Published Online: 22 Dec 2020

การพัฒนาตำรับเซรั่มที่มีส่วนผสมของสารสกัดลูกยอ

Development of Serum Containing Noni (*Morinda citrifolia* L.) Extract

นิชา ต๊ะแพร่

6151701269@lamduan.mfu.ac.th

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ดร.สริตา สังข์ทอง

sarita.san@mfu.ac.th

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตำรับเซรั่มที่มีส่วนผสมของสารสกัดลูกยอและศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระส่วนเนื้อและเมล็ดของลูกยอที่ระยะความสุกต่างๆ โดยนำมาสกัดด้วยวิธีการสกัดแบบต่อเนื่อง (Soxhlet Extraction) ใช้เอทานอลร้อยละ 95 เป็นตัวทำละลาย ผลการวิจัยพบว่า เมล็ดของลูกยอดิบมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 25.41 ± 0.50 มิลลิกรัม GAE/กรัมสารสกัด เมื่อวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ พบว่า เนื้อของลูกยอสุกงอมมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 128.98 ± 3.33 มิลลิกรัม QE/กรัมสารสกัด และวิเคราะห์หาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่าเมล็ดของลูกยอดิบ เนื้อของลูกยอสุกงอม และเมล็ดของลูกยอสุก มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 13.50 ± 0.91, 13.41 ± 1.33 และ 11.58 ± 0.67 มิลลิกรัม TEAC/กรัมสารสกัด ตามลำดับ ทางผู้วิจัยได้เลือกสารสกัดจากเมล็ดของลูกยอดิบและเนื้อของลูกยอสุกงอม ทั้ง 2 ชนิดมาใส่ในสูตรตำหรับเซรั่ม เพราะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดโดยไม่ต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้สกัดจากเมล็ดของลูกยอดิบ ยังมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุด และสารสกัดจากเนื้อของลูกยอสุกงอม ยังมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์มากที่สุด พบว่าปริมาณสารสกัดที่เหมาะสมในสูตรเซรั่มคือ ปริมาณร้อยละ 0.5 เนื่องจากสีของเซรั่มและค่ากรด-ด่าง มีความเหมาะสมที่สุด และเมื่อทดสอบความคงตัวพบว่า สารสกัดลูกยอไม่ส่งผลต่อการแยกชั้นของเซรั่ม จากนั้นจึงได้ศึกษาความพึงพอใจในอาสาสมัคร 20 คน พบว่า เพศและอายุไม่ส่งผลต่อความพึงพอใจ เซรั่มนี้เหมาะกับทุกเพศและช่วงอายุตั้งแต่ 25 ปีขึ้นไป

คำสำคัญ: เนื้อ, เมล็ด, ระดับความสุกต่างๆ, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, ลูกยอ, สารประกอบฟีนอลิก, สารฟลาโวนอยด์

Abstract

Objective of this research was to development of serum containing Noni (*Morinda citrifolia* L.) extract and to study phenolic and flavonoids content as well as antioxidant activity of noni pulp and seeds at various ripeness levels. The pulp and seeds of noni at various ripeness levels were extracted by soxhlet method using 95% ethanol as a solvent. The research results were found that the extract of raw noni seed gave the significantly highest phenolic compound (25.41 ± 0.50 mg GAE / g extract). When analyzing the flavonoids content, it was found that the extract of overripe noni pulp gave the highest flavonoid content (128.98 ± 3.33 mg QE / g extract). and When analyzed for antioxidant activity, it was found that the raw noni seeds, ripe noni seeds and overripe noni pulp exhibited the most significant antioxidant activity of 13.50 ± 0.91, 11.58 ± 0.67 and 13.41 ± 1.33 mg TEAC / g extract, respectively. Therefore, the selected extract from raw noni seeds and overripe noni pulp in the serum formula because of the highest antioxidant activity. In addition, the raw noni seeds contained the highest content of phenolic compounds and overripe noni pulp had the highest content of flavonoids. It was found the appropriate quantity was 0.5% of extract in the serum formula. Because the color of the serum and the pH value is most suitable and when testing the stability, it was found that noni extract does not affect the separation of serum. The satisfaction of 20 volunteers was then studied that gender and age did not affect satisfaction. This serum is suitable for all sexes. And age range from 25 years old up.

Keywords: Flavonoids, Antioxidant activity, Pulp, Noni, Phenolic compounds, Seeds, Various ripeness levels

บทนำ

ลูกยอ หรือ *Morinda citrifolia* L. เป็นพืชที่นำมาใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์โบราณมานานกว่า 2,000 ปี ถูกใช้ในแปซิฟิกใต้ โพลินีเซีย จีนและอินเดีย ทางการแพทย์สมัยก่อน ใช้ทั้ง ผล ใบ ดอก ลำต้น และรากเอามาเป็นยารักษาโรค (Nelson & Elevitch, 2006) และยังเป็นพืชสมุนไพรที่มีในประเทศไทยมาอย่างยาวนาน จัดเป็นพืชที่มีราคาไม่สูง ปลูกง่าย ให้ผลตลอดทั้งปี และยังมีการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากลูกยอทั้งใน *in vitro* และ *in vivo* พบว่าสารสกัดลูกยอนั้น

