties	Control (Without gum)	Xanthan gum	Guar gum	Arabic gum	CMC	Pectin	Commercial 1	Commercial 2
Color L*	77.06±0.01 ^d	77.71±0.01 ^c	75.74±0.02 ^f	76.83±0.03 ^e	79.63±0.02 ^b	76.83±0.09 ^e	83.49±0.02 ^a	79.59±0.03 ^b
a*	1.94±0.01 ^g	1.05±0.01 ^h	2.60±0.01 ^d	2.47±0.01 ^e	2.04±0.01 ^f	2.80±0.04 ^c	4.43±0.01 ^b	4.81±0.01 ^a
b*	21.04±0.03 ^b	16.72±0.01 ^c	19.52±0.02 ^b	20.52±0.02 ^b	15.88±0.04 ^c	15.95±4.55 ^c	24.94±0.01 ^a	27.39±0.06 ^a
pH	3.69±0.01 ^d	3.76±0.01 ^c	3.75±0.01 ^c	3.80±0.03 ^b	3.95±0.01 ^a	3.58±0.01 ^e	3.42±0.04 ^f	3.78±0.01 ^{bc}
Water activity (aw)	0.93±0.01 ^{ab}	0.94±0.01 ^{ab}	0.94±0.01 ^{ab}	0.93±0.01 ^{bc}	0.93±0.01 ^c	0.94±0.01 ^a	0.83±0.01 ^d	0.82±0.01 ^e
Moisture content (%)	33.48±0.63 ^a	12.54±0.02 ^f	21.67±0.07 ^e	27.86±0.05 ^d	31.01±0.02 ^b	22.71±0.03 ^e	30.11±0.01 ^c	31.25±0.05 ^b
Viscosity (cPs)	92.25±1.31 ^h	4835±91.24 ^e	19300±386.26 ^a	508.57±2.56 ^g	7365±138.71 ^c	888.33±7.02 ^f	5852±101.17 ^d	7930.3±1.53 ^b
Emulsion stability (%)	62.00	96.61	99.23	79.07	97.95	93.45	95.53	99.53

Remark: ^{a-g} Means within the same row with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$). The concentration of total stabilizers was fixed at 0.66%.

จาก Table 3 แสดงผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่าผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบของน้ำสลัดที่ใช้สารเพิ่มความคงตัวคือ CMC มากที่สุดในทุกด้าน รองลงมาคือ อะราบิกกัม กัวร์กัม เพคติน และแซนแทนกัม ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสารเพิ่มความคงตัวที่ต่างกันจึงมีผลทำให้เนื้อสัมผัส หรือ กลิ่น ที่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการศึกษาของ Panyoyai et al. (2018) [20] ในการเปรียบเทียบชนิดของสารเพิ่มความคงตัว ได้แก่ กัวร์กัว อินูลิน และ CMC ที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพและประสาทสัมผัสของสเปรดอะโวคาโด

รายงานว่าคุณสมบัติให้คะแนนเนื้อสัมผัส สี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวมแก่สเปรดอะโวคาโดที่เติม CMC มากที่สุด ถึงแม้ว่าสเปรดที่เติมกัวร์กัมจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสและสมบัติในการไหลใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมก็ตาม เมื่อพิจารณาจากคุณภาพทางเคมี ความคงตัวของอิมัลชัน และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดน้ำมันรำข้าวที่ใช้สารเพิ่มความคงตัวต่างชนิดกัน พบว่า สูตรที่ใช้ CMC ร้อยละ 0.66 มีคุณภาพที่เหมาะสมที่สุดและเป็นที่ยอมรับ ดังนั้น จึงเลือกน้ำสลัดสูตรที่ใช้ CMC เป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาต่อไป

Table 3 Sensory preference evaluation of salad dressing with different stabilizers.

Sensory properties	Control (Without gum)	Xanthan gum	Guar gum	Arabic gum	CMC	Pectin
Appearance	4.03 ± 0.72 ^c	5.33 ± 0.81 ^b	5.53 ± 1.12 ^b	5.80 ± 1.01 ^a	6.26 ± 1.16 ^a	5.46 ± 1.05 ^b
Color	6.11 ± 0.73 ^b	5.06 ± 1.27 ^c	6.06 ± 0.73 ^b	5.06 ± 1.13 ^c	7.46 ± 0.63 ^a	5.33 ± 0.81 ^c
Smell	6.98 ± 0.75 ^a	6.13 ± 0.73 ^b	6.40 ± 0.82 ^{ab}	5.20 ± 1.37 ^c	7.00 ± 0.65 ^a	5.86 ± 0.74 ^{bc}
Overall flavor	6.33 ± 0.87 ^a	5.53 ± 1.13 ^{bc}	5.93 ± 1.38 ^{ab}	5.20 ± 0.77 ^c	6.33 ± 0.81 ^a	5.73 ± 1.09 ^{abc}
Texture	5.13 ± 0.25 ^c	5.53 ± 0.63 ^{ab}	6.13 ± 0.35 ^a	6.26 ± 0.79 ^a	6.00 ± 1.13 ^{ab}	5.33 ± 1.23 ^b
Overall liking	5.50 ± 1.21 ^c	5.46 ± 0.81 ^c	6.00 ± 1.13 ^b	6.20 ± 0.77 ^b	7.58 ± 0.51 ^a	6.00 ± 0.75 ^b

Remark: ^{a-c} Means within the same row with different letters are significantly different ($P < 0.05$). The concentration of total stabilizers was fixed at 0.66%.

