

ผลของการทดแทนไขมันด้วยเพคตินจากเปลือกแก้วมังกรต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของน้ำสลัด

Effects of Fat Replacement by Pectin from Dragon Fruit Peels on Physicochemical Properties of Salad Dressing

◆ กรวิทย์ สักแกแก้ว

นิสิตปริญญาโท สาขาอาหารและโภชนาการ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อาจารย์ประจำ สาขาการจัดการครัวและศิลปะการประกอบอาหาร คณะอุตสาหกรรมบริการ

วิทยาลัยดุสิตธานี

Korawit Sakkaekaw

Master's Degree Student, Food and Nutrition Program, Department of Home Economics,

Faculty of Agriculture, Kasetsart University

Lecturer, Culinary Arts and Kitchen Management, Faculty of Hospitality Industry,

Dusit Thani College, E-mail: korawit.sa@dtc.ac.th

◆ พรทิพย์ พสุกมลเศรษฐ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pornthip Pasukamonset

Assistant Professor, Department of Home Economics, Faculty of Agriculture,

Kasetsart University, E-mail: fagrptp@ku.ac.th

◆ นองนุช ศิริวงศ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Nongnuch Siriwong

Assistant Professor, Department of Home Economics, Faculty of Agriculture,

Kasetsart University, E-mail: agrnns@ku.ac.th

Received: November 20, 2019; Revised: December 16, 2019; Accepted: December 30, 2019

Abstract

This research aimed to study the fat replacement with pectin from dragon fruit peels on physicochemical properties of salad dressing by studying the appropriate ratio of pectin as a fat replacer in salad dressing for 4 levels: 0% (control formula), 0.68%, 1.36% and 2.04%. Sensory characteristics, physicochemical properties such as color (L^* , a^* and b^*), viscosity,

rheological properties, pH, and peroxide values as well as nutritional values of salad dressing replaced with pectin from dragon fruit peels were evaluated. The results showed that pectin affects the consumer acceptance, physicochemical properties, and nutritional value of salad dressing. When increase the contents of pectin, b^* value, viscosity and pH value decreased. Moreover, rheological properties and a^* value increased ($p < 0.05$). There was no change in peroxide value of salad dressing when replaced pectin at P 25 and P 50 level. The energy and fat composition of salad dressing was significantly decreased ($p < 0.05$) as the ratios of pectin increased. Salad dressing with pectin replacement at 1.36% showed the highest acceptance. Therefore, the use of pectin for fat replacement in salad dressing products would be good for consumers. This study has shown the possibility of applying pectin as a fat replacer in salad dressings.

Keywords: Dragon Fruit Peels, Pectin, Salad Dressing, Fat Replacer

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทดแทนไขมันด้วยเพคตินจากเปลือกแก้วมังกรต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำสลัด โดยทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเพคตินที่ใช้เป็นสารทดแทนไขมันในน้ำสลัดจำนวน 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 0.68, 1.36 และ 2.04 จากนั้นนำมาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค สมบัติทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ค่าความหนืด ค่าการไหลของน้ำสลัด ค่า pH ค่าเพอร์ออกไซด์ และคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ พลังงาน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ผลการศึกษาพบว่า เพคตินมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค สมบัติทางกายภาพและเคมี และคุณค่าทางโภชนาการของน้ำสลัด เมื่อเพิ่มสัดส่วนของเพคตินส่งผลให้ค่าสี (b^*) ค่าความหนืด และค่า pH มีค่าลดลง ในขณะที่ค่าการไหล และค่าสี (a^*) กลับมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้การเพิ่มปริมาณเพคตินในน้ำสลัดเพียงเล็กน้อยไม่ได้ส่งผลกระทบต่อค่าเพอร์ออกไซด์ ในด้านคุณค่าทางโภชนาการนั้น สัดส่วนของเพคตินที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าพลังงานและไขมันของน้ำสลัดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำสลัดที่มีการทดแทนเพคตินที่ร้อยละ 1.36 มากที่สุด ดังนั้นการใช้เพคตินเพื่อการทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดจะส่งผลดีต่อผู้บริโภค การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการนำเพคตินมาประยุกต์ใช้เป็นสารทดแทนไขมันในน้ำสลัด

คำสำคัญ: เปลือกแก้วมังกร เพคติน น้ำสลัด สารทดแทนไขมัน

บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคหันมาให้ความสำคัญกับการเลือกบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น ทำให้ผู้ผลิตหันมาให้ความสนใจกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพเพิ่มขึ้น ดังจะเห็นได้จากผลิตภัณฑ์อาหารที่ปรากฏอยู่ในท้องตลาด เช่น อาหารที่มีคอเลสเตอรอล แคลอรี และไขมันต่ำ และอาหารที่มีเส้นใยสูง ส่งผลให้การขยายตัวของอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพเติบโตอย่างรวดเร็ว สลัดผักจัดเป็นหนึ่งในอาหารเพื่อสุขภาพที่นิยมบริโภค เพราะถือว่าเป็นเมนูที่ให้พลังงานต่ำและมีคุณค่าทางอาหารสูง แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์น้ำสลัดที่ใช้ทั่วไปมีหลากหลายประเภททั้งชนิดข้นหรือชนิดครีม โดยมีส่วนผสมหลักจากน้ำมันพืชซึ่งเป็นสารอาหารประเภทไขมัน และไข่แดงเป็นหลักทำให้น้ำสลัดมีพลังงานและคอเลสเตอรอลสูง จึงควรรับประทานในปริมาณที่ไม่มากเกินไป เพราะอาจส่งผลให้เกิดโรคอ้วน รวมถึงโรคแทรกซ้อนต่าง ๆ มากมาย เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ ได้

การทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์อาหารด้วยสารที่มีสมบัติทางกายภาพและทำหน้าที่คล้ายไขมันทั่วไปจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาช่วยลดการเติมไขมันในอาหารได้ โดยสารทดแทนไขมันนี้ช่วยให้พลังงานในอาหารลดลง ในขณะที่ยังคงรักษาความอร่อยของอาหาร รวมถึงรักษาเนื้อสัมผัสและความรู้สึกในปากได้ ไม่แตกต่างจากไขมันปกติ (Thomas & Nora, 2016) สารทดแทนไขมันส่วนใหญ่ได้จากพืชมีหลายชนิดและจัดอยู่ในประเภทกลุ่มคาร์โบไฮเดรตที่ร่างกายไม่สามารถย่อยได้และไม่มีคุณค่าทางพลังงานหรือเรียกว่าใยอาหาร เช่น แป้งดัดแปร แชนแทนกัม คาร์ราจีแนน แอลจิเนต อินนูลิน และเพคติน เป็นต้น จึงส่งผลให้อาหารมีเนื้อสัมผัสดี เพิ่มความข้นหนืด รักษาความชุ่มชื้นของผลิตภัณฑ์ให้เหมือนกับอาหารที่มีไขมันในขณะที่ให้พลังงานต่ำ นอกจากนั้นสารทดแทนไขมันกลุ่มคาร์โบไฮเดรตนี้ ยังมีส่วนช่วยลดระดับไขมันชนิดแอลดีแอล และลดความเสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ (Rogers, 2019) จากการศึกษาที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อลดปริมาณไขมันในน้ำสลัด เช่น น้ำสลัดไขมันต่ำโดยใช้เต้าหู้และปลายข้าวทดแทนไขมัน (Tanasombun & Pichavongvongdee, 2017)

