การพัฒนาน้ำสลัดโยเกิร์ตเสริมหม่อน

Development of Yoghurt Salad Dressingwith Mulberry

นิดา อาบสุวรรณ์[1], ศุภกิจ เพ็งพุดซา[1], บุรินทร์ อะปายะทัศน์[1] และคเชนทร์ วงศ์ไสสา[1]
Nida Arbsuwan[1], Suphakit Pengpudsa[1], Burin Apayapas[1] and Kachen Wongsaisa[1]
[1]สาขาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
Arbsuwan@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาอัตราส่วนของลูกหม่อนสายพันธุ์บุรีรัมย์ 60 ต่อน้ำ (หม่อน : น้ำ) ของการผลิตน้ำสลัดโยเกิร์ตเสริมหม่อนโดยแบ่งน้ำสลัดออกเป็น 5 สูตรคือ Control, 1:1, 1:2,1:3 และ 1:4 ตามลำดับ พบว่า น้ำสลัดโยเกิร์ตหม่อนสูตร 1:1 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดเท่ากับ 169.79±8.3 1และ 175.31±4.37 มิลลิกรัมสมมูลของโทรลอกซ์/มิลลิลิตรเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DPPH และวิธี ABTS มีปริมาณฟีนอลิกรวมเท่ากับ 0.88±0.13 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/มิลลิลิตรนอกจากนั้นน้ำสลัดโยเกิร์ตหม่อนสูตร 1:1 มีค่าพีเอช ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกและจำนวนแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกเท่ากับ 4.33±0.01, 9.67±0.58 องศาบริกซ์, 0.28±0.01 เปอร์เซ็นต์ และ 1.8×10^{9}CFU/ มิลลิลิตรตามลำดับ เมื่อนำน้ำสลัดโยเกิร์ตหม่อนสูตร 1:1 มาศึกษาระยะการเก็บของน้ำสลัดเป็นระยะเวลา 6 วันที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสพบว่าคุณสมบัติทางด้านเคมี จำนวนแบคทีเรียผลิตกรดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระยังคงอยู่ตลอดการเก็บรักษา แสดงให้เห็นว่าหม่อนสามารถนำมาพัฒนาเป็นน้ำสลัดโยเกิร์ตที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง

คำสำคัญ : น้ำสลัดโยเกิร์ต,ลูกหม่อน, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, แบคทีเรียผลิตกรดแลคติก

Abstract

The objective of this research was to study the ratio of Burirum 60 Mulberry strain to water (Mulberry:water) of yoghurt salad dressingwith mulberryproduction. Salad dressingcan divided into five formulas such as Control, formula 1:1, formula 1:2, formula 1:3 andformula1:4, respectively. The highest antioxidant activity showed salad yoghurt formula 1:1 about 169.79±8.31 mgTrolox/ml and 175.31±4.37 mgTrolox/ml by using DPPH andABTS assay. The total phenolic content showed about 0.88±0.13 mgGallic/ml. Furthermore, the pH, total soluble solid, %lactic acid and lactic acid bacteria count of Salad yoghurt dressing with Mulberry juice (formula 1:1) was 4.33±0.01, 9.67±0.58°Brix, 0.28±0.01, and 1.8×10^{9}CFU/ml, respectively. Then, the formula 1:1 was determined to storage on six day at 4 °C. The result show that, the chemical properties, lactic acid bacteria count and antioxidant activity were found stable to during storage. Overall, Mulberry juice could be developed as yoghurt salad dressing with high antioxidant activity properties.