*Corresponding author email: apichai.sa@rmuti.ac.th

¹คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ขอนแก่น, ประเทศไทย

²คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, นครราชสีมา, ประเทศไทย

³คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, นครราชสีมา, ประเทศไทย

⁴คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, นครราชสีมา, ประเทศไทย

2. การศึกษาปริมาณของสารเพิ่มความคงตัวคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) ต่อคุณภาพทางเคมีและกายภาพของน้ำสลัดน้ำมันรำข้าว

ผลการศึกษาการหาปริมาณของสารเพิ่มความคงตัว CMC ที่เหมาะสมในการผลิตน้ำสลัดน้ำมันรำข้าวที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 0.5 0.66 0.75 และ 0.83 ตามลำดับ แสดงดัง Table 4 เมื่อพิจารณาค่าความชื้นพบว่าตัวอย่างน้ำสลัดน้ำมันรำข้าวที่เติม CMC ร้อยละ 0.83 มีค่าความชื้นมากที่สุด รองลงมาคือร้อยละ 0.75 0.66 0.5 และ 0.3 ตามลำดับ โดยมีค่าแตกต่างกันกับน้ำสลัดทางการค้า 1 และน้ำสลัดทางการค้า 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มปริมาณ CMC มากขึ้นส่งผลให้ค่าความชื้นของน้ำสลัดมีแนวโน้มที่สูงขึ้นด้วย เนื่องจาก CMC เป็นแอนไอออนิกเซลลูโลสไฮดรอกซีมีคาร์บอกซีเมทิลเป็นหมู่แทนที่จึงมีสมบัติละลายน้ำได้ดี ส่วนการศึกษาความหนืด พบว่าน้ำสลัดน้ำมันรำข้าวที่ใช้ CMC ร้อยละ 0.83 มีค่าความหนืดมากที่สุด รองลงมาคือร้อยละ 0.75 0.66 0.5 และ 0.3 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันกับน้ำสลัดทางการค้า 1 และน้ำสลัดทางการค้า 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของสารเพิ่มความคงตัว CMC มีผลทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งอธิบายได้ว่า เมื่อ CMC ละลายน้ำจะช่วยเพิ่มความชื้นหนืดให้แก่ส่วนต่อเนื่อง

(continuous phase) ของระบบอิมัลชัน ทำให้อนุภาคของน้ำมันเคลื่อนที่ได้ช้าลง จึงช่วยชะลอหรือทำให้อนุภาคไขมันไม่สามารถเข้ามาชนหรือรวมตัวกันเป็นอนุภาคขนาดใหญ่ได้ [21] สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Thanatrungreang and Harnsilawat (2014) [22] ที่รายงานว่า การเพิ่มปริมาณของ CMC ขึ้นจากร้อยละ 0.0 เป็น 0.3 ส่งผลให้น้ำกะทิมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Arancibia et al. (2016) [23] ในการเตรียมนานอิมัลชันจากน้ำมันมะกอกโดยใช้ CMC เป็นสารเพิ่มความคงตัวซึ่งพบว่าเมื่อความเข้มข้นของ CMC เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0.5 เป็น 0.75 ส่งผลให้นานอิมัลชันมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้น จากการศึกษาค่าความคงตัวของอิมัลชันของน้ำสลัดน้ำมันรำข้าวที่ใช้สารเพิ่มความคงตัว CMC ในระดับที่ต่างกัน พบว่าการใช้สารเพิ่มความคงตัว CMC ทำให้น้ำสลัดนั้นมีค่าความคงตัวของอิมัลชันใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับการทดลองของ Arancibia et al. (2016) [23] ที่รายงานว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ CMC ในนานอิมัลชันจากน้ำมันมะกอกส่งผลให้มีค่าความคงตัวเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก CMC เป็นโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide) ที่มีประจุที่สามารถเกิดการสร้างพันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond) และลดการเคลื่อนตัวของน้ำซึ่งทำให้เกิดความหนืดและความคงตัว [24]

Table 4 Results of physicochemical properties of salad dressing with different levels of CMC stabilizers compare commercial salad dressings.

Quality properties	The amount of CMC (%)						Commercial 1	Commercial 2
	0	0.3	0.5	0.66	0.75	0.83	1	2
Color L*	77.06±0.01 ^d	79.31±0.08 ^d	79.59±0.02 ^c	79.63±0.02 ^c	79.84±0.01 ^b	79.95±0.01 ^b	83.49±0.02 ^a	79.59±0.03 ^c
a*	1.94±0.01 ^s	1.95±0.01 ^s	2.13±0.01 ^c	2.04±0.01 ^e	2.06±0.01 ^d	2.02±0.01 ^f	4.43±0.01 ^b	4.81±0.01 ^a
b*	21.04±0.03 ^a	13.76±5.72 ^b	16.44±0.02 ^b	15.88±0.04 ^b	17.02±0.01 ^b	15.76±0.06 ^b	24.94±0.01 ^a	27.39±0.06 ^a
pH	3.69±0.01 ^f	3.86±0.01 ^c	3.91±0.01 ^b	3.95±0.01 ^a	3.97±0.01 ^a	3.95±0.01 ^a	3.42±0.04 ^s	3.78±0.01 ^d
Water activity (a _w)	0.93±0.01 ^a	0.95±0.01 ^a	0.96±0.01 ^a	0.93±0.01 ^a	0.95±0.01 ^a	0.95±0.01 ^a	0.83±0.01 ^b	0.82±0.01 ^b
Moisture content (%)	33.48±0.63 ^a	30.34±0.05 ^c	30.78±0.21 ^c	31.01±0.02 ^b	31.34±0.05 ^b	34.05±0.03 ^a	30.11±0.01 ^c	31.25±0.05 ^b
Viscosity (cPs)	92.25±1.31 ^s	3321±0.01 ^f	3764±0.01 ^e	5800±158.03 ^d	7365.3±138.71 ^c	8381±103.65 ^a	5852±101.17 ^d	7930.3±100.53 ^b
Emulsion stability (%)	62±0.68 ^c	97.23±0.77 ^{ab}	97.13±0.95 ^{ab}	97.95±0.28 ^{ab}	98.87±0.25 ^{ab}	99.34±0.43 ^a	95.93±4.29 ^b	99.53±0.43 ^a