เพคตินเป็นสารที่ทำให้เกิดเจลที่ได้จากธรรมชาติในประเภทคาร์โบไฮเดรตในกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharides) ที่พบมากในผัก และผลไม้ เช่น แอปเปิ้ล ควินซ์ เรดเคอเรนซ์ ส้ม และเลมอน (Thibault & Ralet, 2008) เพคตินจัดว่าเป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ที่ใช้ในอาหารหลายประเภท เมื่อผสมเพคตินรวมกับน้ำแล้วจะพองตัว และคลายตัวเมื่อได้รับความร้อนสูงขึ้น ทำให้เพคตินมีความข้นหนืดและเกิดเจลขึ้นได้ (Einhorn-Stoll, 2018) นอกจากนี้เพคตินยังมีสมบัติเป็นใยอาหารชนิดละลายน้ำที่สามารถช่วยลดการดูดซึมไขมันชนิดแอลดีแอล และชะลอการดูดซึมของน้ำตาลได้ จึงส่งผลดีต่อ ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจและเบาหวาน ได้ (Kim et al., 2014) เพคตินสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในอาหารได้หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งใช้เป็นสารทดแทนไขมันในไอศกรีม ซอส น้ำสลัด ผลิตภัณฑ์ครีมทาขนมปังต่าง ๆ จึงช่วยลดพลังงานจากไขมันในขณะที่ยังคงเนื้อสัมผัสและลักษณะอาหารที่ดีได้ (Nazir et al., 2017) จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการนำเพคตินจากเปลือกกล้วยมาใช้ทดแทนไขมันในน้ำสลัดครีม ในระดับที่ร้อยละ 30 พบว่าเพคตินจากเปลือกกล้วยทำให้สีน้ำสลัดเข้มขึ้น แต่มีผลทำให้ความหนืด และสมบัติการไหลของผลิตภัณฑ์ลดลง แต่อย่างไรก็ตามไม่ได้ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค (Maneerat et al., 2017) นอกจากนี้การทดแทนไขมันในมายองเนสด้วยเพคตินที่

ร้อยละ 40 พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับมายองเนสสูตรที่ลดไขมันร้อยละ 40 มากที่สุด เพราะมีสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสที่ดี และยังมีพลังงานต่ำ นอกจากนี้การทดแทนที่ระดับร้อยละ 40 ไม่ได้ส่งผลต่อความคงตัว และหรือลักษณะปรากฏ (Sun et al., 2018) จากการศึกษาของ Hosseinvand และ Sohrabvandi (2016) ได้ใช้เทคนิคที่ร้อยละ 2.5 ทดแทนน้ำมันร้อยละ 25 ในน้ำสลัด จะแสดงถึงปริมาณเทคนิคที่ใช้อยู่ในช่วงร้อยละ 1-4 ผลการศึกษาพบว่าอัตราส่วนดังกล่าวมีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคสูงสุด ทั้งในคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสและความรู้สึกในปาก

จากสมบัติเทคนิคที่กล่าวมาไม่พบงานวิจัยที่มีการศึกษาถึงการใช้เทคนิคจากเปลือกแก้วมังกรมาทดแทนไขมันในน้ำสลัด ด้วยเหตุนี้การนำเทคนิคที่มีสมบัติทดแทนไขมันในอาหารได้ จะสามารถช่วยลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดลงได้ ซึ่งจะส่งผลดีต่อผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพและยังช่วยป้องกันความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการบริโภคอาหารที่มีไขมันสูงได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะศึกษาผลของการทดแทนไขมันด้วยเทคนิคจากเปลือกแก้วมังกรต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำสลัด โดยใช้เปลือกแก้วมังกรเหลือทิ้งมาสกัดสารเทคนิคและนำมาทดแทนการใช้ไขมันสำหรับการผลิตน้ำสลัด เพื่อให้ได้น้ำสลัดที่ดีต่อสุขภาพ มีพลังงานและไขมันต่ำ รวมถึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำสลัดเมื่อทดแทนไขมันด้วยเทคนิคจากเปลือกแก้วมังกร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เป็นแนวทางในการนำเทคนิคจากเปลือกผลไม้เหลือทิ้งมาประยุกต์ใช้ในบทบาทสารทดแทนไขมันในอาหาร ทั้งในด้านอุตสาหกรรมอาหารและด้านส่งเสริมสุขภาพ

การทบทวนวรรณกรรม

น้ำสลัด (Salad Dressing) คือ ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผสมสายชูกับเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส เช่น น้ำตาล เกลือ น้ำมะนาว ตีผสมให้เข้ากันดี อาจเติมน้ำมันสลัด น้ำมันพืช แป้งสาลี ผลิตภัณฑ์จากนม เช่น นมสด นมข้นหวาน และอาจเติมผัก ผลไม้ ไข่ไก่ สมุนไพร เครื่องเทศ เช่น พริกไทย กระเทียม มีลักษณะสีขาวถึงเหลือง เนื้อเป็นครีมข้น (Thai Industrial Standards Institute, 2004) โดยน้ำสลัดจัดอยู่ในกลุ่มเครื่องปรุงหรือซอส มีลักษณะคล้ายกับมายองเนสที่อยู่ในระบบอิมัลชัน แบบน้ำมันในน้ำ (oil in water) แต่มีสัดส่วนของน้ำมันที่แตกต่างกันไป ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดที่บริโภคโดยทั่วไปมีสารอาหารประเภทไขมันที่ได้จากน้ำมันและไข่แดงเป็นหลักและให้พลังงานสูงถึง 9 กิโลแคลอรีต่อน้ำหนัก 1 กรัม

เปลือกแก้วมังกร (Dragon fruit peels) เป็นส่วนที่เหลือทิ้งจากการบริโภค รวมถึงการตัดแต่งก่อนจำหน่าย ส่วนใหญ่เหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่แปรรูปแก้วมังกรในผลิตภัณฑ์แยม น้ำแก้วมังกร และแก้วมังกรอบแห้ง โดยเปลือกเหล่านี้เหลือทิ้งจำนวนมาก ซึ่งเปลือกแก้วมังกรสายพันธุ์ *Hylocereus*

polyrhizus สามารถนำมาสกัดสารเพคติน จากการศึกษาพบว่า เปลือกแก้วมังกรมีร้อยละผลผลิตของเพคติน สูงถึงร้อยละ 26.38 จากการสกัดเพคตินด้วยเอทานอลร้อยละ 95 จากเปลือกแก้วมังกรสด (เฉพาะส่วนด้านใน) เมื่อเปรียบเทียบกับเปลือกของผลไม้อื่น ๆ เช่น เปลือกมะม่วงมีร้อยละ 12 เปลือกเสาวรสร้อยละ 14.8 กาก แอปเปิ้ลร้อยละ 14.55 และเปลือกเลมอนร้อยละ 22-25 แสดงให้เห็นว่าในเปลือกแก้วมังกรถือเป็นแหล่งของ เพคตินและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตอาหารได้ (Muhammad et al., 2014)