Keywords : Yoghurt Salad Dressing, Mulberry, Antioxidants activity, Lactic acid bacteria

1. บทนำ

น้ำสลัดนิยมนำมารับประทานกับผักและผลไม้สด เหมาะสำหรับผู้ที่รักสุขภาพแต่ในปัจจุบันผู้บริโภคสามารถเลือกชนิดของน้ำสลัดได้อย่างหลายหลายเพื่อให้มีรสชาติที่ถูกใจน้ำสลัดแบ่งออกเป็น น้ำสลัดแบบน้ำใส สลัดมายองเนส และสลัดครีม เป็นต้น โดยทั่วไปน้ำสลัดจะมีส่วนประกอบที่เป็นน้ำมันพืช ไข่ไก่ น้ำตาล เกลือ และน้ำส้มสายชูอาศัยหลักการปั่นด้วยแรงกลหรือการฮอโมจิไนซ์ทำให้น้ำสลัดเป็นเนื้อเดียวกัน โดยมีน้ำมัน ไข่ไก่ เป็นตัวประสานเพื่อไม่ให้แยกชั้น อย่างไรก็ตามน้ำสลัดทั่วไปค่อนข้างมีพลังงานสูง อาจกับผู้ที่เป็นโรคเบาหวานหรือโรคอ้วน จึงได้มีการพัฒนาน้ำสลัดโดยการเติมผลไม้เข้าไปเพื่อมีสีสันและคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น เช่น น้ำสลัดเสริมน้ำฟักข้าวเนื่องจากมีสารกลุ่มไลโคปีน (Lycopene) ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง [1] รวมถึงการใช้น้ำผลไม้และหม่อนมาเป็นสารประกอบในการทำน้ำสลัดซึ่งพบว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของน้ำผลไม้และหม่อนทำให้กิจกรรมของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้นเช่นเดียวกัน [2] ดังนั้นจึงได้คัดเลือกลูกหม่อนที่เป็นผลไม้ไทยพบได้ทั่วไปตามท้องถิ่นเนื่องจากในกากผลหม่อนมีปริมาณเถ้าไฟเบอร์โปรตีนไขมันและคาร์โบไฮเดรตรวมถึงปริมาณสารแอนโธไซยานินส์สารประกอบฟีนอลลิกมีการรายงานว่าผลหม่อนยังมีสารกลุ่มแคโรทีนวิตามินบีหนึ่งวิตามินบีสองวิตามินซีกลูโครสซูโครสกรดทาร์ทาริกกรดซัคซินิคและกรดซิตริก เป็นต้น [3]

หม่อนมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Morus alba* L. วงศ์ Moraceae เป็นพืชเศรษฐกิจในประเทศไทยลักษณะเป็นไม้ยืนต้นตระกูลเบอรี่ (Berry) เช่นเดียวกับบลูเบอรี่ (Blue berry) และราสเบอรี่ (Raspberry) หม่อนเป็นไม้พุ่มขนาดกลางสามารถปลูกได้ในทุกสภาพอากาศในประเทศไทยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในผลหม่อนประกอบไปด้วยกลุ่มอัลคาลอย (Alkaloids) และฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) ซึ่งมีคุณสมบัติในการให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงโดยเฉพาะกลุ่มแอนโธไซยานินส์ (Anthocyanins) ในปริมาณสูงสามารถละลายน้ำได้ประกอบไปด้วยกลุ่มโพลีฟีนอลหลายชนิด [4] โดยเฉพาะแอนโทไซยานินอีกชนิดหนึ่งคือไซยานิดินไตรรูติโนไซด์ (Cyanidin-3-rutinoside) หรือเคอราไซยานิดิน (Keracyanidi n)ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพอย่างกว้างขวาง [3] การนำลูกหม่อนมาพัฒนาในการแปรรูปเป็นน้ำสลัดโยเกิร์ตทำให้เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการมากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและในโยเกิร์ตนั้นเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่เกิดจากการทำงานของจุลินทรีย์กลุ่ม *Lactobacillus delbrukeii* subsp. *bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ซึ่งทำหน้าที่ย่อยน้ำตาลแลคโตสที่อยู่ในนมเป็นกรดแลคติกทำให้รสเปรี้ยว [5] เกิดสารประกอบกรดอินทรีย์และกรดอะมิโนหลายชนิดในขณะที่กรดอะมิโนที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบที่ให้กลิ่นได้แก่แอมโมเนีย (Ammonia) เอมีน (Amines) อัลดีไฮด์ (Aldehydes), ฟีนอล (Phenols) อินโดล (Indole) และแอลกอฮอล์ (Alcohols) ทำให้มีกลิ่นหอมและประโยชน์ต่อร่างกายรวมถึงในโยเกิร์ตมีจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อระบบลำไส้ [6]