Remark: ^{a-s} Means within the same row with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$). ^{ns} not significant

*Corresponding author email: apichai.sa@rmu.ac.th

¹Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen, Thailand

²Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

³Faculty of Sciences and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

⁴Faculty of Agricultural Innovation and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

สำหรับผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดน้ำมันรำข้าวที่ใช้สารเพิ่มความคงตัว CMC ในระดับต่างๆ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน (Table 5) พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และความชอบโดยรวมของตัวอย่างน้ำสลัดน้ำมันรำข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำสลัดน้ำมันรำข้าวที่เติม CMC ระดับร้อยละ 0.5 มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด รองลงมาคือร้อยละ 0.3 0.83 0.75 และ 0.66

ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากคุณภาพทางเคมี ความคงตัวของอิมัลชัน และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดน้ำมันรำข้าวที่ใช้สารเพิ่มความคงตัว CMC ในระดับต่างๆ พบว่า สูตรที่ใช้ CMC ในระดับร้อยละ 0.5 มีคุณภาพทางเคมีกายภาพที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิมมากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกน้ำสลัดสูตรที่ใช้ CMC ในระดับร้อยละ 0.5 เป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาต่อไป

Table 5 Sensory preference evaluation of salad dressing with different concentrations of CMC.

Sensory properties	The amount of CMC (%)					
	0	0.3	0.5	0.66	0.75	0.83
Appearance	4.23 ± 0.29 ^c	6.47±0.51 ^{abc}	7.20±0.56 ^a	7.06±0.79 ^{ab}	6.27±1.33 ^c	6.40±1.29 ^{bc}
Color	6.11 ± 0.73 ^b	7.07±0.26 ^a	6.00±0.01 ^b	6.47±0.92 ^b	7.47±0.64 ^a	6.40±0.63 ^b
Smell	7.08 ± 0.53 ^a	6.97±0.57 ^a	6.93±0.79 ^a	6.93±0.89 ^a	5.93±0.79 ^b	5.73±0.46 ^b
Overall flavor	6.93 ± 0.87 ^a	7.03±1.16 ^a	7.07±0.79 ^a	5.60±1.45 ^c	5.53±0.91 ^c	6.13±1.24 ^{bc}
Texture	5.13 ± 0.25 ^d	7.00±0.01 ^b	7.73±0.46 ^a	6.07±1.28 ^c	6.6±0.63 ^b	6.67±6.20 ^b
Overall liking	5.47 ± 1.32 ^d	7.40±0.91 ^b	7.87±0.64 ^a	5.20±1.08 ^c	6.00±1.13 ^{bc}	6.20±0.77 ^b

Remark: ^{a-c}Means within the same row with different letters are significantly different ($P \leq 0.05$).

3. การศึกษาปริมาณของน้ำมันรำข้าวในระดับต่างๆ ต่อคุณภาพทางเคมีและกายภาพของน้ำสลัดน้ำมันรำข้าว

ผลการศึกษาการหาปริมาณของน้ำมันรำข้าวที่เหมาะสมในการผลิตน้ำสลัดจากน้ำมันรำข้าวที่ความเข้มข้น ร้อยละ 10 15 20 25 และ 30 ตามลำดับ แสดงดัง Table 6 พบว่าเมื่อปริมาณของน้ำมันรำข้าวเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 10 เป็นร้อยละ 25 ส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) สูงขึ้น ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันรำข้าวมีสีเหลืองใส เมื่อเติมลงในน้ำสลัดในปริมาณที่มากขึ้น จึงส่งผลให้เกิดการเจือจางของน้ำสลัดทำให้มีค่าความสว่างมากขึ้น และค่าความเป็นสีแดงลดลง [12] ส่วนผลการศึกษาความหนืดของน้ำสลัดน้ำมันรำข้าว พบว่า ปริมาณน้ำมัน

รำข้าวที่เพิ่มขึ้น (ร้อยละ 10-30) ส่งผลให้ค่าความหนืดของน้ำสลัดน้ำมันรำข้าวมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Benitez et al. (2020) [25] ในการผลิตอิมัลชันชนิด oil in water (o/w) จากน้ำมันรำข้าวและกากถั่วเหลืองในสัดส่วนต่างๆ เพื่อเป็นอาหารคีโต ได้รายงานว่าการเพิ่มปริมาณน้ำมันรำข้าวขึ้น ส่งผลให้ค่าความหนืดของอิมัลชันเพิ่มขึ้น สำหรับการศึกษาค่าความคงตัวของอิมัลชันของน้ำสลัดจากน้ำมันรำข้าวที่ใช้ปริมาณน้ำมันรำข้าวในระดับที่ต่างกัน คือระดับร้อยละ 10-30 พบว่าน้ำสลัดจากน้ำมันรำข้าวทุกสูตรมีค่าความคงตัวของอิมัลชันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่าการใช้ปริมาณน้ำมันรำข้าวที่เพิ่มมากขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดมีค่าความคงตัวของอิมัลชันที่ดี

*Corresponding author email: apichai.sa@rmuti.ac.th

¹คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ขอนแก่น, ประเทศไทย

²คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, นครราชสีมา, ประเทศไทย

³คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, นครราชสีมา, ประเทศไทย

⁴คณะนวัตกรรมการเกษตรและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, นครราชสีมา, ประเทศไทย

Table 6 Physicochemical properties of salad dressing with different levels of rice bran oil compared with commercial salad dressings.