ในโรงงานอุตสาหกรรมสกัดเพคตินได้จากกากแอปเปิ้ล เพคตินนับว่าเป็นส่วนผสมที่สำคัญในการเกิดเจล และอยู่ตัวในผลิตภัณฑ์แยมกับเยลลี่ ในการทำเยลลี่ มาร์มาเลดอาจจะใช้ทั้งเนื้อผลไม้ เมล็ดและเปลือกต้มผสม กับน้ำตาล เพื่อให้เพคตินจากเนื้อผลไม้ เมล็ด และเปลือกช่วยให้อยู่ตัวเป็นเยลลี่ได้ (Thibault & Ralet, 2008) กลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร และเครื่องดื่มจึงนิยมใช้เพคตินเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร โดยใช้เป็นสารทำให้เกิดเจล (gelling agent) ในผลิตภัณฑ์แยม เยลลี่ และขนมหวาน หรือสารเพิ่มความหนืด (viscosity) ในซอสเครื่องปรุง น้ำเชื่อมเข้มข้น น้ำสลัด เครื่องดื่มต่าง ๆ และใช้เป็นสารคงตัว (stabilizer) ในผลิตภัณฑ์ น้ำผลไม้ นมเปรี้ยวและโยเกิร์ต เป็นต้น ยังใช้เป็นสารที่ทำให้เกิดอิมัลชัน (emulsifying agent) ในการผสม กลิ่นรส แร่ธาตุและป้องกันการแยกชั้นของน้ำมันพืช นอกจากนั้นเพคตินสามารถเป็นสารทดแทนไขมัน (fat replacer) ในไอศกรีม ผลิตภัณฑ์ครีมทาขนมปังต่าง ๆ ส่งผลดีต่อเนื้อสัมผัสและลักษณะของอาหาร อีกทั้งยังช่วยลดพลังงานจากไขมันได้ (Nazir et al., 2017)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบ

เปลือกแก้วมังกรเหลืองทั้ง สายพันธุ์ *Hylocereus polyrhizus* (เปลือกสีแดง เนื้อสีแดง) หลังจาก การปอกเปลือกภายใน 48 ชั่วโมง จากสวนแก้วมังกรเก้งกับเฮง รั้งสิตคลองสิบ จังหวัดปทุมธานี

2. การเตรียมวัตถุดิบ

ล้างเปลือกแก้วมังกรด้วยน้ำไหลผ่าน จากนั้นหั่นเป็นเส้นตามยาว (กว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร) ต้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที แล้วแช่ในอ่างน้ำแข็งอุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนแห้งสนิท โดยมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 5 บดด้วยเครื่องปั่นผสมอาหารให้เป็นผงละเอียด แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร บรรจุถุงพลาสติกปิดสนิท เก็บไว้ที่แห้ง (Tongkham et al., 2017)

3. วิธีการสกัดเพคติน

สกัดเพคตินใช้วิธีการสกัดด้วยเอนไซม์ โดยใช้เปลือกแก้วมังกรแห้ง 10 กรัม ผสมกับกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 0.05 โมลาร์ 300 มิลลิลิตร ปรับ pH เท่ากับ 3.5 นำเข้าเครื่อง Shaking Incubator อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ความเร็ว 190 rpm 30 นาที จากนั้นเติมเอนไซม์เซลลูเลส 600 ไมโครลิตร ให้ความร้อนอีกครั้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ความเร็ว 190 rpm เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาเพิ่มอุณหภูมิเป็น 100 องศาเซลเซียส 5 นาที เพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์ นำสารละลายเข้าเครื่อง Centrifuge ความเร็ว 3500 rpm

10 นาที เก็บของเหลวใสเหนือตะกอน และล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ปั่นเหวี่ยงอีกครั้ง กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 นำสารละลายที่ได้รวมกับของเหลวใสแล้วนำมาตกตะกอนด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ในอัตราส่วนสารละลายต่อเอทานอล 1:2 (w/v) นำตะกอนเพคตินอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส บดละเอียด บรรจุในถุงพลาสติกด้วยระบบสุญญากาศ (Dominiak et al., 2014)

4. การคัดเลือกสูตรน้ำสลัดมาตรฐาน

ทำการคัดเลือกน้ำสลัดทางการค้าจากห้างสรรพสินค้าในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 3 ตัวอย่าง โดยมีส่วนผสม ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู ไข่แดง เกลือป่น (ดังตารางที่ 1) แล้วทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9-point hedonic scale ช่วงคะแนนความชอบตั้งแต่ 1-9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน และใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการทดสอบ ในแบบสอบถามจะถามเกี่ยวกับความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความข้นหนืด (การเกาะติดชิ้นผัก) เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม

ตารางที่ 1 ปริมาณส่วนผสมของสูตรน้ำสลัดทางการค้า

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
น้ำมันถั่วเหลือง	60	53	44
น้ำตาลทราย	20	21	23
น้ำส้มสายชู	9	6	6
ไข่แดง	10	5	7
เกลือป่น	1	1	1

หมายเหตุ: สูตรที่ 1 ถึง 3 เป็นสูตรที่ปรับสัดส่วนจากผลิตภัณฑ์น้ำสลัดทางการค้า

5. การศึกษาอัตราส่วนของเพคตินจากเปลือกแก้วมังกรต่อน้ำมันที่ใช้ในน้ำสลัด

5.1 การเตรียมเพคติน นำเพคติน 5 กรัม น้ำร้อน 95 กรัม ปั่นนาน 5 นาที พักให้เย็น 15 นาที ได้เพคตินที่มีความเข้มข้นร้อยละ 5 แล้วนำไปทดแทนน้ำมันในสูตรต่าง ๆ (Maneerat et al., 2017)

5.2 การเตรียมน้ำสลัดในอัตราส่วนของเพคตินระดับต่าง ๆ โดยนำน้ำสลัดสูตรพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือกเบื้องต้นจากข้อ 4. โดยปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา คือ อัตราส่วนของเพคตินเข้มข้นร้อยละ 5 ที่แตกต่างกัน 4 สูตร โดยกำหนดปริมาณเพคตินทดแทนน้ำมันถั่วเหลือง ในแต่ละสูตรที่ร้อยละดังนี้

สูตรที่ 1 ใช้เพคติน ร้อยละ 0 ในน้ำมันถั่วเหลือง ใช้สัญลักษณ์ P0 (ชุดควบคุม)