สามารถช่วยกำจัดอนุมูลอิสระได้ อีกทั้งยังยับยั้งการเกิดไขมัน LDL ซึ่งเป็นไขมันอันตราย เป็นบ่อเกิดของไขมันอุดตันในเส้นเลือด และยังสามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันให้ร่างกาย ยับยั้งการเกิดเซลล์ผิดปกติและต้านการอักเสบได้อีกด้วย (Kamiya et al. 2004, Akihisa et al. 2007, Yang et al. 2007, Palu et al. 2008) นอกจากนั้นยังพบว่า ลูกยออุดมไปด้วยสารพฤกษาเคมีหลายชนิด เช่น ฟลาโวนอยด์ ไตรเทอร์พีนอยด์ ไตรเทอร์พีน ซาโปนิน แคโรทีนอยด์ วิตามินซีและวิตามินอี เป็นต้น ซึ่งสารสำคัญเหล่านี้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Scortichini & Rossi, 1991) และยังมีงานวิจัยศึกษาเกี่ยวกับสารพฤกษเคมีในเนื้อลูกยอแบบสุกในประเทศไทย ก็พบว่ามีปริมาณฟีนอลิกรวมและฟลาโวนอยด์รวมสูง อีกทั้งยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย (ณพัฐอร บัวฉุน, 2020) และในงานวิจัยจากประเทศเกาหลีใต้ พบว่าการใส่สารสกัดจากลูกยอในผลิตภัณฑ์บำรุงผิวหน้า เมื่อทดลองกับอาสาสมัครพบว่าสามารถมีฤทธิ์ในการช่วยขบวนการ Anti-aging ได้จริง (Kim, S. H, & JANG, 2016)

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับสารสกัดจากลูกยอส่วนของเมล็ดและเนื้อที่ระดับความสุกต่างๆ เพื่อพัฒนาตั้งตำรับเซรั่ม เพราะมีงานวิจัยพบว่าที่ระดับความสุกต่างกันนั้นส่งผลต่อปริมาณสารพฤกษเคมีในลูกยอด้วย (Yang, Gadi & Thomson, 2011) และเนื่องจากว่าในประเทศไทยยังไม่มีงานวิจัยในเรื่องนี้ อีกทั้งยังเป็นการต่อยอดเพิ่มมูลค่าของสมุนไพรไทยและยกระดับวงการเครื่องสำอางที่มีสมุนไพรของไทยเป็นส่วนประกอบ

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาสารสำคัญและฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากเนื้อและเมล็ดของลูกยอที่ระยะความสุกต่างๆ
2. เพื่อทดลองตั้งตำรับเซรั่มที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากลูกยอและทดสอบความพึงพอใจ

ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ทำการสกัดเนื้อและเมล็ดของลูกยอที่ระดับความสุกต่างๆและนำสารสกัดมาวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกรวม, ปริมาณฟลาโวนอยด์ และศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด
3. พัฒนาตำรับและศึกษาความคงตัวทางกายภาพของเซรั่มที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากลูกยอ

Published Online: 22 Dec 2020

การทบทวนวรรณกรรม

ยอ เป็นพืชผักสมุนไพรที่มีนานแล้วในประเทศไทย มีถิ่นกำเนิดมากจากอินเดียถึงจีนตอนใต้ ชื่อสามัญคือ Noni, Indian mulberry, Noni Indian mulberry, Great morinda มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Morinda citrifolia* L. เป็นพืชอยู่ในวงศ์ RUBIACEAE ยอมีชื่อท้องถิ่นหลายชื่อ เช่น มะตาเสือ ยอบ้าน แยใหญ่ (นพพล เกตุประสาท, 2562)