Quality properties	The amount of rice bran oil (%)					Commercial	Commercial
	10	15	20	25	30	1	2
Color L*	78.5±0.07 ^f	80.13±0.02 ^d	80.72±0.03 ^b	80.18±0.04 ^d	80.35±0.05 ^c	83.49±0.02 ^a	79.59±0.03 ^e
a*	3.46±0.02 ^c	2.72±0.01 ^f	3.01±0.01 ^d	2.62±0.01 ^g	2.96±0.03 ^e	4.43±0.01 ^b	4.81±0.01 ^a
b*	23.95±0.25 ^c	21.13±0.04 ^d	19.47±0.01 ^f	18.69±0.03 ^g	19.77±0.03 ^e	24.94±0.01 ^b	27.39±0.06 ^a
pH	3.88±0.01 ^c	3.91±0.01 ^{ab}	3.92±0.01 ^{ab}	3.90±0.01 ^{bc}	3.94±0.01 ^a	3.42±0.04 ^e	3.78±0.01 ^d
Water activity (a _w)	0.92±0.01 ^b	0.93±0.01 ^a	0.93±0.01 ^a	0.92±0.01 ^b	0.93±0.01 ^a	0.83±0.01 ^c	0.82±0.01 ^d
Moisture content (%)	41.25±0.02 ^b	39.09±0.01 ^a	20.5±0.01 ^e	18.69±0.08 ^d	15.74±1.73 ^e	30.11±0.01 ^c	31.25±0.05 ^c
Viscosity (cPs)	2900±45.83 ^e	5750±109.38 ^d	5794.6±12.70 ^d	9520±10.00 ^a	9676.6±23.09 ^b	5852±101.17 ^d	7930.3±1.53 ^c
Emulsion stability (%)	97.34±0.24 ^a	97.51±0.46 ^a	96.11±1.41 ^a	97.54±0.15 ^a	97.05±0.34 ^a	95.93±4.29 ^a	99.53±0.43 ^a

Remark: ^{a-g} Means within the same row with different letters are significantly different ($P \leq 0.05$).

จาก Table 7 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดที่ปริมาณน้ำมันรำข้าวในระดับที่ต่างกัน พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และความชอบโดยรวมของตัวอย่างน้ำสลัดที่ใช้ไขมันรำข้าว ในระดับร้อยละ 15 มากที่สุด รองลงมาคือ ระดับร้อยละ 20 10 25 และ 30 ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาจากคุณภาพทางเคมี ความคงตัวของอิมัลชัน และการประเมินคุณภาพทาง

ประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดน้ำมันรำข้าวที่ใช้ไขมันรำข้าวในระดับที่ต่างกัน พบว่า สูตรที่ใช้ไขมันรำข้าวในระดับร้อยละ 15 มีคุณภาพที่เหมาะสมไม่แตกต่างจากการใช้ไขมันรำข้าวที่ร้อยละ 20 ดังนั้นจึงเลือกน้ำสลัดสูตรที่น้ำมันรำข้าวในระดับร้อยละ 15 เป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาต่อไป เนื่องจากต้องการผลิตภัณฑ์น้ำสลัดพลังงานต่ำ การใช้ปริมาณน้ำมันที่น้อยกว่าแต่ยังคงคุณภาพและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

Table 7 Sensory preference evaluation of salad dressing with different levels of rice bran oil.

Sensory properties	The amount of rice bran oil (%)				
	10	15	20	25	30
Appearance ^{ns}	6.53± 0.52	7.07± 0.70	7.07± 0.80	6.60± 1.40	6.33 ± 1.18
Color	7.07± 0.60 ^{ab}	6.00± 0.01 ^c	6.73 ± 0.96 ^{ab}	7.27± 0.78 ^a	6.60 ± 0.82 ^b
Smell	5.80± 0.41 ^b	6.73 ± 0.80 ^a	6.70± 1.06 ^a	6.06 ± 0.97 ^b	4.87 ± 1.25 ^b
Overall flavor	7.33± 0.72 ^a	6.80 ± 0.51 ^b	6.93 ± 0.58 ^b	6.00± 0.76 ^c	5.80± 0.56 ^{bc}
Texture	7.07± 0.26 ^b	7.73 ± 0.41 ^a	7.75 ± 1.20 ^a	6.60± 0.51 ^b	6.73± 0.46 ^b
Overall liking	6.93 ± 0.70 ^b	8.20 ± 0.41 ^a	8.22 ± 1.30 ^a	5.87 ± 0.92 ^c	5.78 ± 1.06 ^c

Remark: ^{a-c} Means within the same row with different letters are significantly different ($P \leq 0.05$). ^{ns} not significant

*Corresponding author email: apichai.sa@rmu.ac.th

¹Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen, Thailand

²Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

³Faculty of Sciences and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

⁴Faculty of Agricultural Innovation and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

4. การศึกษาชนิดของสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลต่อคุณภาพทางเคมีและกายภาพของน้ำสลัดน้ำมันรำข้าว

ผลการศึกษาการหาชนิดของสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลที่เหมาะสมในการผลิตน้ำสลัดจากน้ำมันรำข้าว ได้แก่ น้ำตาลหล่อฮังก้วย น้ำตาลอิริทริทอล น้ำตาลฟรุคโตส น้ำตาลหญ้าหวาน และน้ำตาลซูคราโลส ตามลำดับ แสดงดัง Table 8 พบว่า น้ำตาลอิริทริทอล มีค่าความสว่างมากที่สุด อาจเป็นผลมาจากลักษณะของน้ำตาลอิริทริทอลนั้นมีลักษณะคล้ายน้ำตาลทรายมีสีขาว เมื่อนำมาใช้ในน้ำสลัดแล้วส่วนผสมอื่นๆ เช่น ไข่แดง ผงมันฝรั่ง หรือ น้ำมันรำข้าวกลบสีของน้ำตาลอิริทริทอลไป เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับน้ำสลัดที่ใช้ น้ำตาลหญ้าหวานในการผลิต พบว่าน้ำตาลหญ้าหวานมีค่าความสว่างน้อยกว่าน้ำตาลอิริทริทอลเพราะว่าลักษณะสีของผงน้ำตาลหญ้าหวานนั้นมีสีน้ำตาลเข้มจึงทำให้มีค่าความสว่างน้อย น้ำสลัดทุกสูตรเมื่อใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดจะทำให้ค่า a_w เพิ่มขึ้น เนื่องจากโครงสร้างของสารให้ความหวานมีหมู่ไฮดรอกซิลน้อยกว่าน้ำตาลทรายจึงจับโมเลกุลของน้ำได้น้อยจึงทำ