สูตรที่ 2 ใช้เพคติน ร้อยละ 0.68 ในน้ำมันถั่วเหลือง ใช้สัญลักษณ์ P25

สูตรที่ 3 ใช้เพคติน ร้อยละ 1.36 ในน้ำมันถั่วเหลือง ใช้สัญลักษณ์ P50

สูตรที่ 4 ใช้เพคติน ร้อยละ 2.04 ในน้ำมันถั่วเหลือง ใช้สัญลักษณ์ P75

จากนั้นทำการผลิตน้ำสลัดทั้ง 4 สูตร ตามส่วนผสมจากสูตรที่คัดเลือกได้จากข้างต้น โดยใช้วิธีการผลิตของ Sangdad Publishing (2006) เริ่มจากละลายน้ำส้มสายชู น้ำตาลทราย และ เกลือป่น เติลงผสมกับไข่แดง

และเพศคนให้เข้ากัน ใช้เครื่องปั่นผสม ปั่นด้วยความเร็วสูงสุด จากนั้นค่อย ๆ รินน้ำมันถั่วเหลืองช้า ๆ แล้วปั่นต่ออีก 2 นาที แล้วเทส่วนผสมลงในขวดแก้วปิดฝาให้สนิท แล้วบรรจุลงในขวดแก้วปิดฝาให้สนิทนำไปพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที แล้วหยุดความร้อนทันทีด้วยอ่างน้ำแข็ง จากนั้นนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางกายภาพและเคมีต่อไป โดยมีน้ำสลัดทางการค้าที่คัดเลือกเป็นชุดควบคุม

6. การศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำสลัดที่ทดแทนไขมันด้วยpektinจากเปลือกแก้วมังกร

เมื่อได้ตัวอย่างน้ำสลัดทั้ง 4 สูตรจากข้อ 5.2 นำมาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมี ดังนี้

6.1 ค่าสี ตามระบบ CIE $L^* a^* b^*$ โดยใช้เครื่องวัดค่าสี (Color Flex, Hunter Lab, USA) จำนวน 5 ซ้ำแล้วบันทึกค่า $L^* a^*$ และ b^* โดยค่าความสว่าง (L^*) มีค่าตั้งแต่ 0-100 ค่าความเป็นสีแดง-สีเขียว (a^*) เมื่อค่า a^* มีค่าบวกบ่งบอกถึงความเป็นสีแดง หากค่า a^* ค่าลบบ่งบอกถึงความเป็นสีเขียว และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) เมื่อค่า b^* มีค่าบวกบ่งบอกถึงความเป็นสีเหลือง หากค่า b^* ค่าลบบ่งบอกถึงความเป็นสีเขียว

6.2 ค่าความหนืด (Viscosity) ทำการวัดความหนืด โดยใช้ น้ำสลัด 150 กรัม ด้วยเครื่อง Viscometer หัววัดขนาด L4 ที่ความเร็ว 5 rpm จำนวน 5 ซ้ำ บันทึกความหนืดในหน่วยเซนติพอยส์ (centipoises, cP)

6.3 ค่าการไหล (Rheological properties) นำน้ำสลัดที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มาวัดค่าการไหลบนรางวัดของเครื่อง Bostwick Consistometer แล้ววัดระยะทางการไหล ในเวลา 60 วินาที ทำการวัดจำนวน 5 ซ้ำ แล้วบันทึกระยะทางการไหลของน้ำสลัดในหน่วยเซนติเมตร (cm.)

6.4 ค่า pH ทำการชั่งน้ำสลัดปริมาณ 5 กรัม เติมน้ำกลั่น 45 มิลลิลิตร ทำการโฮมจีไนซ์ด้วยเครื่องโฮมจีไนเซอร์ ความเร็วระดับ 1 นาน 1 นาที และวัดค่าด้วยเครื่อง pH meter ทำการวิเคราะห์ 5 ซ้ำ

6.5 ค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value) โดยใช้วิธีของ AOAC (2016) แล้วบันทึกค่าเปอร์ออกไซด์ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม (mEq/kg)

6.6 คุณค่าทางโภชนาการ ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของน้ำสลัดโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Inmucal-Nutrients V. 4.0 (Institution of Nutrition, 2018) โดยคำนวณจากปริมาณ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู ไข่แดง เกลือป่น ที่ใช้ในการผลิตน้ำสลัดที่มีการทดแทนด้วยpektinในปริมาณที่แตกต่างกันเพื่อหาค่าของพลังงาน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน วิตามินและแร่ธาตุอื่น ๆ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

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

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลของการคัดเลือกสูตรน้ำสลัดมาตรฐาน

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดทางการค้าทั้ง 3 ตัวอย่าง (ดังตารางที่ 2) พบว่าคะแนนความชอบทุกด้านมีระดับความชอบอยู่ในช่วงค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.77 ถึง 7.40 อยู่ในเกณฑ์ระดับเฉยๆ ถึงชอบปานกลาง คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น และรสชาติของน้ำสลัดทางการค้าสูตรที่ 2 และ 3 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ขณะที่น้ำสลัดสูตรที่ 1 มีคะแนนความชอบต่ำที่สุดในทุกด้าน โดยเฉพาะด้านกลิ่น เนื่องจากมีสัดส่วนของน้ำส้มสายชูมากที่สุด จึงมีกลิ่นฉุนและผู้บริโภคให้คะแนนความชอบต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ร่วมกับการคิดเห็นของผู้ทดสอบ พบว่าผู้ทดสอบให้ความสำคัญของน้ำสลัดในเรื่องกลิ่น สี และการเคลือบชิ้นผัก ซึ่งคะแนนความชอบโดยรวมของน้ำสลัดทั้ง 3 สูตรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังนั้นจึงเลือกน้ำสลัดสูตรที่ 3 เป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดทางการค้า

คุณลักษณะ	น้ำสลัดทางการค้า		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ	6.25 ± 1.77 ^b	6.62 ± 1.67 ^{ab}	7.10 ± 1.33 ^a
สี	6.12 ± 1.52 ^b	6.97 ± 1.38 ^a	7.10 ± 1.48 ^a
กลิ่น	4.77 ± 1.70 ^b	6.25 ± 1.82 ^a	6.70 ± 1.78 ^a
การเคลือบชิ้นผัก	6.65 ± 1.52 ^b	6.77 ± 1.31 ^{ab}	7.40 ± 1.17 ^a
รสชาติ	6.07 ± 1.65 ^b	6.92 ± 1.49 ^a	6.87 ± 1.65 ^a
เนื้อสัมผัส	6.40 ± 1.64 ^b	6.85 ± 1.57 ^{ab}	7.17 ± 1.27 ^a
ความชอบโดยรวม	6.47 ± 1.78 ^b	6.51 ± 1.25 ^b	7.27 ± 1.28 ^a

หมายเหตุ อักษร ^{a, b} ในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2. ผลของสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำสลัดที่ทดแทนไขมันด้วยพอลิเมอร์จากเปลือกแก้วมังกร