จากข้อมูลข้างต้นจึงนำผลหม่อนมาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการนำมาพัฒนาเป็นโยเกิร์ตน้ำสลัดที่เพิ่มหม่อนเข้าไปในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดโยเกิร์ตซึ่งจะเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการที่มีประโยชน์ต่อผู้บริโภคมากยิ่งขึ้นเนื่องจากสารแอนโธไซยานินส์ของหม่อนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระรวมถึงจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาอัตราส่วนของลูกหม่อนต่อน้ำ
2. ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี จุลินทรีย์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากน้ำสลัดโยเกิร์ตเสริมหม่อน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมน้ำหม่อน

นำลูกหม่อนสายพันธุ์บุรีรัมย์ 60 แยกผลที่มีลูกสีดำมาทำความสะอาด แล้วนำไปปั่นกับน้ำในอัตราส่วนต่างๆ คือ 1:1, 1:2, 1:3 และ 1:4 ทำการพาสเจอไรส์

ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาทีรอให้เย็น จากนั้นเก็บไว้ที่ -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อไป

3.2 การผลิตโยเกิร์ต

การหมักโยเกิร์ตใช้หัวเชื้อทางการค้ารสธรรมชาติ (ยี่ห้อ ดัชมิลล์) ปริมาณ 50 กรัมในนมพาสเจอร์ไรส์ 1 ลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 42±2 องศาเซลเซียสเวลา 4 ชั่วโมงทำการวิเคราะห์คุณภาพโยเกิร์ตเบื้องต้นคือค่าพีเอชและนำโยเกิร์ตไปเป็นส่วนผสมของน้ำสลัดในแต่ละสูตร [7]

3.3 การผลิตน้ำสลัดจากโยเกิร์ตหม่อน

นำน้ำหม่อนและโยเกิร์ตที่เตรียมได้จากข้างต้นมาทำการผลิตน้ำสลัดโดยน้ำหม่อนใช้ปริมาณ 5 กรัม แบ่งออกเป็นสูตร Control, สูตร 1:1, สูตร 1:2, สูตร1:3 และสูตร 1:4 โดยที่สูตร Control ไม่ได้เติมน้ำหม่อน จากนั้นเติมโยเกิร์ต 45 กรัม น้ำผึ้ง 5 กรัม ไข่แดง 4 กรัม และน้ำมันรำข้าว 41 กรัม จากนั้นทำการปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกันให้ครบทั้ง 5 สูตร ลักษณะของน้ำสลัดจะมีความหนืด ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี แบคทีเรียผลิตกรดแลคติก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ นำสูตรที่ให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดมาศึกษาระยะการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 1,2,3,4,5 และ6 วัน

3.4 การวิเคราะห์เปอร์เซนต์กรดแลคติกและความเป็นกรด-ด่าง

ตัวอย่างน้ำสลัดโยเกิร์ตที่เสริมหม่อนในแต่ละสูตรมาวัดค่าพีเอชโดยใช้เครื่อง pH-meter และหาเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกโดยวิธี Titratable acidity ตามวิธีใน AOAC [8] นำตัวอย่างน้ำสลัดโยเกิร์ตหม่อน 10 กรัม ใส่ลงในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตรและเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร นำมาไตเตรทกับ 0.1 N NaOH โดยใช้ 1 เปอร์เซ็นต์ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์จนกระทั่งถึงจุดยุติจะเป็นสีชมพูจากนั้นนำปริมาตรของ 0.1 N NaOH ที่ใช้ไปมาคำนวณหาปริมาณกรดแลคติก