ให้น้ำสลัดที่มีส่วนผสมของสารให้ความหวานมีค่า a_w สูงขึ้น [26] และการศึกษาความหนืดของน้ำสลัดน้ำมันรำข้าวที่ใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลต่างชนิดกัน มีค่าใกล้เคียงกัน หลังจากที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลทำให้น้ำสลัดมีค่าความหนืดที่มากขึ้นอาจเป็นเพราะน้ำตาลแต่ละชนิดมีความคงตัวได้ดีอยู่แล้วเมื่อนำมาเสริมกับสารเพิ่มความคงตัวยิ่งทำให้น้ำสลัดมีความคงตัวที่ดีขึ้น การศึกษาค่าความคงตัวของอิมัลชันของน้ำสลัดจากน้ำมันรำข้าวที่ใช้สารให้ความหวานต่างชนิดกัน พบว่า น้ำสลัดจากน้ำมันรำข้าวทุกสูตรมีค่าความคงตัวของอิมัลชันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยน้ำตาลหล่อฮังก้วย และน้ำตาลอิริทริทอลมีค่าความคงตัวของอิมัลชันมากที่สุด มีค่าใกล้เคียงกับสูตรน้ำสลัดทางการค้า 1 และ น้ำสลัดทางการค้า 2 น้ำตาลที่มีค่าความคงตัวของอิมัลชันน้อยที่สุดคือน้ำตาลซูคราโลส เนื่องจากซูคราโลสมีหมู่ไฮดรอกซิลน้อยกว่าน้ำตาลทรายจึงจับโมเลกุลของน้ำได้น้อยจึงทำให้น้ำสลัดที่มีส่วนผสมของซูคราโลส มีค่าคงตัวของอิมัลชันน้อย [26]

Table 8 Physicochemical properties of salad dressing with sweeteners compare commercial salad dressings.

Quality properties	Fructose	Monk fruit sweetener	Sucralose	Erythritol	Stevia	Commercial 1	Commercial 2
Color L*	76.89±0.01 ^e	81.22±0.03 ^b	80.18±0.03 ^c	67.71±0.03 ^s	74.03±0.07 ^e	83.49±0.02 ^a	79.59±0.03 ^d
a*	2.50±0.01 ^c	2.15±0.02 ^e	1.74±0.01 ^f	2.48±0.02 ^c	2.20±0.01 ^d	4.43±0.01 ^b	4.81±0.01 ^a
b*	14.75±0.04 ^e	15.47±0.07 ^c	14.29±0.05 ^s	14.62±0.07 ^f	15.04±0.02 ^d	24.94±0.01 ^b	27.39±0.06 ^a
pH	3.94±0.06 ^b	3.98±0.01 ^{ab}	3.97±0.01 ^{ab}	3.95±0.01 ^a	3.98±0.01 ^{ab}	3.42±0.04 ^d	3.78±0.01 ^c
Water activity (a_w)	0.88±0.01 ^e	0.91±0.01 ^d	0.92±0.01 ^c	0.95±0.01 ^a	0.93±0.01 ^b	0.83±0.01 ^f	0.82±0.01 ^s
Moisture content (%)	18.64±0.01 ^s	33.82±0.03 ^a	31.85±0.01 ^b	29.67±0.01 ^e	25.06±0.01 ^f	30.11±0.01 ^d	31.25±0.05 ^c
Viscosity (cPs)	5732±75.97 ^b	5440±87.02 ^c	5792±85.14 ^b	5526±159.46 ^c	5269±61.08 ^d	5852±101.17 ^b	7930.3±1.53 ^a

Remark: ^{a-s} Means within the same row with different letters are significantly different ($P < 0.05$). The concentration of total sweeteners was fixed at 15%.

*Corresponding author email: apichai.sa@rmuti.ac.th

¹คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, ขอนแก่น, ประเทศไทย

²คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, ประเทศไทย

³คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, ประเทศไทย

⁴คณะนวัตกรรมการเกษตรและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, ประเทศไทย

จาก Table 9 พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบน้ำตาลหล่อฮังก้วย และ น้ำตาลฟรุคโตส มีคะแนนในทุกด้านสูงที่สุดและใกล้เคียงกัน ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม รองลงมาคือ น้ำตาลอิทริทอล น้ำตาลซูคราโลส และน้ำตาลหญ้าหวาน ได้คะแนนความชอบต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาจากคุณภาพทางเคมี ความคงตัวของอิมัลชัน และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดน้ำมันรำข้าวที่ใช้น้ำตาลต่างชนิดกัน พบว่าสูตรที่ใช้ น้ำตาลหล่อฮังก้วย มีคุณภาพที่เหมาะสมสูงสุด และเป็นที่ยอมรับเทียบเท่ากับการใช้น้ำตาลฟรุคโตส เนื่องจากหล่อฮังก้วย

มีสารโมโกรไซด์ (mogrosides) ที่ให้ความหวานตามธรรมชาติ มีโครงสร้างหลักทางเคมีคือ โมโกร (mogrol) และประกอบด้วยหน่วยของกลูโคส จึงทำให้มีรสชาติใกล้เคียงน้ำตาลมากที่สุด เมื่อพิจารณาเรื่องพลังงาน (Kcal) น้ำตาลหล่อฮังก้วยเป็นสารให้ความหวานที่หวานกว่าน้ำตาลทรายประมาณ 250-300 เท่า แต่ให้พลังงาน 0 Kcal [27] จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการผลิตน้ำสลัดที่มีสมบัติในด้านการตอบโจทย์ผู้บริโภคที่รักสุขภาพ ผู้ที่ควบคุมน้ำหนัก ที่สำคัญผู้บริโภคกลุ่มที่ชอบรับประทานอาหารคีโตสามารถรับประทานได้

Table 9 Sensory preference evaluation of salad dressing with different sweeteners.