จากการศึกษาที่เกาะฮาวาย พบว่าในลูกยอ 100 กรัม ประกอบไปด้วย โปรตีน 5.8 กรัม ไขมัน 1.2 กรัม น้ำ 9.3 กรัม เถ้า 10.3 กรัม เส้นใย 36 กรัม และคาร์โบไฮเดรต 71 กรัม (Nelson, 2006) ลูกยอจัดว่าเป็นสมุนไพรที่มีสารพฤกษเคมีไม่น้อยกว่า 200 ชนิด ประกอบไปด้วยสารประกอบฟีนอลิก กรดอินทรีย์ แอลกอฮอล์ อัลคาลอยด์ วิตามิน ลิกแนน แอนทราควิโนน แร่ธาตุ สารประกอบเอสเตอร์ แคโรทีนอยด์ สารสเตอรอล กรดไขมัน และไกลโคไซด์ (Mower et al., 2010) สารสำคัญที่พบในลูกยอ คือ สารประกอบฟีนอลิค กรดอินทรีย์และอัลคาลอยด์ (Wang and Su, 2001) และมีงานวิจัยพบว่าสารประกอบฟีนอลิคที่สำคัญ คือ anthraquinones, aucubin, asperuloside, and scopoletin (Wang & Su, 2001) กรดอินทรีย์ที่สำคัญคือ caproic acids and caprylic acids (Dittmar, 1993) และอัลคาลอยด์ที่สำคัญคือ xeronine (Heinicke, 1985) ลูกยอยังมีสารสำคัญที่มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด ซึ่งจะเสริมฤทธิ์ในขบวนการขจัดอนุมูลอิสระ (Free radicals) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น สารฟลาโวนอยด์ ไตรเทอร์พีนอยด์ ไตรเทอร์พีน ซาโปนิน แคโรทีนอยด์ วิตามินซี วิตามินอี เป็นต้น (Scortichini & Rossi, 1991) และมีงานวิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับน้ำลูกยอจากสถานที่ต่างๆที่มาจากฝั่ง ทะเลแคลิเบียน อเมริกากลาง แปซิฟิกกลางและใต้ และฝั่งเอเชีย ทั้งหมด 13 ตัวอย่างด้วยกัน หลังจากวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC พบว่าสารพฤกษเคมีที่จะพบในทุกกลุ่มตัวอย่างนั้นมี scopoletin, rutin, quercetin, และ 5,15-dimethyl morindol แต่พบในปริมาณที่ต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับความหลากหลายของสภาพแวดล้อมทางภูมิ ศาสตร์และปัจจัยหลังการเจริญเติบโต (การเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา การขนส่ง กระบวนการผลิต การกำหนดสูตร) (Deng et al., 2010) และจากงานวิจัยพบว่าระดับความสุกของลูกยอ ส่งผลต่อปริมาณสาร พฤกษเคมี โดยได้นำลูกยอที่มีลักษณะสีขาว เนื้อแข็ง (เมือง Guam ประเทศสหรัฐอเมริกา) นำมาบ่มให้ที่อุณหภูมิ 26-28 องศา ที่ความชื้นอากาศ 70-75% เป็นเวลา 2-3 วัน จนกลายเป็นลูกยอสีขาวเหลืองเนื้อนุ่ม จากนั้นแบ่งลูกยอ ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ลูกยอดิบ ที่มีลักษณะสีเขียว เนื้อแข็ง กลุ่มที่ 2 คือ ลูก ลักษณะผลสีขาว เนื้อแข็ง และกลุ่มที่ 3 ลุกยอที่สุกมากๆ จนมีเนื้อที่อ่อนนุ่ม จากนั้นนำลูกยอทั้ง 3 กลุ่ม ไปสกัดจนได้เป็นน้ำลูกยอ แล้วนำไปเข้าเครื่อง Centrifuge ที่ 8000 รอบต่อวินาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเก็บผลไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศา หลังจากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปวิเคราะห์หาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและทดสอบหาปริมาณสารฟีนอลิกรวม พบว่าในลูกยอที่ระดับความสุกปานกลาง (ผล

มีสีขาวนวล แต่แข็ง) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกรวมสูงที่สุดในทั้ง 3 กลุ่มทดลอง และสรุปได้ว่าการเจริญเติบโตของลูกยอ ทำให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกรวมเพิ่มขึ้น แต่ถ้าลูกยอที่มีลักษณะที่สุกเกินไป หรือดิบเกินไปก็จะเป็นการลดปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิก รวมเช่นเดียวกัน (Yang, Gadi & Thomson, 2011)

ระเบียบวิธีวิจัย

1. วัตถุดิบ

ลูกยอที่ระดับความสุก คือ ดิบ (ระดับ1) สุก (ระดับ 2) และสุกงอม (ระดับ 3) จากร้าน ทุกวันสุข ตำบลบ้านคลองสวน อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ เก็บวัตถุดิบเมื่อวันที่ 1 มีนาคม 2563

2. เตรียมตัวอย่าง

นำลูกยอสดไปล้างให้สะอาด แล้วผึ่งให้แห้ง จากนั้นแยกลูกยอออกเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ระดับความสุกเป็นตัวแบ่งกลุ่ม (Yang, Gadi & Thomson, 2011) ดังนี้ ลูกยอระดับความสุกที่ 1(ดิบ) จะมีลักษณะเนื้อแข็งมาก ผลสีเขียวเข้ม ลูกยอที่ระดับความสุก 2 (สุก) จะมีลักษณะนิ่มเล็กน้อย ลักษณะผลมีสีขาวเหลืองอ่อนๆ และลูกยอระดับความสุกที่ 3 (สุกงอม) จะมีลักษณะนิ่มมาก ผลสีขาวเทาๆ โดยลูกยอดิบที่เลือกมาจะมีอายุประมาณ 90 วัน ลูกยอสุกอายุประมาณ 110 วัน และลูกยอที่สุกงอมอายุประมาณ 130วัน (Singh et al., 2016) จากนั้นนำลูกยอแต่ละกลุ่ม ไปแยกส่วนของเมล็ดกับเนื้อออกจากกัน เพื่อที่จะแบ่งลูกยอออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ ลูกยอดิบส่วนของเมล็ด ลูกยอดิบส่วนของเนื้อ ลูกยอสุกส่วนของเมล็ด ลูกยอสุกส่วนของเนื้อ ลูกยอสุกงอมส่วนของเมล็ด และลูกยอสุกงอมส่วนของเนื้อ จากนั้นนำลูกยอทั้ง 6 กลุ่ม นำไปอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน เมื่ออบครบเวลาแล้วให้นำลูกยอทั้ง 6 กลุ่ม ไปบดให้ละเอียดและเก็บผงตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3. เตรียมสารสกัด