จากการวิเคราะห์ค่าสีของน้ำสลัดที่ทดแทนไขมันด้วยพอลิเมอร์ในปริมาณที่แตกต่างกันทั้ง 4 ระดับ ได้แก่ P0 P25 P50 และ P75 พบว่า น้ำสลัด P50 มีค่าความสว่าง (L^*) สูงที่สุด และน้ำสลัด P25 มีค่า L^* ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบค่าความเป็นสีแดง (a^*) พบว่า น้ำสลัด P75 มีค่า a^* สูงที่สุด และน้ำสลัด P0 มีค่า a^* ต่ำที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) พบว่า น้ำสลัด P25 มีค่า b^* สูงที่สุด และน้ำสลัด P75 มีค่า b^* ต่ำที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบค่าสีของน้ำสลัดที่ทดแทนไขมันด้วยพอลิเมอร์ที่ระดับต่าง ๆ กับน้ำสลัดทางการค้า (สูตร 3) พบว่า น้ำสลัด P75 มีค่า L^* ใกล้เคียงกับพอลิเมอร์ทางการค้ามากที่สุด ในส่วนของค่า a^* นั้น น้ำสลัดที่ทดแทนไขมันจากพอลิเมอร์ที่ระดับต่าง ๆ มีค่าสูงกว่าน้ำสลัดทางการค้า แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปริมาณพอลิเมอร์ ส่งผลต่อค่า a^* ในขณะเดียวกันค่า b^* ของน้ำสลัด P0 มีค่าใกล้เคียงกับน้ำสลัดทางการค้ามากที่สุด ซึ่งการเพิ่มปริมาณพอลิเมอร์ที่มากขึ้น ส่งผลทำให้ค่า b^* หรือความเป็นสีเหลืองลดลง เนื่องจากผงพอลิเมอร์จากเปลือกแก้วมังกรที่

สกัดได้นั้นเป็นผงสีน้ำตาลเข้มกว่าเพคตินทางการค้า จึงส่งผลกระทบต่อลักษณะของค่า a^* และ ค่า b^* เมื่อทดแทนในปริมาณสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Maneerat และคณะ (2017) ที่กล่าวว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเพคตินจากเปลือกกล้วยร้อยละ 30 ส่งผลให้ค่า a^* มีค่าเพิ่มสูงขึ้น และค่า b^* มีค่าลดลง เนื่องจากสารละลายเพคตินที่ได้จากเปลือกกล้วยมีสีน้ำตาล จึงส่งผลกระทบต่อสีของน้ำสลัดที่ผลิตได้

น้ำสลัดที่ทดแทนไขมันด้วยเพคตินที่ระดับต่าง ๆ มีความหนืดที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งความหนืดของน้ำสลัด P25 มีค่าสูงที่สุด เนื่องจากเจลของเพคติน และหยดไขมันในระบบอิมัลชันเกิดแรงต้านหัววัดมากขึ้น จึงทำให้ค่าความหนืดมีค่าเพิ่มขึ้นตาม แต่เมื่อลดปริมาณไขมันลงแล้วทดแทนด้วยเพคตินที่มากขึ้นกลับทำให้น้ำสลัดมีค่าความหนืดลดลง สาเหตุเกิดจากสัดส่วนของระบบอิมัลชันมีส่วนของน้ำเพิ่มสูงขึ้น หยดไขมันขนาดเล็กกระจายอยู่ในระบบผสม จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพความหนืดของน้ำสลัดมีค่าลดลงในน้ำสลัด P50 และ P75 ตามลำดับ ขณะเดียวกันน้ำสลัด P0 มีความหนืดน้อยกว่าน้ำสลัด P25 เนื่องมาจากน้ำสลัด P0 ไม่ได้รับการส่งเสริมสมบัติความข้นหนืดจากเจลของเพคตินในระบบผสม จึงทำให้ค่าความหนืดน้อยกว่าน้ำสลัด P25 จากการเปรียบเทียบความหนืดของน้ำสลัดที่ทดแทนไขมันจากเพคตินที่ระดับต่าง ๆ กับน้ำสลัดทางการค้า มีเพียงน้ำสลัด P25 ที่มีค่าสูงกว่า โดยค่าความหนืดสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hosseinvand และ Sohrabvandi (2016) เพราะฉะนั้นความหนืดของน้ำสลัดขึ้นกับปัจจัยในเรื่องสัดส่วนของน้ำมัน และความแข็งแรงของเจลเพคติน

เมื่อวัดค่าการไหลของน้ำสลัดบนรางวัดของเครื่อง Bostwick Consistometer ที่ 60 วินาที พบว่าผลของค่าการไหลมีความสอดคล้องกับค่าความหนืด ซึ่งน้ำสลัด P0 มีค่าไม่แตกต่างจากน้ำสลัดทางการค้า แต่เมื่อเพิ่มปริมาณเพคตินในน้ำสลัดมากขึ้น P50 และ P75 ส่งผลทำให้ค่าการไหลเพิ่มสูงขึ้น (ลักษณะน้ำสลัดมีความข้นลดลง) โดยน้ำสลัด P75 มีค่าการไหลสูงที่สุด เพราะระบบอิมัลชันของน้ำสลัดได้รับผลกระทบจากการลดไขมัน จึงทำให้แรงเสียดทานลดลง น้ำสลัดสามารถไหลได้อย่างอิสระ (Hosseinvand & Sohrabvandi, 2016) ในขณะเดียวกันน้ำสลัด P25 กลับมีค่าการไหลต่ำที่สุด เนื่องจากเพคตินเกิดเจลที่แข็งแรงขึ้นระหว่างการเตรียมน้ำสลัดจากปริมาณน้ำส้มสายชู (pH เท่ากับ 3.3) และน้ำตาลทราย (ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของเจล) เกิดเจลของเพคตินชนิด high methoxyl pectin จึงทำให้โครงสร้างเพคตินมีความแข็งแรงขึ้น ส่งผลให้มีความข้นหนืดขึ้น จึงไหลบนรางวัด Bostwick Consistometer อย่างช้า ๆ (Maneerat et al., 2017) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ercelebi และ Ibanoglu (2010) คือ เมื่อเพิ่มอัตราส่วนเพคตินจากร้อยละ 0 เป็นร้อยละ 0.5 ส่งผลทำให้ค่าความหนืดของน้ำสลัดมีค่าสูงขึ้น

ค่า pH ของน้ำสลัดที่ทดแทนไขมันด้วยเพคตินที่ระดับต่าง ๆ อยู่ในช่วง 3.06-3.63 โดยน้ำสลัด P0 มีค่า pH สูงที่สุด ขณะที่น้ำสลัด P75 มีค่า pH ต่ำที่สุด เมื่อทดแทนเพคตินในน้ำสลัดในปริมาณเพิ่มขึ้นส่งผลต่อค่า pH ลดลง เนื่องจากเพคตินมีองค์ประกอบของกรดกาแลคทูโรนิกที่มีค่าเป็นกรดอยู่แล้ว นอกจากนั้นอาจเกิดจากการเจือจางของกรดอะซิติก (น้ำส้มสายชู) ในส่วนที่เป็นน้ำแล้วปล่อยประจุบวก (H^+) จากกรดอะซิติกที่มากขึ้น จึงทำให้ค่า pH มีค่าลดลง (Hosseinvand & Sohrabvandi, 2016) หากค่า pH เท่ากับ 3.3 ถึง 4.1 จะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของทั้งยีสต์ และเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มแลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus*) ใน

ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดได้ (Ma & Boye, 2013) ค่า pH ของน้ำสลัดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดไว้ต้องมีค่าไม่เกิน 4.1 (Thai Industrial Standards Institute, 2004) และน้ำสลัดทุกตัวอย่างมีค่า pH ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้

ค่าเพอร์ออกไซด์เป็นตัวบ่งบอกแนวโน้มการเหม็นหืนของผลิตภัณฑ์ ซึ่งค่าเพอร์ออกไซด์ของน้ำสลัดที่ทดแทนไขมันจากพืชที่ระดับต่าง ๆ อยู่ในช่วง 2.52-5.43 มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม การเพิ่มปริมาณพืชในน้ำสลัดเพียงเล็กน้อยไม่ได้ส่งผลกระทบต่อค่าเพอร์ออกไซด์ จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าค่าเพอร์ออกไซด์ของน้ำสลัด P50 ไม่แตกต่างกันจากน้ำสลัดที่ P25 และ P0 แต่เมื่อเพิ่มปริมาณพืชมากขึ้นจนถึงระดับ P75 กลับทำให้ค่าเพอร์ออกไซด์สูงขึ้น อาจเกิดจากหยดไขมันเล็ก ๆ ที่กระจายอยู่ในเจลพืชทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น ออกซิเจนจึงสามารถเข้าไปทำปฏิกิริยากับหยดไขมันได้ง่าย และเพิ่มอัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ค่าเพอร์ออกไซด์จึงมีค่าสูงที่สุด (Manomaiwajee, 2012) ซึ่งค่าเพอร์ออกไซด์ของน้ำสลัดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนระบุไว้ว่าต้องมีค่าไม่เกิน 30 มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม (Thai Industrial Standards Institute, 2004) น้ำสลัดที่ทดแทนไขมันด้วยพืชทุกระดับมีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ ผลการทดลองดังกล่าวไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Li และคณะ (2014) ที่ใช้เจลจากบุก (konjac) มาทดแทนไขมันในน้ำสลัด ที่ทำให้ค่าเพอร์ออกไซด์ลดลงได้

ขณะที่ค่าเพอร์ออกไซด์ของน้ำสลัดทางการค้ามีค่าสูงกว่าน้ำสลัดที่ทดแทนไขมันจากพืชทุกระดับ เนื่องจากน้ำสลัดทางการค้ามีวางจำหน่ายที่อุณหภูมิห้องจึงทำให้ค่าเพอร์ออกไซด์ของน้ำสลัดสูงขึ้น หากเก็บน้ำสลัดเกิน 2 เดือนจะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และมีกลิ่นเหม็นหืนเพิ่มขึ้นได้ (Karas et al., 2002) นอกจากนั้นสภาวะของน้ำสลัด เช่น อุณหภูมิ ค่า pH การเก็บรักษา ภาชนะบรรจุ รวมถึงส่วนผสมอื่น ๆ ได้แก่ น้ำส้มสายชู เกลือ ไข่แดงที่ใช้ทำน้ำสลัดยังเป็นปัจจัยสำคัญที่สามารถเปลี่ยนเป็นสารเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน (pro-oxidation) ได้ (Gorji et al., 2016)

ตารางที่ 3 ผลของลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำสลัดที่ทดแทนไขมันด้วยพืช

คุณลักษณะทางกายภาพและเคมี	น้ำสลัดทางการค้า	น้ำสลัดที่ทดแทนไขมันด้วยพืช			
		P0	P25	P50	P75
ค่าสี					
L*	73.54 ± 0.11 ^b	73.05 ± 0.04 ^c	69.51 ± 0.06 ^d	73.71 ± 0.03 ^a	73.59 ± 0.02 ^b
a*	1.26 ± 0.11 ^d	1.61 ± 0.06 ^c	3.71 ± 0.03 ^b	3.64 ± 0.05 ^b	4.30 ± 0.05 ^a
b*	24.28 ± 0.10 ^c	24.70 ± 0.05 ^b	25.75 ± 0.09 ^a	21.90 ± 0.04 ^d	21.52 ± 0.07 ^e
ค่าความหนืด (cP)	130,022.40 ± 42.55 ^b	118,112.40 ± 49.28 ^c	149,767.80 ± 49.19 ^a	87,646.60 ± 54.36 ^d	41,159.80 ± 35.82 ^e
ค่าการไหล (cm.)	3.00 ± 0.10 ^c	3.04 ± 0.05 ^c	1.76 ± 0.05 ^d	3.66 ± 0.08 ^b	4.70 ± 0.07 ^a
ค่า pH	3.34 ± 0.01 ^c	3.63 ± 0.00 ^a	3.35 ± 0.00 ^b	3.18 ± 0.00 ^d	3.06 ± 0.00 ^e
ค่าเพอร์ออกไซด์ (mEq/kg)	8.56 ± 0.65 ^a	3.48 ± 0.50 ^c	2.52 ± 0.18 ^d	3.14 ± 0.40 ^{cd}	5.43 ± 0.52 ^b

หมายเหตุ อักษร ^{a, b, ...} ในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดที่ทดแทนไขมันด้วยเพคติน

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการ 9-Point Hedonic Scale ของน้ำสลัดที่ทดแทนไขมันด้วยเพคตินที่แตกต่างกันทั้ง 4 ระดับ ได้แก่ P0 P25 P50 P75 และน้ำสลัดทางการค้าที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด (ดังตารางที่ 4) พบว่า ทั้ง 5 ตัวอย่าง มีระดับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสทุกด้านมีระดับความชอบอยู่ในช่วงค่าเฉลี่ยระหว่าง 5.14 ถึง 7.48 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับตั้งแต่เฉย ๆ ถึงชอบปานกลาง โดยคะแนนความชอบของน้ำสลัดทางการค้าและน้ำสลัด P0 มีค่าไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาน้ำสลัด P25 P50 และ P75 พบว่า เมื่อทดแทนไขมันด้วยเพคตินในระดับที่สูงขึ้น ส่งผลทำให้การยอมรับของน้ำสลัดระดับต่าง ๆ ลดลง เนื่องจากการลดปริมาณไขมันลงส่งผลทางประสาทสัมผัส หรือความรู้สึกในปาก (mouthfeel) ลดลง (Hosseinvand & Sohrabvandi, 2016) ซึ่งเพคตินส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส เพราะ น้ำสลัด P25 และ P50 มีคะแนนการยอมรับในคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ขณะเดียวกันน้ำสลัด P50 กลับมีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ และการเคลือบชิ้นผัก ที่สูงกว่าน้ำสลัด P25 อาจจะเป็นเนื่องจากสมบัติทางกายภาพด้านความข้นหนืด และการไหลของน้ำสลัด P25 ข้นหนืดเกินไป (P25) ยังไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เมื่อนำมารับประทานคู่กับผักสลัด