Sensory properties	Fructose	Monk fruit sweetener	Sucralose	Erythritol	Stevia
Appearance	7.67± 0.49 ^a	7.33± 0.82 ^{ab}	6.67± 1.40 ^b	6.93 ± 1.58 ^{ab}	4.80 ± 1.32 ^c
Color	7.93± 1.28 ^a	7.53± 1.30 ^a	7.53 ± 1.81 ^a	7.80± 1.52 ^a	5.20 ± 1.27 ^b
Smell	6.60± 1.50 ^a	6.87 ± 1.46 ^a	6.60 ± 1.76 ^a	6.06 ± 0.97 ^a	4.87 ± 1.25 ^b
Overall flavor	7.67± 0.61 ^a	6.80 ±1.01 ^{ab}	4.53 ± 2.07 ^d	6.07 ± 1.33 ^{bc}	5.27 ± 1.28 ^{cd}
Texture	6.87± 0.91 ^{ab}	7.13 ± 0.74 ^a	5.93 ± 2.22 ^{bc}	6.40 ± 1.24 ^{abc}	5.40 ± 1.59 ^c
Overall liking	7.33 ± 0.98 ^a	7.33 ± 0.89 ^a	5.53 ± 1.56 ^b	6.50 ± 0.24 ^b	5.13 ± 1.12 ^b

Remark: ^{a-d} Means within the same row with different letters are significantly different (P<0.05). The concentration of total sweeteners was fixed at 15%.

5. ปริมาณพฤษเคมีและสารกำจัดอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดน้ำมันรำข้าว

จากการศึกษาสูตรที่ได้รับการยอมรับ ประกอบด้วย น้ำมันรำข้าว ร้อยละ 15 น้ำตาลหล่อฮังก้วย ร้อยละ 15 น้ำส้มสายชู ร้อยละ 8 ไข่แดง ร้อยละ 6.5 เกลือ ร้อยละ 1 CMC ร้อยละ 0.5 และผงมัสตาร์ด ร้อยละ 0.1 พบว่ามีปริมาณพฤษเคมีและสารกำจัดอนุมูลอิสระ ได้แก่ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 9.52 ± 0.10 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง (mg GAE/g sample) และสมบัติในการจับเหล็กเฟอร์รัส เท่ากับ 22.44 ± 0.22 (mg EDTA eq./ml sample) ส่วนความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ ร้อยละ 69.44 ± 4.99 (%Inhibition) การศึกษานี้ชี้ให้เห็นปริมาณ

ของพฤษเคมีมีผลต่อฤทธิ์สารกำจัดอนุมูลอิสระ มีงานวิจัยรายงานว่าปริมาณสารฟีนอลิก มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารกำจัดอนุมูลอิสระ เมื่อปริมาณสารฟีนอลิกสูง ปริมาณสารกำจัดอนุมูลอิสระก็จะสูงตามไปด้วย สารประกอบฟีนอลิกเป็นกลุ่มสารทุติยภูมิที่พบได้ทั่วไปในผัก ผลไม้ ไวน์ และน้ำมันชนิดต่างๆ มีฤทธิ์หลายอย่าง เช่น ต้านทานการเกิดสภาวะออกซิเดชัน ป้องกันเนื้อเยื่อและดีเอ็นเอจากการถูกทำลายด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชัน [28] มีหลายงานวิจัย รายงานว่ารำข้าวอาจมีสารกำจัดอนุมูลอิสระมากถึง 100 ชนิด ซึ่งมีการค้นพบสารพฤษเคมีใหม่ๆ ที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพและส่งเสริมสุขภาพ เช่น ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ แกมมาออริซานอล โทโคฟีรอล กรดเฟรูลิก กรดไฟติก และโทโคไตรอีนอล เป็นต้น [29]

*Corresponding author email: apichai.sa@rmu.ac.th

¹Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen, Thailand

²Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

³Faculty of Sciences and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

⁴Faculty of Agricultural Innovation and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

และค่าความสามารถในการเป็นสารกำจัดอนุมูลอิสระที่ได้จากการทดลองน่าจะเป็นผลของสารแกมมาออร์ซานอลและฟีนอลิกที่เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำรำข้าวที่นำมาเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดน้ำมันรำข้าวจึงส่งผลให้น้ำสลัดมีฤทธิ์กำจัดอนุมูลอิสระ

6. คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดน้ำมันรำข้าว

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดน้ำมันรำข้าว (แสดงดัง Table 10) ต่อ 100 กรัม พบว่าสูตรที่ได้รับการยอมรับมีคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ปริมาณพลังงาน 318 แคลอรี ไขมันทั้งหมด 23.2 กรัม คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 21.8 กรัม โปรตีน 5.4 กรัม โยอาหาร 3.8 กรัม วิตามินเอ 54 ไมโครกรัม วิตามินบี1 0.01 มิลลิกรัม วิตามินบี2 0.04 มิลลิกรัม แคลเซียม 32 มิลลิกรัม และเหล็ก 0.67 มิลลิกรัม เมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงาน ไขมัน และน้ำตาลต่อน้ำสลัดปริมาณ 100 กรัม พบว่าน้ำสลัดน้ำมันรำข้าวมีค่าต่ำกว่าน้ำสลัดทางการค้า 1 และ 2 โดยน้ำสลัดทาง