ทำการสกัดลูกยอในแต่ละชนิดปริมาณ 7.5 กรัม ด้วยวิธีการสกัดแบบต่อเนื่อง (Soxhlet Extraction (Muenmuang, Narasingha, Phusantisampan & Sriariyanun, 2017) โดยใช้เอทานอลร้อยละ 95 ปริมาตร 300 มิลลิลิตรเป็นตัวทำ ละลาย ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และนำสารละลายที่ได้ไประเหยแยกเอาตัวทำละลายออก จนได้สารสกัดเหนียวข้นสีน้ำตาล (crude extract) เก็บไว้ในภาชนะปิดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกด้วยวิธี Folin-Ciocalteu Colorimetry โดยใช้สารละลายกรดแกลลิกที่ความเข้มข้น 0.1 มิลกรัมต่อมิลลิลิตร และใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายเป็นสารมาตราฐาน ขั้นตอนแรกเตรียมสารสกัดที่ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรและใช้เอทานอลร้อย

ละ 95 เป็นตัวทำละลาย โดยปิเปตออกมา 0.1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น 1.15 มิลลิลิตร จากนั้นหยด Folin Ciocalteu reagent ปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร และ 7.5% Sodium carbonate ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร จนได้ปริมาตรรวม 3 มิลลิลิตร จากนั้นบ่มในห้องมืด ณ อุณหภูมิห้อง 30 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-visible spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น765 นาโนเมตร จากนั้นคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิคในสารสกัดลูกยอแต่ละกลุ่ม เปรียบเทียบกับกราฟของสารมาตรฐานกรดแกลลิกในหน่วยมิลลิกรัม GAE/กรัมสารสกัด (สุธิรา มณีฉาย และประสบอร รินทอง, 2559)

5. การวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์

วิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ด้วยวิธี Aluminum chloride colorimetric method โดยใช้สารละลายเควอเซติน ที่ความเข้มข้น 0.5 มิลกรัมต่อมิลลิลิตร และใช้เอทานอลร้อยละ 95 เป็นตัวทำละลายเป็นสารมาตราฐาน ขั้นตอนแรกเตรียมสารสกัดที่ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยใช้เอทานอล95 เป็นตัวทำละลาย โดยปิเปตออกมา 0.2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น 2.02 มิลลิลิตร จากนั้นหยด 5% Sodium nitrite และ10% Aluminium chloride ปริมาตรละ 0.09 มิลลิลิตร บ่มที่ห้องมืด ณ อุณหภูมิห้อง 5 นาที หลังจากนั้นหยด 4% Sodium hydroxide ปริมาตร 0.6 มิลลิลิตร จนได้ปริมาตรรวม 3 มิลลิลิตร แล้วบ่มต่ออีก 8 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-visible spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร จากนั้นคำนวณหาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในสารสกัดลูกยอแต่ละกลุ่ม เปรียบเทียบกับกราฟของสารมาตรฐานเควอเซตินในหน่วยมิลลิกรัม QE/กรัมสารสกัด (สุธิรา มณีฉาย และประสบอร รินทอง, 2559)

6. การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

วิเคราะห์หาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay โดยใช้สารละลายโทรลอกซ์ที่ความเข้มข้น 0.1 มิลกรัมต่อมิลลิลิตร และใช้เอทานอลร้อยละ 95 เป็นตัวทำละลายเป็นสารมาตราฐาน ขั้นตอนแรกเตรียมสารสกัดที่ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยใช้เอทานอลร้อยละ 95 เป็นตัวทำละลาย โดยปิเปตออกมา 0.1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยเอทานอลร้อยละ 95 1 มิลลิลิตร จากนั้นหยด DPPH ที่มีความเข้มข้น 0.0395 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร จนได้ปริมาตรรวม 3 มิลลิลิตร จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที หลังจากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-visible spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร จากนั้นคำนวณหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดลูกยอแต่ละกลุ่ม เปรียบเทียบกับกราฟของสารมาตรฐาน โทรลอกซ์ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของ trolox ต่อกรัมของสารสกัด (trolox equivalents mg TE/g Extract) (สุชาดา มานอก และปวีณา ลิ้มเจริญ, 2558)

7. เตรียมตำรับเซรั่มพื้น เซรั่มผสมสารสกัดจากลูกยอ

ทำการเตรียมสูตรพื้นฐานของเซรั่มที่มีลักษณะเจลใส ความหนืดต่ำ และทำการใส่สารสกัดลูกยอที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ในปริมาณร้อยละ 0.5 และ 1 โดยใช้ส่วนประกอบตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบของตำรับเซรั่ม

		ตำรับ (% , W/W)			
Part	**ส่วนประกอบ**	**F1**	**F2**	**F3**	**หน้าที่**
A	DI Water	94.60	94.10	93.60	Solvent
	Disodium EDTA	0.05	0.05	0.05	Chelating
	Allantoin	0.5	0.5	0.5	Soothing
B	HPMC	1	1	1	Thickener
	Triethanolamine	0.05	0.05	0.05	pH Adjuster
C	Propanediol	3	3	3	Humectant
	Liquid Germall Plus™	0.8	0.8	0.8	Preservative
	สารสกัดลูกยอ	-	0.5	1	Active

8. การวิเคราะห์ความคงตัวทางกายภาพของของตำหรับเซรั่มเบสและเซรั่มที่มีสารสกัดจากลูกยอ

ทดสอบโดยวิธี heating cooling cycle โดยเก็บเซรั่มที่อุณหภูมิ 45 องศา เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเซรั่มออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศา เป็นเวลาอีก 24 ชั่วโมง นับเป็น 1 รอบ ทำการทดสอบทั้งหมด 3 รอบ จากนั้นวัดความหนืดด้วยเครื่อง viscometer และวัดความเป็นกรด-ด่างเครื่อง pH meter ของเซรั่มก่อนและหลังทำ heating cooling cycle ทุกรอบ และสังเกตลักษณะทางกายภาพของเซรั่ม สี กลิ่น

9. ประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัครต่อเซรั่มที่มีสารสกัดจากลูกยอ

เลือกอาสาสมัครทั้งหมด 20 คนไม่จำกัดเพศ อายุตั้งแต่ 25 ปีขึ้นไป ทำการประเมินโดยให้เอาเซรั่มทาบริเวณท้องแขนและให้คะแนนความพึงพอใจตั้งแต่ 1-5 คะแนน ในหัวข้อการประเมินจำนวน 4 ข้อ ได้แก่ ความบางเบาของเนื้อเซรั่มระหว่างทา ความเหนอะหนะของเซรั่มหลังทา กลิ่น และสีของเซรั่ม จากนั้นทำการรวบรวมและวิเคราะห์ผลแบบประเมินความพึงพอใจ

10. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics 21 ทดสอบด้วยวิธี ANOVA กำหนดค่าระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ($p < 0.05$)

ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดลูกยอในแต่ละกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมล็ดของลูกยอดิบให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุด ที่ 25.41 ± 0.50 มิลลิกรัม GAE/กรัมสารสกัด และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดลูกยอแต่ละส่วน พบว่าส่วนของเมล็ด ลูกยอดิบ ให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุด ที่ 25.41 ± 0.50 มิลลิกรัม GAE/กรัมสารสกัด และส่วนของเนื้อ ลูกยอสุก ให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุด ที่ 19.47 ± 1.51 มิลลิกรัม GAE/กรัมสารสกัด ตามตารางที่ 2 มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yang et al. (2011) ที่พบกว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงที่ลูกยอมีความเจริญเติบโตช่วงที่ผลมีสีเขียวไปถึงจนผลมีสีขาว

2. การวิเคราะห์หาปริมาณสารฟลาโวนอยด์

ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ของสารสกัดลูกยอในแต่ละกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเนื้อของลูกยอสุกงอม ให้ปริมาณสารฟลาโวนอยด์มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ที่ 128.98 ± 3.33 มิลลิกรัม QE/กรัมสารสกัด และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในสารสกัดลูกยอแต่ละส่วน พบว่าส่วนของเมล็ด ลูกยอดิบและสุก ให้ปริมาณสารฟลาโวนอยด์มากที่สุด ที่ 116.2 ± 4.39 และ 112.70 ± 3.41 มิลลิกรัม QE/กรัมสารสกัด ตามลำดับ และส่วนของเนื้อ ลูกยอสุกงอม ให้ปริมาณสารฟลาโวนอยด์มากที่สุด ที่ 128.98 ± 3.33 มิลลิกรัม QE/กรัมสารสกัด ตามตารางที่ 2 ซึ่งไม่สอดคล้องกับงาน วิจัยของ Singh, Singh & Banu. (2016) โดยงานวิจัยดังกล่าวได้ทดสอบโดยใช้ลูกยอทั้งผล พบว่าที่ระดับความสุกแบบพอดีจะมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์มากที่สุด และปริมาณฟลาโวนอยด์จะมีปริมาณค่อยๆลดลงในช่วงที่ผลมีความสุกมากขึ้นเรื่อยๆ โดยที่ผลไม่สอดคล้องอาจจะเป็นเพราะว่าขึ้นอยู่กับความหลากหลายของสภาพแวดล้อมทางภูมิศาสตร์และปัจจัยหลังการเจริญ เติบโต (การเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา การขนส่ง) (Deng et al., 2010) แต่การวิจัยนี้มีการแยกส่วนของเนื้อและเมล็ดด้วย

3. การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากลูกยอมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมล็ดของลูกยอดิบ เมล็ดของลูกยอสุก และเนื้อของลูกยอสุกงอม มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด ที่ 13.50 ± 0.91, 11.58 ± 0.67 และ 13.41 ± 1.33 มิลลิกรัม TEAC/กรัมสารสกัด

ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดลูกยอแต่ละส่วน พบว่าส่วนของเมล็ดลูกยอดิบและสุก ให้ปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด ที่ 13.50 ± 0.91 และ 11.58 ± 0.67 มิลลิกรัม TEAC/กรัมสารสกัด และส่วนของเนื้อ ลูกยอสุกงอม ให้ปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด ที่ 13.41 ± 1.33 มิลลิกรัม TEAC/กรัมสารสกัด ตามตารางที่ 2 ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yang et al. (2011) ที่พบกว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงที่ลูกยอมีความเจริญเติบโตช่วงที่ผลมีสีเขียวไปถึงจนผลมีสีขาวแต่จะมีปริมาณค่อยๆลดลงในช่วงที่ผลมีความสุกมากขึ้นเรื่อยๆจากผลสีขาวไปจนผลลูกยอมีสีเทา