3.5 การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

นำตัวอย่างมาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วย Hand refractometer (ATAGO) โดยรายงานผลเป็นองศาบริกซ์(°Brix)

3.6 การวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากน้ำสลัดโยเกิร์ตจากหม่อนด้วยวิธี DPPH

ตัวอย่างน้ำสลัดโยเกิร์ตหม่อนแต่ละสูตรที่ได้นำมาปั่นที่ความเร็ว 10000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 10 นาที นำส่วนใสปริมาตร 100 ไมโครลิตร มาเติมด้วยสารละลาย 0.1 mM DPPH ปริมาตร 2000 ไมโครลิตรผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาทีนำวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตรค่าดูดกลืนแสงที่ได้จากตัวอย่างนำไปเทียบกับกราฟมาตรฐานโทรลอกซ์รายงานเป็นหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของโทรลอกซ์/มิลลิลิตร

3.7 การวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากน้ำสลัดโยเกิร์ตหม่อนด้วยวิธีABTS

เตรียมสารละลาย$ABTS^+$โดยการผสม 7.5 มิลลิโมลาร์ ABTS กับ 2.45 มิลลิโมลาร์ Potassium persulfate ($K_2S_2O_8$) ที่ละลายในน้ำกลั่นบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างปริมาตร 20 ไมโครลิตร มาทำปฏิกิริยากับสารละลาย $ABTS^+$ที่มีค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 7.00 ปริมาตร 1980 ไมโครลิตร นำไปวัดความยาวคลื่น 734 นาโนเมตรค่าดูดกลืนแสงที่ได้จากตัวอย่างนำไปเทียบกับกราฟมาตรฐานโทรลอกซ์รายงานเป็นหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของโทรลอกซ์/มิลลิลิตร

3.8 การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวม

การหาปริมาณฟีนอลิกรวมด้วย Folin-Ciocalteu โดยนำตัวอย่างปริมาตร 200 ไมโครลิตร มาผสมกับสารละลาย 10% Folin-ciocalteus's reagent และเติมน้ำกลั่นปริมาตร 4 มิลลิตร เขย่าให้เข้ากัน เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้นร้อยละ 7.5 ปริมาตร 2 มิลลิลิตรเติมน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ค่าดูดกลืนแสงที่ได้จากตัวอย่างนำไปเทียบกับกราฟ

มาตรฐานกรดแกลลิกรายงานเป็นหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/มิลลิลิตร

3.9 การศึกษาแบคทีเรียกรดแลคติกบนอาหาร MRS Agar

นำตัวอย่างน้ำสลัดโยเกิร์ตจากหม่อนในแต่ละสูตรมาเจือจางแบบ Serial dilution ด้วยสารละลาย NaCl 0.85% ปริมาณ 9 มิลลิลิตร มาเจือจางตั้งแต่ 10^{-1} ถึง 10^{-6} จากนั้นนำมาตรวจสอบจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกบนอาหาร MRS agar ที่เติม $CaCO_3$ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีที่มีวงใสรอบ ๆ แบคทีเรียรายงานเป็น CFU/มิลลิลิตร

3.10 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากผลการทดลองนำมาวิเคราะห์วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย analysis of variance (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's new multiple range test

4. ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

4.1 คุณสมบัติทางเคมีและจำนวนแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกของน้ำสลัดโยเกิร์ตจากหม่อนการ