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดที่ทดแทนไขมันด้วยเพคติน

คุณลักษณะ	น้ำสลัด ทางการค้า	น้ำสลัดที่ทดแทนไขมันด้วยเพคติน			
		P0	P25	P50	P75
ลักษณะปรากฏ	7.20 ± 1.19^a	7.20 ± 1.35^a	5.42 ± 1.64^c	6.40 ± 1.72^b	5.74 ± 1.79^c
สี	7.34 ± 1.23^a	7.48 ± 1.19^a	6.10 ± 1.37^b	6.10 ± 1.61^b	5.52 ± 1.84^b
กลิ่น	7.10 ± 0.81^a	7.08 ± 0.92^a	6.30 ± 1.37^b	6.22 ± 1.09^b	5.30 ± 1.90^c
การเคลือบชิ้นผัก	7.24 ± 1.50^a	7.22 ± 1.46^a	5.72 ± 1.45^b	6.98 ± 1.46^a	5.28 ± 1.38^b
รสชาติ	7.38 ± 1.30^a	7.02 ± 1.59^a	6.12 ± 1.75^b	6.24 ± 1.37^b	5.14 ± 1.78^c
เนื้อสัมผัส	7.12 ± 1.43^a	7.18 ± 1.24^a	6.12 ± 1.66^b	6.50 ± 1.56^b	5.34 ± 1.25^c
ความชอบโดยรวม	7.04 ± 1.30^a	7.44 ± 1.24^a	6.18 ± 1.35^b	6.28 ± 1.52^b	5.66 ± 1.34^c

หมายเหตุ อักษร ^{a, b, c} ในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4. ผลของคุณค่าทางโภชนาการของน้ำสลัดที่ทดแทนไขมันด้วยเพคตินจากเปลือกแก้วมังกร

เมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของน้ำสลัดที่ทดแทนไขมันด้วยเพคตินที่แตกต่างกันทั้ง 4 สูตร โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ Inmucal-Nutrients V. 4.0 (Institution of Nutrition, 2018) พบว่า การเพิ่มปริมาณเพคตินมากขึ้น ส่งผลทำให้ค่าพลังงานและไขมันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงาน น้ำสลัดที่ P0 กับน้ำสลัด P25 สามารถช่วยลดพลังงานจากไขมันลงได้ถึง 96.93 กิโลแคลอรี จะเห็นได้ว่า การเพิ่มปริมาณเพคตินในน้ำสลัดสามารถช่วยลดค่าพลังงานจากไขมันได้ (ดังตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 คุณค่าทางโภชนาการต่อ 100 กรัมของน้ำสลัดที่ทดแทนไขมันด้วยเพคติน

คุณค่าทางโภชนาการ	น้ำสลัดที่ทดแทนไขมันด้วยเพคติน			
	P0	P25	P50	P75
พลังงาน (kcal)	503.82 ^a	406.85 ^b	309.88 ^c	212.91 ^d
คาร์โบไฮเดรต (g)	23.15 ^a	23.15 ^a	23.15 ^a	23.15 ^a
ไขมัน (g)	45.21 ^a	34.44 ^b	23.66 ^c	12.89 ^d
โปรตีน (g)	1.07 ^a	1.07 ^a	1.07 ^a	1.07 ^a

หมายเหตุ อักษร ^{a, b, c, d} ในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากการพิจารณาสมบัติทางกายและเคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า น้ำสลัด P50 มีค่า L^* มีค่าใกล้เคียงกับน้ำสลัดทางการค้า ส่วนค่า pH และค่าเพอร์ออกไซด์ยังมีค่าต่ำกว่าเช่นกัน ในส่วนคะแนนความชอบผู้ทดสอบให้การยอมรับในด้านลักษณะปรากฏ และการเคลือบชิ้นผัก สูงกว่าน้ำสลัด P25 และ P75 ดังนั้นการทดแทนไขมันในน้ำสลัดด้วยสารละลายเพคตินที่ร้อยละ 1.36 (น้ำสลัด P50) ให้ผลดีที่สุด

ดังนั้นการบริโภคน้ำสลัดที่มีการทดแทนไขมันด้วยเพคตินจะส่งผลดีต่อสุขภาพ เพราะการได้รับไขมันจำนวนมากจะส่งผลเสียต่อร่างกาย เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและหลอดเลือด เพราะฉะนั้นการเพิ่มเพคตินที่มีสมบัติเป็นใยอาหาร ชนิดไม่ละลายน้ำในอาหารไม่สามารถย่อยและถูกดูดซึมในระบบทางเดินอาหารได้มีคุณสมบัติช่วยควบคุมระดับไขมันชนิดแอลดีแอลและความคุมระดับน้ำตาลลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ และเบาหวานได้ (Thibault & Ralet, 2008)

นอกจากนี้เพคติน สามารถพองตัวในระบบทางเดินอาหาร จึงพร้อมทำหน้าที่เป็นพรีไบโอติกที่มีส่วนช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต และส่งเสริมการทำงานของแลคโตบาซิลลัสและบีฟิโดแบคทีเรีย ซึ่งเป็นแบคทีเรียชนิดดี หรือ โฟโบไอติกในลำไส้ได้ อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในการผลิตกรดไขมันสายสั้นส่งผลให้ร่างกายมีสุขภาพดีได้ (Wichienchot et al., 2010)

สรุป

จากการนำเปลือกแก้วมังกรเหลือทิ้งมาสกัดเพคติน และนำเพคตินมาทดแทนไขมันในน้ำสลัด พบว่า 1) อัตราส่วนของเพคตินจากเปลือกแก้วมังกรต่อน้ำมันในบทบาทสารทดแทนไขมันที่มีการยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 1.36 (น้ำสลัด P50) หากทดแทนปริมาณเพคตินมากกว่านี้ จะส่งผลต่อการยอมรับในด้านรสชาติ กลิ่น ความข้นหนืด และเนื้อสัมผัส 2) ในด้านสมบัติทางกายภาพและเคมี พบว่า ปริมาณเพคตินส่งผลทำให้ความหนืดและค่า pH มีค่าลดลง ขณะเดียวกันอัตราการไหลมีค่าเพิ่มเล็กน้อย ซึ่งค่า pH และค่าเพอร์ออกไซด์มีค่าไม่เกินกำหนดของมาตรฐานอุตสาหกรรม 3) น้ำสลัดที่ทดแทนไขมันด้วยเพคตินจากเปลือกแก้วมังกรสามารถช่วยลดปริมาณพลังงานที่ได้จากไขมันลดลงถึงร้อยละ 52.33 และมีปริมาณพลังงานที่ได้น้อยลงจาก 503.82 เหลือเพียง 309.88 กิโลแคลอรี