ตารางที่ 2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดลูกยอ

ส่วนของลูกยอ	**ระดับความสุก**	**ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (mgGAE/g extract)**	**ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ (mg QE/g extract)**	**ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (mg TEAC/g extract)**
เมล็ด	ดิบ	25.41 ± 0.50^{aA}	116.2 ± 4.39^{bA}	13.50 ± 0.91^{aA}
	สุก	18.58 ± 0.22^{bB}	112.70 ± 3.41^{bA}	11.58 ± 0.67^{abA}
	สุกงอม	15.86 ± 0.76^{bB}	33.96 ± 0.19^{cB}	8.95 ± 0.57^{cB}
เนื้อ	ดิบ	14.67 ± 0.58^{cB}	33.22 ± 3.01^{cB}	10.04 ± 0.32^{bcB}
	สุก	19.47 ± 1.51^{bA}	32.44 ± 1.18^{cB}	9.62 ± 1.22^{bcB}
	สุกงอม	14.68 ± 0.76^{cB}	128.98 ± 3.33^{aA}	13.41 ± 1.33^{aA}

หมายเหตุ 1.ตัวอักษรยกภาษาอังกฤษตัวเล็ก บ่งชี้ถึงความแตกต่างในแถวเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2. ตัวอักษรยกภาษาอังกฤษตัวใหญ่ บ่งชี้ถึงความแตกต่างในแต่ส่วนของลูกยออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4. พัฒนาตำรับเซรั่มพื้น เซรั่มผสมสารสกัดจากลูกยอ

ผู้วิจัยได้เลือกสารสกัดจากลูกยอดิบส่วนของเมล็ดและสารสกัดจากลูกยอสุกงอมส่วนของเนื้อ เนื่องจากมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดโดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใส่สารสกัดลูกยอทั้ง 2 ชนิดในสูตรตำหรับเซรั่ม ในปริมาณดังตารางที่ 3 และจากงานวิจัยของ Choi, Soo-Cheol, & Young Han Youn (2020) ได้ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากลูกยอ (ทั้งผล) พบว่าสารสกัดมี

ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระถึง 97.0% โดยได้ทำการทำเซลล์ผิวหนัง ไปแช่ในสารสกัดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปฉายรังสียูวีบี ผ่านไป 48 ชั่วโมง พบว่ามีการยับยั้งเอมไซน์ MMP-1และ elastase ที่เกิดจากการฉายรังสียูวีบีได้ถึง 25% และ 7% ตามลำดับ อีกทั้งยังมีการเพิ่มขึ้นของคลอลาเจน type-1 ถึง 20% ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารสกัดลูกยอที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง สามารถป้องกันผิวจากแสงแดดและต่อต้านริ้วรอยได้จริง อีกทั้งใน สารสกัดจากลูกยอสุกงอมส่วนของเนื้อ ยังมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์มากที่สุดใน 6 กลุ่มด้วย และจากงานวิจัยของ Nisakorn Saewan & Ampa Jimtaisong (2013) พบว่าสารฟลาโวนอยด์จากธรรมชาตินั้นสามารถช่วยในการดูดซึบรังสียูวีได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยจะทำการปรับเปลี่ยนเส้นทางการส่งสัญญาณต่างๆ ทำให้ได้รับปริมาณรังสียูวีน้อยลง ซึ่งรังสียูวีเป็นต้นเหตุสำคัญในการเกิดอนุมูลอิสระ และก่อนจะใส่สกัดในเซรั่มพื้นได้ทำการวัดค่า กรด-ด่าง (pH) ของสารสกัดลูกยอดิบส่วนของเมล็ดและลูกยอสุกงอมส่วนของเนื้อ ให้ค่าดังนี้ 4.2 ± 0.14 และ 3.84 ± 0.10 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ปริมาณสารสกัดที่ใส่ในตำรับเซรั่ม

สูตร	ปริมาณสารสกัดที่ใส่ในตำรับ (กรัม)	
	สารสกัดจากลูกยอดิบ ส่วนของเมล็ด	**สารสกัดจากลูกยอสุกงอม ส่วนของเนื้อ**
F1	-	-
F2	0.25	0.25
F3	0.5	0.5

ลักษณะทางกายภาพเซรั่มเบสสูตร F1 มีลักษณะ ใส หนืดปานกลางค่อนข้างเหลว ไม่มีกลิ่น สูตร F2 (ผสมสารสกัดลูกยอ 0.5 %) มีลักษณะสีน้ำตาลขุ่นเล็กน้อย หนืดปานกลางค่อนข้างเหลว กลิ่นแรง กลิ่นลักษณะเฉพาะตัวของสารสกัดลูกยอ และสูตร F3 (ผสมสารสกัดลูกยอ 1 %) มีลักษณะสีน้ำตาลเข้มกว่าสูตร F2 เล็กน้อย ขุ่นเล็กน้อย หนืดปานกลางค่อนข้างเหลว ส่งกลิ่นแรงมากกว่าสูตร F2 และสารสกัดจากลูกยอสามารถเข้ากันได้กับเนื้อเซรั่ม มีความคงตัว ไม่เกิดการแยกชั้น

5. การวิเคราะห์ความคงตัวทางกายภาพของของตำหรับเซรั่มพื้นและเซรั่มที่มีสารสกัดจากลูกยอ

ผลการวัดความหนืดด้วยเครื่อง viscometer โดยใช้ Spindle เบอร์ 6 รอบความเร็ว 12 rpm ได้ผลการทดสอบว่า เซรั่มทั้ง 3 สูตร มีความหนืดลดลง แต่เมื่อทดสอบด้วยการมองเห็นและนำเซรั่ม