ผลิตโยเกิร์ตจากจุลินทรีย์ *Lactobacillus delbrueckii*subsp. *bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ซึ่งเป็นหัวเชื้อทางการค้าพบว่า การหมักชั่วโมงที่ 4 มีคุณสมบัติของความเป็นกรดด่างเท่ากับ 4.90±0.00 เมื่อนำไปผลิตน้ำสลัดโยเกิร์ตผสมกับความเข้มข้นของน้ำหม่อนในอัตราส่วนต่าง ๆ (หม่อน:น้ำ) คือ 1:1, 1:2, 1:3 และ1:4 โดยแบ่งน้ำสลัดโยเกิร์ตหม่อนเป็น 5 สูตร เทียบกับสูตร Control (ที่ไม่เติมน้ำหม่อน) คุณสมบัติทางเคมีและแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกของน้ำสลัดโยเกิร์ตหม่อนแสดงดังตารางที่ 1พบว่าสูตรที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมากที่สุดคือสูตร Control, สูตร 1:2 และ สูตร 1:1 ตามลำดับ เมื่อทดสอบผลทางสถิติพบว่าทั้ง 3 สูตรนี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*P>0.05*) ซึ่งสอดคล้องกับค่าความเป็นกรดด่าง และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่จำนวนแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกจะพบมากที่สุดในสูตร 1:1 เท่ากับ 1.86×10^{9} CFU/มิลลิลิตร อาจจะเนื่องมาจากผลของกากหม่อนที่มีปริมาณสูงกว่าสูตรอื่น ๆ ทำให้เป็นแหล่งอาหารของแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกได้ดีจึงมีจำนวนเพิ่มขึ้น

จากการตรวจสอบทางสถิติของจุลินทรีย์ให้ผลที่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับสูตร Control, สูตร 1:2, สูตร1:3 และสูตร 1:4 พบว่าสูตร 1:1 ให้ผลที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) จากการทดลองนี้พบว่าคุณภาพการผลิตน้ำ

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีจำนวนแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกของน้ำสลัดโยเกิร์ต

Formulas	Total soluble solid (°Brix)	pH	Lactic acid (%)	Lactic acid bacteria (CFU/ml)
Control	10.00±0.00^{a}	4.42±0.00^{c}	0.25±0.01^{a}	6.33×10^{8b}
1:1	9.67±0.00^{a}	4.33±0.01^{c}	0.28±0.01^{a}	1.86×10^{9a}
1:2	10.00±0.00^{a}	4.35±0.01^{d}	0.28±0.01^{a}	8.33×10^{8b}
1:3	6.00±0.00^{b}	5.05±0.01^{b}	0.20±0.01^{b}	8.33×10^{8b}
1:4	6.00±0.00^{b}	5.08±0.01^{a}	0.19±0.01^{b}	8.67×10^{8b}

หมายเหตุ$^{a, b \text{ และ } c}$หมายถึงการทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สลัดโยเกิร์ตทั้ง 5 สูตรพบจุลินทรีย์กลุ่มแลคติกแอซิดแบคทีเรียยังคงมีชีวิตอยู่รอดในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดโยเกิร์ต แสดงให้เห็นว่าเมื่อนำส่วนที่เป็นโยเกิร์ตจากนมวัวมาเป็นส่วนผสมในน้ำสลัดหม่อนยังคงพบจุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกได้ในจำนวนที่สูง มีการรายงานว่า *Streptococcus thermophilus* จะทำหน้าที่ในการสร้างกรดแลคติกเป็นหลักและพบการสร้างกรดฟอร์มิก (formic acid) ปริมาณเล็กน้อยซึ่งจะส่งผลต่อการเจริญของแบคทีเรีย*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* นอกจากนั้นพบว่าจุลินทรีย์กลุ่มนี้สามารถสร้างกรดอะมิโนได้ด้วยทำให้ส่งเสริมหรือกระตุ้นการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Streptococcus thermophilus* ในขณะที่ส่วนประกอบทางเคมีของนมส่วนมากจะพบของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและ

องค์ประกอบส่วนของไขมันส่วนนี้จะมีผลต่อกิจกรรมของการทำงานของหัวเชื้อที่ใช้ในการหมักโยเกิร์ต [9]

4.2 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำสลัดโยเกิร์ตหม่อนด้วยวิธีDPPH, ABTS และปริมาณฟีนอลิกรวม