การค้า 1 มีค่าพลังงาน ไขมัน และน้ำตาล เท่ากับ 363 kcal 26.3 กรัม และ 24 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำสลัดทางการค้า 2 มีค่าเท่ากับ 620 kcal 56 กรัม และ 23 กรัม ตามลำดับ ซึ่งยืนยันได้ว่าการลดปริมาณไขมันลงส่งผลทำให้ช่วยลดค่าพลังงานและปริมาณไขมันในน้ำสลัดได้ เช่นเดียวกับการใช้น้ำตาลหล่ออังก๊วยซึ่งเป็นสารให้ความหวาน แต่ไม่มีผลทำให้พลังงานในสูตรอาหารเพิ่มขึ้นและยังส่งผลให้ค่าน้ำตาลที่วิเคราะห์ได้เท่ากับศูนย์ เมื่อพิจารณาในส่วนของโยอาหารพบว่า น้ำสลัดน้ำมันรำข้าวมีปริมาณเส้นโยอาหารสูงกว่าน้ำสลัดทางการค้าทั้ง 2 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะน้ำสลัดน้ำมันรำข้าวมีการเติม CMC ซึ่งมีสมบัติเป็นโยอาหารที่ละลายน้ำได้ (soluble dietary fiber) ชนิดหนึ่ง [30] จึงทำให้มีปริมาณโยอาหารสูงกว่าน้ำสลัดทางการค้า และเห็นได้ว่าน้ำสลัดน้ำมันรำข้าวสูตรเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีเมื่อเทียบกับน้ำสลัดทางการค้า เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้นำมาผลิตสลัดน้ำมันรำข้าวมีคุณค่าและสารอาหารที่เป็นประโยชน์ จึงทำให้น้ำสลัดที่ผลิตได้มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน

Table 10 Nutritional value of rice bran oil salad dressing products.

Nutrients	Rice bran oil salad dressing	Commercial 1	Commercial 2
Calories (kcal)	318	363	620
Fat (g)	23.2	26.3	56
Carbohydrate (g)	21.8	33	26.4
Protein (g)	5.4	0	0
Sugar (g)	0	24	23
Sodium (mg)	638	396	594
Dietary fiber (g)	3.8	0	0
Vitamin A (μg)	54	0	0
Vitamin B1 (mg)	0.01	0	0
Vitamin B2 (mg)	0.04	0	0
Calcium (mg)	32	0	0
Iron (mg)	0.67	0.3	0

*Corresponding author email: apichai.sa@rmuti.ac.th

¹คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, ขอนแก่น, ประเทศไทย

²คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, ประเทศไทย

³คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, ประเทศไทย

⁴คณะนวัตกรรมการเกษตรและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, ประเทศไทย

สรุปผล

งานวิจัยนี้ศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพ และ ประสาทสัมผัสของน้ำสลัดน้ำมันรำข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ โดยศึกษาชนิดของสารเพิ่มความคงตัว ปริมาณของ CMC ปริมาณของน้ำมันรำข้าว และชนิดของสารให้ความหวานที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดน้ำมันรำข้าวมีสมบัติเทียบเท่ากับน้ำสลัดจำหน่ายทางการค้าและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค จากผลการศึกษาพบว่า การใช้ CMC ที่ระดับร้อยละ 0.5 น้ำมันรำข้าวที่ระดับร้อยละ 15 และน้ำตาลหล่อยังก้วยที่ระดับร้อยละ 15 ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดจากน้ำมันรำข้าวที่ได้มีสมบัติทางเคมีและกายภาพที่ใกล้เคียงกับน้ำสลัดทางการค้ามากที่สุด และได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด ซึ่งเป็นสูตรที่เหมาะสมในการนำไปใช้พัฒนาต่อยอดเพื่อผลิตเป็นน้ำสลัดที่มีสมบัติในด้านการตอบโจทย์ผู้บริโภคที่รักสุขภาพต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

This project is funded by National Research Council of Thailand (NRCT) (N121650002)

เอกสารอ้างอิง

- [1] Li, D., Zhang, C., Zhang, H., Zhang, D. and Zuo, F. (2022). Separation of γ -oryzanol from immature rice seeds by nanofiltration membrane. *Food Science and Technology* 42: 1-11.
- [2] Punia, S., Kumar, M., Siroha, A.K. and Purewal, S.S. (2021). Rice bran oil: emerging trends in extraction, health benefit, and its industrial application. *Rice Science*. 28: 217-232.
- [3] Sengupta, A., Ghosh, M. and Bhattacharyya, D.K. (2014). Antioxidative effect of rice bran oil and medium chain fatty acid rich rice bran oil in arsenite induced oxidative stress in rats. *Journal of Oleo Science*. 63(11): 1117-1124.
- [4] Ahmad Nayik, G., Majid, I., Gull, A. and Muzaffar, K. (2015). Rice bran oil, the future edible oil of India: A mini review. *Journal of the American Chemical Society*. 3(4): 4-6.
- [5] Chen, S., Wang, X., Xu, Y., Zhang, X., Wang, X. and Jiang, L. (2019). Effect of high-pressure treatment on interfacial properties, structure and oxidative stability of soy protein isolate-stabilized emulsions. *Journal of Oleo Science*. 68(5): 409-418.
- [6] Chiemchaisri, Y. (2018). Saturated fatty acid and unsaturated fatty acid. *KUSA News*. 18(54): 5-7. (in Thai).
- [7] Wattanasiritham, S.L. (2018). Rice bran oil for health. *Food Journal*. 48(1): 50-55. (in Thai).
- [8] Hayati, I. N., Ching, C.W. and Helmi Rozain, M. Z. (2016). Flow properties of o/w emulsions as affected by xanthan gum, guar gum and carboxymethyl cellulose interactions studied by a mixture regression modelling. *Food Hydrocolloids*. 53: 199-208.
- [9] Razak, R. A., Karim, R., Sulaiman, R. and Hussain, N. (2018). Effects of different types and concentration of hydrocolloids on mango filling, *International Food Research Journal*. 25(3): 1109-1119.
- [10] Kunatee, K. and Sungin, P. (2019). The effect of gur gum on the qualities of gluten free crispy waffle from sweet