ทาบริเวณท้องแขน ไม่รู้สึกถึงความต่างว่าหนืดลดลงและวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter ได้ผลการทดสอบว่า ค่ากรด-ด่าง (pH) มีค่าลดลงเล็กน้อยทั้ง 3 สูตร โดยอัตราการลดไปในทิศทางเดียวกัน แสดงว่าสารสกัดลูกยอไม่ส่งผลต่อค่า pH และสังเกตลักษณะทางกายภาพของเซรั่ม สี กลิ่น และการแยกชั้น ได้ผลการทดสอบว่าไม่มีความเปลี่ยนแปลง สีและกลิ่นเหมือนเดิมทั้ง 3 สูตร

6. ผลประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัครต่อเซรั่มที่มีสารสกัดจากลูกยอ 0.5 %

ทางผู้วิจัยได้เลือกสูตรเซรั่มที่มีสารสกัดลูกยอ 0.5 % มาประเมินความพึงพอใจ เนื่องจากว่าเนื้อเซรั่มมีค่ากรด-ด่างและสีที่เหมาะสมที่สุด การประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัครต่อเซรั่มที่มีสารสกัดจากลูกยอ 0.5 % ทางสถิติ โดยกำหนดคะแนนความพึงพอใจในแต่ละหัวข้อ ระหว่าง 1-5 คะแนน ตามแนวความคิดของ Likert rating scales และอาสาสมัคร 20 คน ให้คะแนนในส่วนของความบางเบาของเนื้อเซรั่มมากที่สุด ผลคะแนนอยู่ที่ 4.15 แสดงว่ามีความพึงพอใจมาก เนื่องจากว่าเนื้อเซรั่มมีความบางเบามากเพราะเป็นเซรั่มสูตรเนื้อเจล ไม่เหนียวเหนอะหนะ ซึมเข้าสู่ผิวเร็วและไม่มีส่วนผสมของ phase oil และคะแนนในส่วนของกลิ่นให้คะแนนน้อยที่สุดในทั้งหมด 4 ข้อ ผลคะแนนอยู่ที่ 2.85 แสดงว่ามีความพึงพอใจปานกลาง เนื่องจากว่าสารสกัดลูกยอนั้นมีกลิ่นเฉพาะตัวที่แรง จากงานวิจัยของ Arctander (1969) และ Pino et al. (2010) พบว่าในลูกยอที่สุกจะมีสาร terpenes อยู่ สารนี้จะพบมากในกลุ่มของน้ำมันหอมระเหย ซึ่ง volatile compounds ที่พบมากที่สุดก็คือ octanoic acid และ hexanoic acid ซึ่งสารดังกล่าวจะมีกลิ่นคล้ายชีสเหม็นเปรี้ยว เป็นสาเหตุที่ทำให้ลูกยอมีกลิ่นเฉพาะตัว และเมื่อดูสถิติแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบบประเมินความพึงพอใจกับเพศและสถิติแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบบประเมินความพึงพอใจกับอายุ จากตารางที่ 4.11 และ 4.12 ตามลำดับ พบว่า ค่าของคะแนนความพึงพอใจไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 2 ตาราง แสดงว่า เซรั่มที่มีสารสกัดจากลูกยอ 0.5 % จึงเหมาะกับทั้งทุกเพศ และทุกช่วงอายุ ตั้งแต่ 25 ปีขึ้นไป

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกพบว่า สารสกัดจากเมล็ดของลูกยอดิบ ให้ค่ามากที่สุด เมื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ พบว่า สารสกัดจากเนื้อของลูกยอสุกงอม ให้ค่ามากที่สุด และพบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดส่วนเมล็ดของลูกยอดิบและเนื้อของลูกยอสุกงอมมีค่าสูงที่สุดเช่นกัน เมื่อนำสารสกัดจากเมล็ดของลูกยอดิบและเนื้อของลูกยอสุกงอมมาใส่ในส่วนผสมของเซรั่มพื้น พบว่าทำให้เซรั่มมีความหนืดขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับเซรั่มเบส แต่ไม่ส่งผลต่อความคงตัวของเซรั่ม เนื่องจากทิศทางของค่าความหนืดและค่า กรด-ด่าง (pH) มีค่าลดลงใน

ทิศทางเดียวกันและสีกับกลิ่นของเซรั่มก็มีความคงตัว ไม่เปลี่ยนแปลงหลังจากที่ผ่านการทดสอบความคงตัว และเมื่อนำเซรั่มที่มีสารสกัดจากลูกยอ 0.5 % ไปประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัคร 20 คน ที่มีอายุ 25 ปีขึ้นไป พบว่าเพศและอายุ ไม่ส่งผลต่อความพึงพอใจ เซรั่มนี้เหมาะกับทุกเพศและช่วงอายุที่อายุ 25 ปีขึ้นไป ในส่วนของคะแนนความพึงพอใจนั้น หัวข้อประเมินเรื่องกลิ่นได้คะแนนน้อยที่สุด ผลคะแนนอยู่ที่ 2.85 แสดงว่ามีความพึงพอใจปานกลาง เนื่องจากลูกยอมีกลิ่นที่เฉพาะตัวและแรง

แนวทางในการศึกษาเพิ่มเติมควรมีการทดสอบประสิทธิภาพของเซรั่มในอาสาสมัครในระยะยาวเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดลูกยอและการใส่สารสกัดลูกยอในเซรั่มพื้น ทำให้สีของเซรั่มมีความขุ่นเล็กน้อย ควรใส่ตัวประสานเข้าไปในสูตรตำรับด้วยเพื่อลดความขุ่น อีกทั้งบรรจุภัณฑ์ของเซรั่มควรเป็นวัสดุที่กันแสง เพื่อรักษาคุณภาพฤทธิ์ของสารสกัดลูกยอ

รายการอ้างอิง

ณพัฐอร บัวฉุน. (2563). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลลิกรวมของสารสกัดหยาบลูกยอ. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, *15*(2), 67-76.