น้ำสลัดที่ได้ทั้ง 5 สูตรนำมาศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีDPPH พบว่า น้ำสลัดโยเกิร์ตสูตร 1:1 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงมีค่าเท่ากับ 169.79±8.31 มิลลิกรัมสมมูลของโทรลอกซ์ต่อมิลลิลิตร และ175.31±4.37 มิลลิกรัมสมมูลของโทรลอกซ์ต่อมิลลิลิตรตามลำดับ รองลงมาคือสูตร 1:2, สูตร 1:3, สูตร 1:4 และสูตร Control ซึ่งมีค่าการต้านอนุมูลอิสระแสดงในตารางที่ 2 ในขณะที่วิธี ABTS ผลของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระให้ผลในสูตร 1:1 และ 1:2 ใกล้เคียงกัน แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากการทดสอบทั้ง 2 วิธี แสดงให้เห็นว่าสูตรที่ให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดคือ สูตร 1:1 เนื่องจากความเข้มข้นของน้ำหม่อนมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณฟีนอลิกเท่ากับ 0.88±0.13 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/มิลลิลิตร

ตารางที่ 2 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกรวมของน้ำสลัดโยเกิร์ตหม่อน

Formulas	DPPH (mgTrolox/ml)	ABTS (mgTrolox/ml)	Total Phenolic content (mgGallic/ml)
Control	29.60±0.31^{e}	31.39±1.86^{c}	0.21±0.00^{c}
1:1	169.79±8.31^{a}	175.31±4.37^{a}	0.88±0.13^{a}
1:2	157.22±10.79^{b}	175.53±2.11^{a}	0.72±0.19^{b}
1:3	88.17±5.16^{c}	109.25±3.35^{b}	0.61±0.03a^{b}
1:4	35.24±1.48^{d}	56.95±0.84^{c}	0.64±0.02a^{b}

หมายเหตุ$^{a, b, c, d}$และ ^{e}หมายถึงการทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากการศึกษาพบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นเป็นเพราะแอนโธไซยานินส์ที่อยู่ในลูกหม่อนซึ่งเป็นสารที่มีสีม่วง ซึ่งถ้ามีสีม่วงเข้มจะส่งผลให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับสูตรน้ำสลัดโยเกิร์ตจากหม่อนในสูตร 1:1 เนื่องจากมีความเข้มข้นของน้ำหม่อนสูงที่สุด ในขณะที่การใช้อัตราส่วนของน้ำหม่อนในสูตรอื่น ๆ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจะลดลงตามความเข้มข้นของอัตราส่วนในการใช้น้ำหม่อนโดยเฉพาะ 1:4 จะให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยส่วนสูตร Control ที่ไม่ได้เติมน้ำหม่อนยังคงพบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุดดังนั้นจึงคัดเลือกสูตร 1:1 ไปศึกษาระยะการเก็บของน้ำสลัดโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เทียบกับสูตรควบคุมดังนั้นผลิตภัณฑ์น้ำสลัดโยเกิร์ตที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้นอยู่การการเติมความเข้มข้นของน้ำหม่อนซึ่งมีรายงานว่าการเพิ่มแยมผลไม้และหม่อนในน้ำสลัดพบว่าจะให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้นเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DPPH [1]

4.3 ระยะการเก็บของน้ำสลัดโยเกิร์ตหม่อน

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของระยะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากน้ำสลัดโยเกิร์ตสูตร Control และสูตร1:1 แสดงดังตารางที่ 3 พบว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของสูตร Control และ สูตร 1:1 เพิ่มขึ้น จนถึงระยะการเก็บรักษาถึงวันที่ 6 และพบเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเพิ่มขึ้นเล็กน้อยซึ่งสอดคล้องกับค่าความเป็นกรดด่างที่ลดลงในขณะที่จำนวนแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกอยู่ในช่วง 10^{7} CFU/มิลลิลิตร แสดงให้เห็นว่าจุลินทรีย์ยังคงมีชีวิตรอดจนถึงสิ้นสุดระยะการเก็บ จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและจุลินทรีย์เบื้องต้นสามารถยังคงรักษาคุณภาพของน้ำสลัดโยเกิร์ตหม่อนได้ดีจนถึงวันที่ 6