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงบทบาทหน้าที่ของเพคตินด้านอื่น ๆ เช่น การเป็นสารคงตัว สารทำให้เกิดเจล สารคงตัว สารที่ทำให้เกิดอิมัลชัน รวมถึงการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดที่อาจส่งผลกระทบต่อคุณลักษณะต่าง ๆ นอกจากนี้การใช้เพคตินจากเปลือกแก้วมังกรยังส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์น้ำสลัดในเรื่องสี ความข้นหนืด และกลิ่นของเพคติน จึงควรหาแนวทางในการพัฒนา และปรับปรุงคุณลักษณะของน้ำสลัดให้ดีขึ้น เช่น การใช้สารละลายเพื่อเจือจางสี และลดกลิ่นของเพคตินลง เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคุณสุทธิศักดิ์ บุญยาคุณานนท์ เจ้าของสวนเกษตรแก้วมังกรเก่งกับเฮง รังสิต คลอง 10 ปทุมธานี ที่สนับสนุนเปลือกแก้วมังกรในงานวิจัยครั้งนี้

References

- AOAC. (2016). *Official Methods of Analysis*. Gaithersburg, Maryland, USA.
- Dominiak, M., Søndergaard, K. M., Wichmann, J., Vidal-Melgosa, S., Willats, W. G. T., Meyer, A. S., & Mikkelsen, J. D. (2014). Application of enzymes for efficient extraction, modification, and development of functional properties of lime pectin. *Food Hydrocolloids*, 40, 273-282.
- Einhorn-Stoll, U. (2018). Pectin-water interactions in foods – From powder to gel. *Food Hydrocolloids*, 78, 109-119.
- Erçelebi, E. A., & Ibanoglu, E. (2010). Effects of pectin and guar gum on creaming stability, microstructure and rheology of egg yolk plasma-stabilized emulsions. *European Food Research and Technology*, 231(2), 297-302.
- Gorji, S. G., Smyth, H. E., Sharma, M., & Fitzgerald, M. (2016). Lipid oxidation in mayonnaise and the role of natural antioxidants: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 56, 88-102.
- Hosseinvand, A., & Sohrabvandi, S. (2016). Physicochemical, textural and sensory evaluation of reduced-fat mustard sauce formulation prepared with Inulin, Pectin and β -glucan. *Croatian journal of food science and technology*, 8(2), 46-52.
- Institution of Nutrition, M. U. (2018). Nutrients calculation software: INMUCAL- Nutrients V.4.0 (Version Database version NB.). Thailand.
- Karas, R., Skvarča, M., & Žlender, B. (2002). Sensory quality of standard and light mayonnaise during storage. *Food Technology and Biotechnology*, 40(2), 119-127.

- Kim, M. Y., Lim, S. H., & Lee, J. (2014). Intake of hot water-extracted apple protects against myocardial injury by inhibiting apoptosis in an ischemia/reperfusion rat model. *Nutr Res*, 34(11), 951-960.
- Li, J., Wang, Y., Jin, W., Zhou, B., & Li, B. (2014). Application of micronized konjac gel for fat analogue in mayonnaise. *Food Hydrocolloids*, 35, 375-382.
- Ma, Z., & Boye, J. I. (2013). Advances in the design and production of reduced-fat and reduced-cholesterol salad dressing and mayonnaise: a review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(3), 648-670.
- Maneerat, N., Tangsuphoom, N., & Nitithamyong, A. (2017). Effect of extraction condition on properties of pectin from banana peels and its function as fat replacer in salad cream. *Journal of Food Science and Technology*, 54(2), 386-397.
- Manomaiwajee, M. (2012). *Oxidative stability of salad dressing containing blended cold-pressed edible oil enriched with crude from spanish plum leaf Elaeocarpus hygrophilus Kurz*. (Master Degree). Chulalongkorn University, (In Thai)
- Muhammad, K., Zahari, N. I. M., Gannasin, S. P., Adzahan, N. M., & Bakar, J. J. F. H. (2014). High methoxyl pectin from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel. 42, 289-297.
- Nazir, A., Asghar, A., & Aslam Maan, A. (2017). Food Gels: Gelling Process and New Applications. In *Advances in Food Rheology and Its Applications* (pp. 335-353).
- Rogers, M. A. (2019). Encyclopedia of Food Chemistry: Fat replacers. In L. Melton, F. Shahidi, & P. Varelis (Eds.), *Encyclopedia of Food Chemistry* (pp. 96-100). Oxford: Academic Press.
- Sangdad Publishing. (2006). *Classic Salads*. Bangkok: Sangdad Publishing. (In Thai)
- Sun, C., Liu, R., Liang, B., Wu, T., Sui, W., & Zhang, M. (2018). Microparticulated whey protein-pectin complex: A texture-controllable gel for low-fat mayonnaise. *Food Research International*, 108, 151-160.
- Tanasombun, P., & Pichaivongvongdee, S. (2017). Utilization of Broken Rice as a Fat Replacer in Low Calorie Tofu Salad Dressing. *Journal of Food Health and Bioenvironmental Science*, 10(3), 105-128.
- Thai Industrial Standards Institute. (2004). Thai Industrial Standards Institute (TISI 672/2004) (In Thai)

- Thibault, J.-F., & Ralet, M.-C. (2008). Pectins, their Origin, Structure and Functions. In B. V. Macleary & L. Prosky (Eds.).
- Thomas, P. O. C., & Nora, M. O. B. (2016). Butter and Other Milk Fat Products: Fat Replacers. In *Encyclopedia of Dairy Sciences* (Vol. 2nd Edition, pp. 528–532). University College, Cork, Ireland.
- Tongkham, N., Juntasalay, B., Lasunon, P., & Sengkhamparn, N. (2017). Dragon fruit peel pectin: Microwave-assisted extraction and fuzzy assessment. *Agriculture and Natural Resources*, 51(4), 262-267.
- Wichienchot, S., Jatupornpipat, M., & Rastall, R. A. (2010). Oligosaccharides of pitaya (dragon fruit) flesh and their prebiotic properties. *Food Chemistry*, 120(3), 850-857.



Korawit Sakkaekaw, Bachelor of Sciences (Food and Nutrition), Kasetsart University (2012), Studying in Master of Science Program in Home Economics, Kasetsart University. Lecturer, Culinary Arts and Kitchen Management, Faculty of Hospitality Industry, Dusit Thani College, Thailand.



Porntip Pasukamonset, Ph.D., Doctor of Philosophy (Food and Nutrition), Chulalongkorn University (International program) (2016), Assistant Professor, Department of Home Economics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Thailand.



Nongnuch Siriwong. Ph.D., Doctor of Philosophy (Biochemistry Technology), King Mongkut's University of Technology Thonburi (2006), Assistant Professor, Department of Home Economics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Thailand.