นพพล เกตุประสาท. (ม.ป.ป.). *ยอบ้าน*. สืบค้นเมื่อ 1ธันวาคม 2562, จาก http://clgc.agri.kps.ku.ac.th /resources /herb/morinda.html

สุชาดา มานอก และปวีณา ลิ้มเจริญ. (2558). การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมลอิสระโดยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP และปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดสมุนไพรในตำรับยาหอมเทพจิตร. วารสารก้าวทัน โลกวิทยาศาสตร์, 15(1), น. 106-117.

สุธิรา มณีฉาย และประสบอร รินทอง. (2559). ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ ฤทธิ์ต้าน อนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดเมทานอลจากดอกถั่วแระและดอกส้มป่อย. *วารสารวิทยาศาสตร์ มข, 44*(1), 142-145.

Akihisa, T., Matsumoto, K., Tokuda, H., Yasukawa, K., . . . Kimura, Y. (2007). Anti-inflammatory and potential cancer chemopreventive constituents of the fruits of *Morinda citrifolia* (Noni). *Journal of natural products, 70*(5), 754-757. doi: 10.1021/np068065o

Choi, S. C., & Youn, Y. H. (2020). Anti-Wrinkling Effect of Noni (Morinda citrifolia) by Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties. *Journal of People Plants Environment, 23*(2), 191-199.

Deng, S., West, B. J., & Jensen, C. J. (2010). A quantitative comparison of phytochemical components in global noni fruits and their commercial products. *Food Chemistry, 122*(1), 267-270.

Dittmar, A. (1993). *Morinda citrifolia* L.—Use in indigenous Samoan medicine. *Journal of Herbs, Spices and Medicine Plants, 1*, 77–92.

Heinicke, R. M. (1985). The pharmacologically active ingredient of Noni. *Bulletin of the national tropical Botanical garden, 15*(1), 45-52.

Kamiya, K., Tanaka, Y., Endang, H., Umar, M., & Satake, T. (2004). Chemical constituents of Morinda citrifolia fruits inhibit copper-induced low-density lipoprotein oxidation. *Journal of agricultural and food chemistry, 52*(19), 5843-5848.

Kim, S. H., & Jang, H. J. (2016). Study on the bioactive characteristics of Morinda citrifolia as a cosmetic raw material. *Journal of the Society of Cosmetic Scientists of Korea, 42*(2), 183-193.

Morales, A. M., Mukai, R., Murota, K., & Terao, J. (2018). Inhibitory effect of catecholic colonic metabolites of rutin on fatty acid hydroperoxide and hemoglobin dependent lipid peroxidation in Caco-2 cells. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition, 63*(3), 175-180. doi: 10.3164/jcbn.18-38

Mower, T. W., Bawden, J. C., Harmon, M. C., Stutz, C. R., & Wang, C. (2010). U.S. Patent No. 7,749,535. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Nelson, S. C. (2006). *Nutritional Analysis of Hawaiian Noni (Noni Fruit Powder). The Noni Website*. Retrieved June15, 2019, from https://www.ctahr.hawaii.edu/noni/nutritional_analysis.asp

Nelson, S. C., & Elevitch, C. R. (2006). *Noni: the complete guide for consumers and growers.* Hong Kong: China through Colorcraf Ltd.

Palu, A. K., Kim, A. H., West, B. J., Deng, S., . . . White, L. (2008). The effects of *Morinda citrifolia* L. (noni) on the immune system: its molecular mechanisms of action. *Journal of Ethnopharmacology, 115*(3), 502-506.

Pino, J. A., Márquez, E., Quijano, C. E., & Castro, D. (2010). Volatile compounds in noni (Morinda citrifolia L.) at two ripening stages. *Food Science and Technology, 30*(1), 183-187.

Scortichini, M., & Rossi, M. P. (1991).Preliminary in vitro evaluation of the antimicrobial activity of terpenesand terpenoids towards Erwinia amylovora(Burrill) Winslow et al. *Journal of Applied Bacteriology, 71*(2), 109–112. doi:10.1111/j.1365-2672.1991.tb02963.x

Su, C., Wang, M., Nowicki, D., Jensen, J., & Anderson, G. (2001). Selective COX-2 inhibition of *Morinda citrifolia* (Noni) in vitro. In: *The Proceedings of the Eicosanoids and other Bioactive Lipids in Cancer, Inflammation and Related Disease*. The 7th Annual Conference, 2001 October 14–17. Loews Vanderbilt Plaza, Nashville, Tennessee, USA.

Yang, J., Gadi, R., & Thomson, T. (2011). Antioxidant capacity, total phenols, and ascorbic acid content of noni (*Morinda citrifolia*) fruits and leaves at various stages of maturity. *Micronesica, 41*(2), 167-176.

Yang, J., Paulino, R., Janke-Stedronsky, S., & Abawi, F. (2007). Free-radical-scavenging activity and total phenols of noni (*Morinda citrifolia* L.) juice and powder in processing and storage. *Food Chemistry, 102*(1), 302-308.