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของระยะการเก็บน้ำสลัดโยเกิร์ตจากสูตร Control และสูตร 1:1 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แสดงดังตารางที่ 4 เมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DPPH และ ABTS พบว่าสูตรควบคุมและสูตร 1:1 พบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระยังคงอยู่ตั้งแต่วันที่ 1 จนถึงวันที่ 6 ในขณะที่น้ำสลัดโยเกิร์ตหม่อนสูตร 1:1 ที่เติมน้ำหม่อนมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงเช่นเดียวกัน จากผลการศึกษาระยะการเก็บรักษาของน้ำสลัดโยเกิร์ตหม่อนยังคงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ในผลิตภัณฑ์น้ำลสัด แสดงให้เห็นว่าการเติมน้ำหม่อนยังคงมีสารประกอบฟีนอลิกในน้ำหม่อนคงอยู่ซึ่งสอดคล้องกับผลฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนั้น

การพบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกในสูตร Control อาจจะเนื่องมาจากกลุ่มกรดอะมิโน หรือเปปไทด์ที่ได้จากโปรตีนเคซีนในนมที่ผ่านกระบวนการหมักของโยเกิร์ตทำให้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเช่นกัน [10]

การศึกษาในงานวิจัยนี้ได้พบว่าการเติมน้ำหม่อนโยเกิร์ตเพิ่มเข้าไปในการผลิตน้ำสลัดทำให้เพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีและจุลินทรีย์ในกลุ่มโพรไบโอติกในน้ำสลัดยังคงอยู่จนถึงสิ้นสุดระยะการการเก็บ

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางเคมีและแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกของระยะการเก็บน้ำสลัดโยเกิร์ตจากสูตร Control และสูตร 1:1 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Formulas	Time (days)	Total soluble solid (°Brix)	pH	Lactic acid (%)	Lactic acid bacteria (CFU/ml)
Control	1	10.00±0.00^{c}	5.58±0.01^{a}	0.16±0.01^{b}	3.43×10^{7a}
	2	12.00±1.15^{b}	5.55±0.01^{b}	0.16±0.01^{b}	2.23×10^{7ab}
	3	12.00±0.00^{b}	5.55±0.00^{b}	0.18±0.00^{ab}	2.66×10$^{7\ b}$
	4	12.00±0.00^{a}	5.56±0.01^{b}	0.19±0.00^{a}	2.63×10^{7b}
	5	12.00±1.15^{b}	5.55±0.01^{b}	0.19±0.01^{a}	2.22×10^{7ab}
	6	12.00±0.00^{b}	5.54±0.01^{b}	0.18±0.00^{a}	2.10×10^{7c}
1:1	1	12.00±0.00^{a}	5.35±0.01^{a}	0.21±0.00^{d}	3.30×10^{7a}
	2	14.00±0.00^{a}	5.33±0.00^{c}	0.22±0.01^{bc}	2.33×10^{7b}
	3	14.00±0.00^{a}	5.33±0.00^{ab}	0.23±0.00^{ab}	2.06×10^{7b}
	4	14.00±0.00^{a}	5.34±0.00^{ab}	0.24±0.00^{a}	2.43×10^{7b}
	5	14.00±0.00^{a}	5.32±0.00^{d}	0.23±0.00^{ab}	2.56×10^{7b}
	6	14.00±0.00^{a}	5.34±0.00^{ab}	0.23±0.00^{ab}	3.80×10^{7a}

หมายเหตุ$^{a, ab, c \text{ และ} d}$หมายถึงการทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 4 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนนอลิกของระยะการเก็บน้ำสลัดโยเกิร์ตจากสูตร Control และสูตร 1:1 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Formulas	Time (days)	DPPH (mgTrolox/ml)	ABTS (mgTrolox/ml)	Total Phenolic content (mgGallic/ml)
Control	1	38.19±0.16^{cd}	56.65±0.54^{c}	2.83±0.03^{a}
	2	39.14±0.42^{bc}	57.95±0.30^{c}	2.89±0.20^{a}
	3	40.09±0.58^{a}	53.87±1.27^{d}	2.48±0.04^{b}
	4	39.81±0.64^{ab}	64.15±1.17^{a}	2.40±0.04^{b}
	5	37.83±0.22^{d}	61.72±0.15^{b}	2.54±0.04^{b}
	6	38.64±0.00^{cd}	65.15±0.26^{a}	2.42±0.03^{b}
1:1	1	114.42±5.68^{a}	134.10±4.88^{b}	2.08±0.21^{ab}
	2	110.47±2.97^{a}	129.55±7.01^{b}	1.95±0.11^{b}
	3	108.78±1.71^{a}	153.17±12.24^{a}	2.15±0.07^{ab}
	4	113.15±5.39^{a}	155.12±0.99^{a}	2.35±0.12^{a}
	5	115.40±4.56^{a}	152.30±3.27^{a}	1.97±0.22^{b}
	6	108.22±3.17^{a}	152.74±3.95^{a}	2.26±0.05^{a}

หมายเหตุ$^{a, b, bc, cd \text{ และ} d}$หมายถึงการทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ข้อเสนอแนะในการวิจัย

จากข้อมูลในงานวิจัยนี้จะเป็นพื้นฐานในการนำลูกหม่อนไปพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์น้ำสลัดโยเกิร์ตต่อผู้ประกอบการและการต่อยอดงานวิจัยต่อผู้ที่สนใจในเชิงพาณิชย์ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาชีววิทยาประยุกต์คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวิจัยในครั้งนี้และผู้ร่วมวิจัยในสาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์นม สาขาชีววิทยาประยุกต์คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ทุกท่านที่ให้งานวิจัยดำเนินสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] Naknaen, P., Chinnaptitiwong, N. &Kruayoo, P. (2018). Enhancing the quality attributes of salad dressing by incorporating Gac aril as a biologically active ingredient. *Brazilian Journal of Food Technology*, *21,* 1-9.

[2] Kim, H. D., et al. (2012). The Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Extracts of Schisandra chinensis Baillon Salad Dressing Prepared with Yam Juice and Mulberry. *KOREAN J. FOOD COOKERY SCI, 28*(5), 531-540.

[3] ลือชัย บุตคุป (2555). วิจัยพบ “ลูกหม่อน” ผลไม้ตระกูลเบอร์รีมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง. *สารวิจัยเพื่อชุมชน*, *1*(3), 41-47.

[4] Zhang, H., Ma, Z. F., Luo, X.&Li,X. (2018). Effects of Mulberry Fruit (*Morus alba* L.) Consumption on Health Outcomes: A Mini-Review. *MDPI Journal: Antioxidant, 7*(69), 1-13.

[5] สุนัดดา โยมญาติ. (2557). โยเกิร์ต. สืบค้น 10 เมษายน 2564, จาก : http://biology.ipst.ac.th.

[6] Chen, C., Zhao, S., Hao, G., Yu H., Tian, H. &Zhao G. (2017). Role of lactic acid bacteria on the yogurt flavour: A review. *International Journal of Food Properties*, *20*(S1), 316-330.

[7] Tseng, A & Zhao, Y. (2013). Wine grape pomace as antioxidant dietary fiber for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. *Food Chemistry*, *138,* 356-365.

[8] AOAC. (1990). *Official Method of Analysis.* (15th ed.). Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.

[9] Aswal, P., Shukla, A. &Priyadarshi, S. (2012). Yoghurt : preparation, characteristics and recent advancements. *Cibtech Journal of Bio-Protocols*, *1*(2), 32-34.

[10] Muniandy, P., Shori, A.B., &Baba, A.S. (2016). Influence of green, white and black tea addition on the antioxidant activity of probiotic yogurt during refrigerated storage. *Food Packag Shelf Life, 8,* 1-8.