*Corresponding author email: apichai.sa@rmu.ac.th

¹Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen, Thailand

²Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

³Faculty of Sciences and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

⁴Faculty of Agricultural Innovation and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

- purple potato flour. Dusit Thani College Journal. 13(1): 315-329. (in Thai).
- [11] Matangkasombut, O. and Thanyasrisung, P. (2019). Sugar substitutes and their effects on systemic and oral health. Journal of the Dental Association of Thailand. 69(4): 379-397.
- [12] Leelawat, B. and Kaewsaad, T. (2018). Development of low-fat salad dressing supplemented with purple rice flour. Thai Journal of Science and Technology. 28(5): 774-789. (in Thai).
- [13] Aliyari, M.A., and Rezaei, K. (2021). Improving the biological value of olive and soybean oil blends with olive leaf extract obtained by ultrasound-assisted extraction towards the preparation of a sauce product. Life. 11(9): 974.
- [14] Yingngam, B., Monschein, M. and Brantner, A. (2014). Ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from *Cratogeomys formosum* ssp. Leaves using central composite design and evaluation of its protective ability against H₂O₂-induced cell death. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine. 7(1): 497-505.
- [15] Wiriaphan, C., Chitsomboon, B. and Yongsawadigul, J. (2012). Antioxidant activity of protein hydrolysates derived from threadfin bream surimi byproducts. Food Chemistry. 132(1):104-111.
- [16] AOAC. (2000). Official Methods of Analysis. (17th ed). Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.
- [17] AOAC. (2016). Official Methods of Analysis of AOAC International. (20th ed). The Association, Arlington, VA.
- [18] AOAC. (2019). Official methods of analysis of AOAC international (21st ed). Gaithersburg, Maryland.
- [19] Emilie, P., Raza, H. and Laurent, B. (2014). Effect of processing treatments and storage conditions on stability of fruit juice-based beverages enriched with dietary fibers alone and in mixture with xanthan gum. LWT-Food Science and Technology. 55(1): 131-138.
- [20] Panyoyai, N., Inta, K., Gateam, S and Boonraeng, S. (2018). Physical and sensorial characteristics of avocado spread added with different types of food hydrocolloids. Indonesian Food Science and Technology Journal. 1(2):52-56.
- [21] Petrowski, G.E. (1976). Emulsions stability and its relation to food, pp. 309-359. In C. O. Chichester. E.M. Mark and G.F. Stewart (eds). Advances in Food Research. Academic press, New York.
- [22] Thanatrungueang, N. and Harnsilawat, T. (2014). Effect of emulsifiers and heating process on physical properties and stability of coconut milk. The 16th Food Innovation Asia Conference 2014, 12 -13 June 2014, BITEC Bangna, Bangkok, Thailand.
- [23] Arancibia, C., Navarro-Lisboa, R., Zúñiga, R.N. and Matiacevich, S. (2016). Application of CMC as thickener on nanoemulsions

*Corresponding author email: apichai.sa@rmuti.ac.th

¹คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, ขอนแก่น, ประเทศไทย

²คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, ประเทศไทย

³คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, ประเทศไทย

⁴คณะวิศวกรรมเกษตรและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, ประเทศไทย

- based on olive oil: physical properties and stability. *International Journal of Polymer Science*. 1-10.
- [24] Penjumras, P. , Chumsa, T. and Wattananapakaserm, I. (2019). Color and stability and stability improvement of frillice iceberg juice using sodium chloride and hydrocolloid. *Journal of Science and Technology RMUTSB*. 3(1): 75-75. (in Thai).
- [25] Benitez, L.O. , Castagnini, J. M. , Cristina Añón, M. and Salgado, P. R. (2020) . Development of oil-in-water emulsions based on rice bran oil and soybean meal as the basis of food products able to be included in ketogenic diets. *LWT-Food Science and Technology*. 118.
- [26] Thaweeseang, N., Lueangprasert, K. and Saelim, K. (2022). Effects of alternative sweeteners on physical chemical and sensory characteristics of purple yard long bean jam. *RMUTSV Research Journal*. 14(1): 91-102. (in Thai).
- [27] Tu, D., Luo, Z., Wu, B., Ma, X., Shi, H., Mo, C., Huang, J. and Xie, W. (2017) . Developmental, chemical and transcriptional characteristics of artificially pollinated and hormone- induced parthenocarpic fruits of *Siraitia grosvenori*. *RSC Advances*. 7: 12419-12428.
- [28] Luchai, B. (2012). Dietary polyphenols and their biological effects. *Journal of Science and Technology MSU*. 31(4): 444-456.
- [29] Reddy, C.K., Kimi, L., Haripriya, S., and Kang, N. (2 0 1 7) . Effects of polishing on proximate composition, physico-chemical characteristics, mineral composition and antioxidant properties of pigmented rice. *Rice Science*. 24(5): 241–252.
- [30] Miehe, E. , Bader- Mittermaier, S. , Schweiggert-Weisz, U., Hauner, H., and Eisner, P. (2021) . Effect of physicochemical properties of carboxymethyl cellulose on diffusion of glucose. *Nutrients*. 13(5): 1398.

*Corresponding author email: apichai.sa@rmu.ac.th

¹Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen, Thailand

²Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

³Faculty of Sciences and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand

⁴Faculty of Agricultural Innovation and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand