

## รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองที่สิ้นสุด

1. ชื่อชุดโครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาพืชเศรษฐกิจเฉพาะพื้นที่ภาคตะวันออก
2. ชื่อโครงการวิจัย : การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตส้มจี๊ดในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การศึกษากรรมวิธีการแปรรูปและการใช้ประโยชน์จากส้มจี๊ด  
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : A Study on Processing and Utilizing from Calamondin
4. คณะผู้ดำเนินงาน  
หัวหน้าการทดลอง : นางสาวกมลภัทร ศิริพงษ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจันทบุรี  
ผู้ร่วมงาน : นายชูชาติ วัฒนวรรณ<sup>1/</sup> นางจรีรัตน์ มีพีชน<sup>1/</sup>  
นางสาวสุชาดา ศรีบุญเรือง<sup>2/</sup> นางสาววิมลวรรณ วัฒนวิจิตร<sup>3/</sup>  
นายประยูร เอ็นมาก<sup>3/</sup> นางสาวศิริพร เต็งรัง<sup>3/</sup>  
นายโกเมศ สัตยาวิธ<sup>3/</sup> นางสาวบุญทริกา สุমনา<sup>4/</sup>  
นางสาววรรณญา โนนม่วง<sup>4/</sup> นางสุกร พงษ์สำราญ<sup>4/</sup>  
นางสาววรรณศิริ หิรัญเกิด<sup>4/</sup>
5. บทคัดย่อ : การศึกษากรรมวิธีการแปรรูปและการใช้ประโยชน์จากส้มจี๊ด เพื่อหาเทคโนโลยีในการแปรรูปส้มจี๊ดให้กับเกษตรกรและผู้ประกอบการในพื้นที่ภาคตะวันออก ดำเนินงานที่กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี ระยะเวลา ตุลาคม 2555-กันยายน 2557 โดยการแปรรูปส้มจี๊ดเป็นผลิตภัณฑ์มี 7 รูปแบบ ได้แก่ น้ำส้มจี๊ดพร้อมดื่ม แยมส้มจี๊ด มาร์มาเลดส้มจี๊ด เยลลี่ส้มจี๊ด ส้มจี๊ดแช่อิ่มอบแห้ง ไอศกรีมเชอร์เบทส้มจี๊ด และเค้กส้มจี๊ด ซึ่งแต่ละผลิตภัณฑ์ใช้ผู้ทดสอบ 30 ราย ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดใช้ส้มจี๊ดเป็นส่วนผสมดังนี้ น้ำส้มจี๊ดพร้อมดื่ม ใช้น้ำส้มจี๊ด 120 กรัมต่อน้ำ 750 กรัม และฆ่าเชื้อแบบสเตอริไรส์ที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แยมส้มจี๊ด ใช้น้ำส้มจี๊ด 600 กรัมต่อน้ำ 1,200 กรัม และปริมาณpectinร้อยละ 0.75 ของส่วนผสมทั้งหมด มาร์มาเลดส้มจี๊ด ใช้เปลือกส้มจี๊ด 300 กรัม ต่อน้ำเชื่อม 1,000 กรัม ที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 35 องศาบริกซ์ ในการแช่อิ่มเปลือกส้มจี๊ดเพื่อทำมาร์มาเลด เยลลี่ส้มจี๊ด ใช้น้ำส้มจี๊ด 300 กรัมต่อน้ำ 1,350 กรัม และปริมาณคาราจีแนน ร้อยละ 1.5 ของส่วนผสมทั้งหมด ส้มจี๊ดแช่อิ่มอบแห้ง ใช้ส้มจี๊ด 4,000 กรัมต่อน้ำ 2,200 กรัม น้ำตาลทราย 1,800 กรัม แช่อิ่มแบบช้าประมาณ 5-6 วัน อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง ไอศกรีมเชอร์เบทส้มจี๊ด ใช้น้ำส้มจี๊ดร้อยละ 50 และเติมเจลาตินร้อยละ 0.5 ของส่วนผสมไอศกรีม และเค้กส้มจี๊ด ใช้น้ำส้มจี๊ด 75 กรัม เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เค้กส้มจี๊ด สำหรับการสกัดลิโมนินและpectinจากเปลือกส้มจี๊ดเพื่อ

<sup>1/</sup>สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6

<sup>2/</sup>ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจันทบุรี

<sup>3/</sup>กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

<sup>4/</sup>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี

นำไปใช้ประโยชน์ พบว่า การสกัดลิโมนินจากเปลือกส้มจัดทำได้โดยการกลั่นด้วยน้ำ เปลือกส้มจัดมี dl-limonene เป็นองค์ประกอบหลัก และสารเทอร์พีนต่างๆ เป็นองค์ประกอบย่อย การสกัดเพคตินจากเปลือกส้มจัดทำได้โดยการต้มกับการสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.3 M แล้วตกตะกอนเพคตินด้วยเอทานอล 95% ล้างกากเปลือกส้มจัดด้วยเอทานอลก่อนการสกัด และล้างตะกอนเพคตินที่ได้ด้วยเอทานอล 4 ครั้ง จะได้เพคตินจากเปลือกส้มจัดที่มีปริมาณเมทอกซิลเฉลี่ยร้อยละ 5.58 โดยจัดอยู่ในกลุ่ม low methoxyl pectins เมื่อนำสารสกัดลิโมนินจากเปลือกส้มจัดมาพัฒนาเป็นสเปรย์น้ำไต่ยงั้น พบว่า ไม่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ป้องกันยุง เนื่องจากไม่สามารถติดที่ผิวหนังนานกว่า 3 ชั่วโมงได้ แต่พัฒนาเป็นโลชั่นไต่ยงั้นได้ และเมื่อนำเพคตินจากเปลือกส้มจัดมาพัฒนาเป็นสารก่อเจลในเจลน้ำหอมปรับอากาศ สามารถใช้เพคตินร้อยละ 3 ร่วมกับ sodium polyacrylate ร้อยละ 1 ในน้ำปูนใส พัฒนาเป็นเจลน้ำหอมปรับอากาศที่มีระดับความแรงของกลิ่นในระดับที่ยอมรับได้นาน 10 วัน

**Abstract** : A study on processing and utilizing from calamondin to find out the processing technology for farmers and entrepreneur in the east region. The experiments was conducted at Postharvest and Processing Research and Development Division and Rajamangala University of Technology Tawan-ok Chanthaburi Campus during October 2012 to September 2014. Processed calamondin product were 7 types; calamondin juice, calamondin jam, calamondin marmalade, calamondin jelly, calamondin osmotic dehydrated, calamondin sherbet and calamondin cake. The sensory evaluation of each products were evaluated by 30 taste panelists. The overall acceptance revealed that; Calamondin juice; used 120 g of calamondin juice per 750 g of water and sterilized at 100 °C for 5 minutes. Calamondin jam; used 600 g of calamondin juice per 1,200 g of water and 0.75% of pectin. Calamondin marmalade; used 300 g of calamondin peel per 1,000 g of syrup with 35 °Brix concentration for osmotic dehydrated in marmalade process. Calamondin jelly; used calamondin juice 300 g per 1,350 g of water and 1.5% of carrageenan for jelly mixture. Calamondin osmotic dehydrated; used 4,000 g of calamondin juice per 2,200 g of water and 1,800 g of sugar and preserved about 5-6 days, then dried at 60 °C for 5 hours. Calamondin sherbet; used 50% of calamondin juice and added gelatin 0.5% for ice cream mixture. Calamondin cake; used 75 g of calamondin juice for cake mixture. For extracting limonin and pectin from calamondin peel to utilize, the extraction limonin orange peel done by distillation with water. The calamondin peel with dl-limonene is the main element and various terpene are sub-element. Extracting pectin from calamondin peel done by boiling with 0.3 M of hydrochloric acid solution, then precipitated pectin with 95% ethanol, washed waste calamondin peel with ethanol before extraction and washed sediment pectin with ethanol 4 times, it has been the pectin with 5.58% average of methoxyl from calamondin peel in low methoxyl pectins group. When the extract limonin of calamondin peel

was developed to water repellent spray, it doesn't pass the efficiency of the products test to against the mosquitoes because it couldn't stay on the skin for longer than 3 hours, but it was developed to a mosquito repellent lotion. When the pectin from calamondin peel was developed to gelling agent in the gel air freshener, 3% of the pectin can used with sodium polyacrylate 1% in lime water to gel air freshener with the strength of the smell in the acceptable level for 10 days.

**6. คำนำ** : ส้มจืด (Calamondin) เป็นส้มขนาดเล็ก รสเปรี้ยวจัด มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus mitis* Blanco. โดยทั่วไปมักรู้จักส้มจืดในแง่ของไม้ประดับกระถาง แต่สำหรับในเขตภาคตะวันออก โดยเฉพาะจังหวัดจันทบุรี ระยอง และตราด มีการปลูกมานาน นิยมเรียกส้มจืดว่า ส้มมะปืด การปลูกส่วนใหญ่เพื่อใช้บริโภคในครัวเรือน ใช้ปรุงรสแทนมะนาว เช่น ทำน้ำพริกกะปิ น้ำพริกเกลือ และทำน้ำส้มจืดคั้นสด เป็นต้น ถ้าเหลือจากการบริโภคจึงนำมาจำหน่ายในท้องถิ่น ส้มจืดในประเทศไทยยังเป็นที่รู้จักและใช้ประโยชน์ในวงแคบ ขณะที่ประเทศฟิลิปปินส์ มาเลเซีย สิงคโปร์ และอินโดนีเซีย มีการใช้ส้มจืดแทนมะนาวกันอย่างแพร่หลาย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557) ในรูปของน้ำส้มจืดคั้นสด เป็นเครื่องปรุงรสในอาหารคาวหวานมากมายหลายชนิด น้ำส้มจืดบรรจุใส่กล่องหรือขวด แยมส้มจืด เป็นยาบรรเทาอาการไอ ขับเสมหะ ใช้รักษาสิว และบำรุงผิวพรรณ เป็นต้น (Calamondin, The Most Versatile Citrus. 2557) การปลูกส้มจืดในประเทศดังกล่าวจึงมีลักษณะเป็นเชิงพาณิชย์แทนการปลูกมะนาวที่มีปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืชมากกว่า สำหรับในภาคตะวันออกของประเทศไทย มีส้มจืดที่ให้ผลผลิตจำนวนมากในแต่ละปี ซึ่งผลผลิตดังกล่าวจะมีปริมาณน้อยในช่วงฤดูแล้งเช่นเดียวกับมะนาว แต่เป็นที่ต้องการมากเพราะมะนาวมีราคาแพง ส่วนในช่วงฤดูฝนส้มจืดจะมีผลผลิตจำนวนมากแต่ขาดการนำไปใช้ประโยชน์ จึงสูญเสียผลผลิตไปโดยไม่ได้เกิดมูลค่าใดๆ เนื่องจากยังขาดข้อมูลด้านการนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ ในเชิงพาณิชย์ ทั้งในด้านการแปรรูปและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆนอกเหนือจากการบริโภคโดยตรง ส้มจืดจึงมีมูลค่าในระยะสั้นเท่านั้น ดังนั้น จึงเห็นควรศึกษาวิจัยเทคโนโลยีด้านการแปรรูปและนำส้มจืดไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าการผลิตในท้องถิ่น สร้างองค์ความรู้ในการนำไปพัฒนาต่อยอด และสนับสนุนเป็นพืชทางเลือกให้เกษตรกรสร้างรายได้ต่อไปในอนาคต

## 7. วิธีดำเนินการ

### การทดลองย่อยที่ 1.1 การศึกษากรรมวิธีการแปรรูปส้มจืด

#### อุปกรณ์

1. วัตถุประสงค์ในการแปรรูปส้มจืดเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ ผลส้มจืด, น้ำตาล, เพคติน, คาราจีแนน, กรดซิตริก, เจลาติน, แบะแซ, แป้งเค้ก, ผงฟู, เอสพี, มาการีน, โอวาเลต, เนยสด, ไข่ไก่, นมผง และน้ำสะอาด
2. อุปกรณ์งานครัวในการแปรรูปส้มจืดเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ เตาแก๊ส, ขวดแก้ว, อ่างสแตนเลส, ตู้อบลมร้อน, เครื่องทำไอศกรีม และเครื่องผสมอาหารอเนกประสงค์ เป็นต้น
3. อุปกรณ์วัดคุณภาพผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เครื่องวัดความหวาน (Hand Refractometer), เครื่องวัดสี (Color meter รุ่น ZE-2000/NIPPON), เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter), อุปกรณ์ไตเตรท, เครื่องวัด

เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer ยี่ห้อ LOYD INSTRUMENTS), เครื่องชั่งตวงวัด 2 ตำแหน่ง, ปีเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร และจานเพาะเชื้อ

## วิธีการ

ศึกษาการแปรรูปส้มจี๊ดเป็นผลิตภัณฑ์ 7 รูปแบบ ได้แก่ น้ำส้มจี๊ดพร้อมดื่ม แยมส้มจี๊ด มาร์มาเลด ส้มจี๊ด เยลลี่ส้มจี๊ด ส้มจี๊ดแช่อิ่มอบแห้ง ไอศกรีมเชอร์เบทส้มจี๊ด และเค้กส้มจี๊ด ดังนี้

### 1. ศึกษากระบวนการที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มจี๊ดพร้อมดื่ม

- 1.1 วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำ กรรมวิธีคือ กระบวนการทำน้ำส้มจี๊ด 4 แบบ ได้แก่
  - สูตรที่ 1 : ผสมน้ำส้มจี๊ด 120 กรัม น้ำสะอาด 750 กรัม น้ำตาลทราย 140 กรัม เกลือ 3 กรัม และนำไปฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรส์ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที
  - สูตรที่ 1 : ผสมน้ำส้มจี๊ด 120 กรัม น้ำสะอาด 750 กรัม น้ำตาลทราย 140 กรัม เกลือ 3 กรัม และนำไปฆ่าเชื้อแบบสเตอริไรส์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที
  - สูตรที่ 2 : ผสมน้ำส้มจี๊ด 80 กรัม น้ำสะอาด 750 กรัม น้ำตาลทราย 140 กรัม เกลือ 3 กรัม และนำไปฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรส์ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที
  - สูตรที่ 2 : ผสมน้ำส้มจี๊ด 80 กรัม น้ำสะอาด 750 กรัม น้ำตาลทราย 140 กรัม เกลือ 3 กรัม และนำไปฆ่าเชื้อแบบสเตอริไรส์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

1.2 ทำน้ำส้มจี๊ดพร้อมดื่มตามกรรมวิธีที่กำหนด จากนั้นนำไปบรรจุขวดแก้ว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

- 1.3 ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์แยมส้มจี๊ด ดังนี้
  - คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น ความหวาน ความเปรี้ยว และความชอบรวม โดยผู้ทดสอบ 30 คน ใช้แบบประเมินคะแนนความชอบแบบ Hedonic Scale (1-9 คะแนน)
  - คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมด
  - ปริมาณจุลินทรีย์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 3, 5 และ 7 วัน

### 2. ศึกษาปริมาณเพคตินที่เหมาะสมในการผลิตแยมส้มจี๊ด

2.1 วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 4 ซ้ำ กรรมวิธีคือ ปริมาณเพคติน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 ของส่วนผสมทั้งหมด

2.2 ทำแยมส้มจี๊ดโดยใช้ส่วนผสม น้ำส้มจี๊ด 600 กรัม น้ำสะอาด 1,200 กรัม น้ำตาลทราย 1,350 กรัม และเพคตินตามปริมาณที่ศึกษา

- 2.3 ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์แยมส้มจี๊ด ดังนี้
  - คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ สี รสชาติ ความหวาน ความเปรี้ยว การแผ่กระจาย และความชอบรวม โดยผู้ทดสอบ 30 คน ใช้แบบประเมินคะแนนความชอบแบบ Hedonic Scale (1-9 คะแนน)
  - คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี และเนื้อสัมผัส (Hardness)
  - คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมด
  - ปริมาณจุลินทรีย์

### 3. ศึกษาความเข้มข้นของน้ำเชื่อมในการแช่อบเปลือกส้มจี๊ดสำหรับการผลิตมาร์มาเลดส้มจี๊ด

3.1 วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 4 ซ้ำ กรรมวิธีคือ ความเข้มข้นของน้ำเชื่อม 3 ระดับ ได้แก่ 35, 40 และ 45 °Brix

3.2 ใช้ น้ำเชื่อม 1,000 กรัม ปรับความเข้มข้นตามที่ศึกษา แช่อบเปลือกส้มจี๊ด 300 กรัม

3.3 ทำมาร์มาเลดส้มจี๊ดโดยใช้ส่วนผสม น้ำส้มจี๊ด 600 กรัม น้ำสะอาด 1,200 กรัม น้ำตาลทราย 1,350 กรัม เพคติน 31.5 กรัม กรดซิตริก 3 กรัม

3.4 ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์มาร์มาเลดส้มจี๊ด ดังนี้

- คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ สี รสชาติ ความหวาน ความเปรี้ยว และความชอบรวม โดยผู้ทดสอบ 30 คน ใช้แบบประเมินคะแนนความชอบแบบ Hedonic Scale (1-9 คะแนน)

- คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี และเนื้อสัมผัส (Hardness)

- คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมด

- ปริมาณจุลินทรีย์

### 4. ศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่ส้มจี๊ด

4.1 วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 4 ซ้ำ กรรมวิธีคือ ปริมาณคาราจีแนน 3 ระดับ ได้แก่ 1.0, 1.5 และ 2.0 ของส่วนผสมทั้งหมด

4.2 ทำเยลลี่ส้มจี๊ดโดยใช้ส่วนผสม น้ำส้มจี๊ด 300 กรัม น้ำสะอาด 1,350 กรัม น้ำตาลทราย 540 กรัม และคาราจีแนนตามปริมาณที่ศึกษา

4.3 ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่ส้มจี๊ด ดังนี้

- คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยผู้ทดสอบ 30 คน ใช้แบบประเมินคะแนนความชอบแบบ Hedonic Scale (1-9 คะแนน)

- คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี และเนื้อสัมผัส (Hardness, Gumminess, Chewiness, Springiness และ Cohesiveness)

- คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมด

- ปริมาณจุลินทรีย์

### 5. ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการผลิตส้มจี๊ดแช่อบแห้ง

1. วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำ กรรมวิธีคือ ระยะเวลาในการอบ 4 ระดับ ได้แก่ 5, 6, 7 และ 8 ชั่วโมง

2. ทำส้มจี๊ดแช่อบส้มจี๊ดโดยใช้ส่วนผสม ผลส้มจี๊ด 4,000 กรัม น้ำสะอาด 2,200 กรัม และ น้ำตาลทราย 1,800 กรัม

3. แช่อบแบบช้า เป็นเวลา 5-6 วัน หลังจากนั้นจึงนำมาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามระยะเวลาที่ศึกษา

4. ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ส้มจี๊ดแช่อบแห้ง ดังนี้

- คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยผู้ทดสอบ 30 คน ใช้แบบประเมินคะแนนความชอบแบบ Hedonic Scale (1-9 คะแนน)

- คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสีของเนื้อด้านในและค่าสีเปลือกสัมผัส และเนื้อสัมผัส (Hardness)
- คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมด
- ปริมาณจุลินทรีย์

## 6. ศึกษากรรมวิธีแปรรูปสัมผัสเป็นไอศกรีมเชอร์เบท

### 6.1 ศึกษาปริมาณน้ำสัมผัสที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมเชอร์เบทสัมผัส

6.1.1 วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำ กรรมวิธีคือ ปริมาณน้ำสัมผัส 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 50, 60, 70 และ 80 ของส่วนผสม

6.1.2 เตรียมน้ำเชื่อมเข้มข้น 400 กรัม สำหรับผสมในไอศกรีมโดยใช้ส่วนผสม น้ำตาลทราย 280 กรัม แปะแซ 40 กรัม และน้ำสะอาด 80 กรัม

6.1.3 ทำไอศกรีมเชอร์เบทสัมผัส โดยเตรียมน้ำสัมผัสตามปริมาณที่ต้องการศึกษาผสมกับน้ำเชื่อมเข้มข้น กรรมวิธีละ 400 กรัม ดังนี้

- น้ำสัมผัส 200 กรัมต่อน้ำสะอาด 200 กรัม (น้ำสัมผัสร้อยละ 50)
- น้ำสัมผัส 240 กรัมต่อน้ำสะอาด 160 กรัม (น้ำสัมผัสร้อยละ 60)
- น้ำสัมผัส 280 กรัมต่อน้ำสะอาด 120 กรัม (น้ำสัมผัสร้อยละ 70)
- น้ำสัมผัส 320 กรัมต่อน้ำสะอาด 80 กรัม (น้ำสัมผัสร้อยละ 80)

6.1.4 ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเชอร์เบทสัมผัส ดังนี้

- คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ กลิ่น สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยผู้ทดสอบ 30 คน ใช้แบบประเมินคะแนนความชอบแบบ Hedonic Scale (1-9 คะแนน)

- คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ อัตราการละลายของไอศกรีม เมื่อตั้งทิ้งไว้ 30 นาที และค่าโอเวอร์รัน (Overrun)

- คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง

### 6.2 ศึกษาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมเชอร์เบทสัมผัส

6.2.1 วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำ กรรมวิธีคือ ปริมาณเจลาติน 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0, 0.5, 0.6 และ 0.7 ของส่วนผสม

6.2.2 นำไอศกรีมเชอร์เบทสัมผัสที่มีความเหมาะสมจาก 6.1 มาเติมเจลาตินตามปริมาณที่ศึกษา

6.2.3 ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเชอร์เบทสัมผัสเช่นเดียวกับ 6.1

## 7. ศึกษาปริมาณน้ำสัมผัสที่เหมาะสมในการผลิตเค้กสัมผัส

7.1 วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำ กรรมวิธีคือ ปริมาณน้ำสัมผัส 4 ระดับ ได้แก่ 0, 50, 75 และ 100 กรัม

7.2 ทำเค้กส้มจี๊ดโดยใช้ส่วนผสม ไข่ไก่ 150 กรัม น้ำตาลทราย 170 กรัม เกลือ 2 กรัม แป้งเค้ก 200 กรัม ผงฟู 6 กรัม เอสพี 20 กรัม มาการีน 90 กรัม โอวาเลต 15 กรัม เนยสด 90 กรัม และปริมาณน้ำส้มจี๊ดที่ศึกษา

7.3 ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เค้กส้มจี๊ด ดังนี้

- คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยผู้ทดสอบ 30 คน ใช้แบบประเมินคะแนนความชอบแบบ Hedonic Scale (1-9 คะแนน)

- คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี เนื้อสัมผัส (แรงกดและแรงตัด) และการขึ้นฟูของเค้ก

- ปริมาณจุลินทรีย์

เวลาและสถานที่ ดำเนินการตั้งแต่ตุลาคม 2555-กันยายน 2557 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกวิทยาเขตจันทบุรี

การทดลองย่อยที่ 2.2 การศึกษาลิโมนีนและเพคตินจากส้มจี๊ดและการใช้ประโยชน์

อุปกรณ์

1. ผลส้มจี๊ด

2. สารเคมี ได้แก่ แอนไฮไดรรัส โซเดียมซัลเฟต (anhydrous  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , ACS reagent, Sigma Aldrich), เอทานอล (ethanol, AR), อะซีโตน (acetone, AR), ลิโมนีน (D-limonene, AR grade, Wako), น้ำมันตะไคร้หอม (บริษัท เคมีภัณฑ์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด), น้ำมันยูคาลิปตัส (บริษัท เคมีภัณฑ์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด), น้ำมันเปปเปอร์มินต์ (บริษัท เคมีภัณฑ์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด), น้ำมันแพทชูลี (บริษัท เคมีภัณฑ์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด), น้ำมันวานิลลา (บริษัท เคมีภัณฑ์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด), แคลเซียมคลอไรด์ ( $\text{CaCl}_2$ , AR), เพคตินทางการค้า (เกรดอาหาร, บริษัท รวมเคมี 1986 จำกัด), Sodium polacrylate (บริษัท ฮงฮวด จำกัด), Dicapryly ether (บริษัท ฮงฮวด จำกัด), น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น (บริษัท ฮงฮวด จำกัด), กลีเซอริน (บริษัท ฮงฮวด จำกัด), Sodium stearyl Glutamate (บริษัท ฮงฮวด จำกัด), Spectra state (บริษัท วันรัต (หน้าเขียน) จำกัด)

3. เครื่องชั่งไฟฟ้า Metter AE 200

4. เครื่องวัดสี (Chroma meter, Minolta รุ่น CR 400)

5. pH meter

วิธีการ

1. การศึกษาสารลิโมนีนจากส้มจี๊ด

1.1 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ดโดยการกลั่นด้วยน้ำ

ศึกษาการสกัดสารลิโมนีนจากเปลือกส้มจี๊ดโดยการกลั่นด้วยน้ำ ประยุกต์ใช้วิธีการของ Hosni *et al.*, (2010) โดยใช้เปลือกส้มจี๊ดที่เหลือจากการคั้นน้ำ มีความชื้นโดยเฉลี่ย 80.02% ปริมาณส้มจี๊ด 700 กรัม ในน้ำ 3,000 มิลลิลิตร นำมากลั่น เปรียบเทียบการใช้เปลือกส้มจี๊ดปั่นละเอียดและไม่ปั่น หลังจากกลั่นแล้วกำจัดน้ำที่เหลือในตัวอย่างโดยใช้ anhydrous  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  แล้วกรองออก เก็บตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยที่ได้ในช่องแช่แข็ง จนกว่าจะนำมาวิเคราะห์ต่อไป

## 1.2 การศึกษาองค์ประกอบน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ด

การศึกษาองค์ประกอบน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ดที่ได้จากการกลั่นด้วยน้ำวิเคราะห์โดย Gas chromatography-Mass spectrometry (GC-MS) ประยุกต์ใช้วิธีวิเคราะห์ของ Tao, *et al.* (2009) ส่งวิเคราะห์ที่หน่วยเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ภายใต้สภาวะการวิเคราะห์ดังนี้

Column : HP-5MS (29.3 m x 0.25 mm, film thickness 0.25  $\mu$ m)

Inlet temp. : 250°C

Injecton volumn : 0.2  $\mu$ L

Split mode

Oven temperature : 50°C hold 1 min

ramp to 220°C (rate 5°C/min) hold 10 min

total run time : 45 min.

Detector : MSD

Scan mode : 25-350 amu.

Carrier gas : He

Column flow rate : 1.0 mL/min

## 2. การศึกษาการสกัดเพคตินจากกากเปลือกส้มจี๊ดเหลือทิ้ง

การสกัดเพคตินจากเปลือกส้มจี๊ดประยุกต์ใช้วิธีการสกัดเพคตินของชวนิญฐ์ และคณะ (2005) โดยนำกากเปลือกส้มจี๊ดที่เหลือจากการกลั่นด้วยน้ำ ปั่นให้ละเอียด 300 กรัม เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.3 M ปริมาตร 900 มิลลิลิตร ต้มที่อุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง กรองด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นตกตะกอนเพคตินด้วยเอทานอล 95% พร้อมกับกวนสารละลายแรงๆ ไปพร้อมกัน ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง กรองตะกอนเพคตินด้วยผ้าขาวบาง แล้วล้างด้วยเอทานอล 95% สลับกับอะซิโตน 3-5 ครั้ง จนกว่าเพคตินจะไม่มีสี นำไปตากให้แห้งในตู้ดูดควันที่อุณหภูมิห้อง แล้วอบแห้งด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง

### 2.1 ศึกษาผลของการล้างสีและน้ำตาลออกจากกากส้มจี๊ด

เตรียมตัวอย่างโดยนำเปลือกส้มจี๊ดหลังจากกลั่นด้วยน้ำแล้ว มากรองและนำกากมาผึ่งให้สะเด็ดน้ำ อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนมีความชื้นประมาณ 8% แล้วปั่นละเอียด เก็บตัวอย่างใส่ถุงพลาสติก เก็บไว้ในตู้เย็น การศึกษาผลของการล้างสีและน้ำตาลออกจากกากส้มจี๊ดทำการศึกษา 3 กรรมวิธี คือ ไม่ล้าง ล้างด้วยเอทานอล 85% และล้างด้วยน้ำ โดยนำตัวอย่าง 25 กรัม เติมตัวทำละลายที่ใช้ล้าง 500 มิลลิลิตร แช่ในอ่างน้ำร้อนที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที กรองตะกอนด้วยผ้าฝ้ายแล้วนำตะกอนมาสกัดสีซ้ำทั้งหมด 4 ครั้ง ก่อนนำมาสกัดเพคติน วัดค่าสี L, a, b ของเพคตินที่ได้

### 2.2 ศึกษาผลการล้างตะกอนต่อสีของเพคตินที่สกัดได้

การศึกษาทำโดยล้างสีออกจากกากส้มจี๊ดด้วยสารละลายเอทานอล 85% และน้ำ จำนวน 4 ครั้ง เทียบกับกากเปลือกส้มที่ไม่ได้ล้าง ก่อนนำมาสกัดเพคตินโดยเติม 0.03 M HCl 500 มิลลิลิตร ปรับ pH เป็น 1.5 ด้วย HCl



ต้มที่ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วกรองแยกกากด้วยผ้าขาวบาง นำสารละลายไปตกตะกอนด้วยเอทานอล 900 มิลลิลิตร พร้อมกวนแรงๆ ทิ้งไว้ข้ามคืน จากนั้นกรองตะกอนด้วยผ้าขาวบาง

### 2.3 ศึกษาปริมาณและตรวจสอบคุณสมบัติของเพคตินที่สกัดจากกากส้มจี๊ดเหลือทิ้งเทียบกับเพคตินทางการค้า

การศึกษาทำโดยวัดปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า และปริมาณเมทอกซิล ซึ่งการวิเคราะห์เมทอกซิลประยุกต์ใช้วิธีการของ Singthong *et al.* (2004) แล้วจึงนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้า

## 3. การศึกษาวิธีการใช้ประโยชน์จากสารสกัดลิโมนินและเพคตินจากเปลือกส้มจี๊ด

### 3.1 การศึกษาการผลิตสเปรย์น้ำไอล่ยง

3.1.1 การศึกษาการผลิตสเปรย์น้ำไอล่ยงจากน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ด ซึ่งมีลิโมนินและสารประกอบเทอร์พีนอื่นๆ เป็นองค์ประกอบ เทียบกับลิโมนินทางการค้า โดยทำให้น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ดละลายน้ำ โดยการผสมน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ด 10 มิลลิลิตร เอทิลแอลกอฮอล์ 60 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร ให้เข้ากัน แล้วเทใส่กรวยแยก ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นรินเอาส่วนน้ำออก จะได้น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ดที่สามารถละลายน้ำได้

3.1.2 นำสารละลายที่ได้จากข้อ 3.1.1 มาเจือจางด้วยน้ำ ในอัตราส่วน 7:3 และ 5:5 บรรจุลงในขวดพลาสติกหิวสเปรย์

3.1.3 ทดสอบประสิทธิภาพของสเปรย์น้ำไอล่ยงจากน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้มจี๊ด และสเปรย์น้ำไอล่ยงจากลิโมนินทางการค้า โดยส่งทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ไอล่ยงกลางวัน (กิ่งภาคสนาม) ณ ห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

### 3.2 การศึกษาการผลิตโลชั่นไอล่ยง

3.2.1 การศึกษาการผลิตโลชั่นไอล่ยงจากน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้มจี๊ดนั้น ได้พัฒนาจากสูตรโลชั่นบำรุงผิวของบริษัท ฮงฮวด จำกัด (บริษัทฮงฮวด จำกัด, 2556) โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ด เทียบกับการใช้น้ำมันตะไคร้หอม มีองค์ประกอบของโลชั่น ดังนี้

ส่วนที่ 1 Sodium polyacrylate 1.2%, Dicapryly ether 3% และ น้ำมันมะพร้าว 4%

ส่วนที่ 2 Glycerine 4%, Spectrastate 1%, น้ำ 83.4% และ Sodiumstearoyl glutamate 0.2%

ส่วนที่ 3 น้ำมันแพทซูรี 1%, น้ำมันยูคาลิปตัส 1% และ น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ด หรือน้ำมันตะไคร้หอม 1%

3.2.2 เตรียมโลชั่นโดยชั่งส่วนผสมส่วนที่ 1 ตามสูตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมอาหาร ตั้งทิ้งไว้ จากนั้นชั่งส่วนผสมส่วนที่ 2 ตามสูตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมอาหาร แล้วจึงนำส่วนผสมที่ 1 และ 2 ดังกล่าวมาผสมให้เข้ากัน และเติมส่วนผสมส่วนที่ 3 ผสมให้เข้ากัน ประมาณ 15 นาที นำไปบรรจุใส่ในหลอดพลาสติก

3.3.3 ทดสอบประสิทธิภาพของโลชั่นไโล่ยุงจากน้ำมันหอมระเหยส้มจี๊ด และโลชั่นไโล่ยุงจากน้ำมันตะไคร้หอมทางการค้า โดยส่งทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ไโล่ยุงกลางวัน (กิ่งภาคสนาม) ณ ห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

### 3.3 การศึกษาการผลิตเจลน้ำหอมปรับอากาศ

#### 3.3.1 ศึกษาการเกิดเจลของเพคติน

เปรียบเทียบการใช้เพคตินเป็นสารก่อเจล ที่ความเข้มข้น 3, 6, 9 และ 12% เทียบกับการใช้เพคตินร่วมกับ Sodium polyacrylate 1% เป็นสารก่อเจล โดยมีวิธีการเตรียมเจล ดังนี้

- ละลายเพคตินที่ความเข้มข้นต่างๆ และ Sodium polyacrylate ในน้ำปูนใสร้อน ที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมอาหารแบบมือถือ จนกระทั่งเป็นเนื้อเดียวกัน

- เทบรรจุลงในถ้วยพลาสติกแบบมีฝาปิด ตั้งทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง และสังเกตการเกิดเจลของเพคตินแต่ละความเข้มข้น

#### 3.3.2 ศึกษาการผลิตเจลน้ำหอมปรับอากาศ

- ใช้ความเข้มข้นของเพคตินที่เหมาะสมในการเกิดเจลจาก 3.3.1 และใช้น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ดเป็นองค์ประกอบของสารให้กลิ่น โดยเตรียมกลิ่นน้ำหอม 2 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้มจี๊ด 10%, น้ำมันวนิลา 10%, น้ำมันมะลิ 10% และ ethanol 70%

สูตรที่ 2 น้ำมันหอมระเหยเปลือกส้มจี๊ด 10%, น้ำมันแพทซูรี 10%, น้ำมันเปปเปอร์มินต์ 10%, น้ำมันยูคาลิปตัส 5% และ ethanol 65%

- เตรียมเจลน้ำหอมปรับอากาศ โดยมีส่วนผสม ได้แก่ เพคติน 3%, Sodium polyacrylate 1%, ปูนใส 90%, Glycerine 4%, น้ำหอม 1% และ Eumulgin HRE 40 2%

- เตรียมเจลน้ำหอมปรับอากาศ โดยชั่งเพคติน และ Sodium polyacrylate นำมาละลายในน้ำปูนใสร้อน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

- เติม Glycerine ผสมให้เข้ากัน จนอุณหภูมิลดลงประมาณ 50 องศาเซลเซียส

- นำน้ำหอมผสมกับ Eumulgin HRE 40 ให้เข้ากัน แล้วเทลงในส่วนผสมทั้งหมด คนให้เข้ากันแล้ว เทบรรจุลงในถ้วยพลาสติก ปิดฝา

- ทดลองการเปลี่ยนแปลงระดับความแรงของกลิ่นเจลน้ำหอมปรับอากาศที่เปิดฝาทิ้งไว้ 0, 5, 10 และ 15 วัน โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธี Descriptive Analysis ในอาสาสมัครจำนวน 10 คน ให้คะแนนระดับความแรงของกลิ่น 5 ระดับ ดังนี้

1 = น้อยมาก    2 = น้อย    3 = ปานกลาง    4 = มาก    5 = มากที่สุด

เวลาและสถานที่ ดำเนินการตั้งแต่ตุลาคม 2555-กันยายน 2556 ณ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

### การทดลองย่อยที่ 1.1 การศึกษากรรมวิธีการแปรรูปส้มจี๊ด

#### 1. ศึกษากระบวนการที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มจี๊ดพร้อมดื่ม

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในกระบวนการผลิตน้ำส้มจี๊ดพร้อมดื่มแบบต่างๆ พบว่า ค่าคะแนนการยอมรับทางด้านสี กลิ่น ความเปรี้ยว และความชอบรวม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธี แต่มีคะแนนการยอมรับทางด้านความหวานแตกต่างกันทางสถิติ คือ การทำน้ำส้มจี๊ดพร้อมดื่มด้วยสูตรที่ 1 โดยผสมน้ำส้มจี๊ด 120 กรัม น้ำสะอาด 750 กรัม น้ำตาล 140 กรัม เกลือ 3 กรัม และนำไปฆ่าเชื้อแบบสเตอริไรส์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที และการใช้สูตรเดียวกัน แต่นำไปฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรส์ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที มีคะแนนความชอบทางด้านความหวานมากที่สุด เท่ากับ 7.23 และ 7.17 คะแนนตามลำดับ ส่วนการทำน้ำส้มจี๊ดพร้อมดื่มด้วยสูตรที่ 2 โดยผสมน้ำส้มจี๊ด 80 กรัม น้ำสะอาด 750 กรัม น้ำตาล 140 กรัม เกลือ 3 กรัม และนำไปฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรส์ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที และการใช้สูตรเดียวกัน แต่นำไปฆ่าเชื้อแบบสเตอริไรส์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที มีคะแนนความชอบทางด้านความหวานน้อยที่สุด เท่ากับ 6.63 และ 6.50 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี พบว่า น้ำส้มจี๊ดที่ผ่านกระบวนการผลิตแบบต่างๆมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมด ไม่แตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 2) แต่เมื่อตรวจสอบจุลินทรีย์ทั้งหมด หลังเก็บรักษานาน 7 วัน พบว่า การทำน้ำส้มจี๊ดพร้อมดื่มด้วยสูตรที่ 1 โดยผสมน้ำส้มจี๊ด 120 กรัม น้ำสะอาด 750 กรัม น้ำตาล 140 กรัม เกลือ 3 กรัม และนำไปฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรส์ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที พบจุลินทรีย์ ยีสต์และรา ในวันที่ 7 โดยมีจุลินทรีย์ทั้งหมดปริมาณ 2 โคลิฟอร์มต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ 3) และมียีสต์และรา ปริมาณ 1 โคลิฟอร์มต่อมิลลิลิตร ขณะที่ไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมดในกระบวนการอื่นๆ เมื่อเก็บรักษานาน 7 วัน (ตารางที่ 4) ดังนั้น แม้การยอมรับของผู้บริโภคในด้านความชอบรวมจะมีคะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี แต่การทำน้ำส้มจี๊ดพร้อมดื่มด้วยสูตรที่ 1 โดยผสมน้ำส้มจี๊ด 120 กรัม น้ำสะอาด 750 กรัม น้ำตาล 140 กรัม เกลือ 3 กรัม และนำไปฆ่าเชื้อแบบสเตอริไรส์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที มีคะแนนความชอบรวมมากที่สุด ทั้งยังเก็บรักษาได้นาน จึงเป็นกระบวนการผลิตน้ำส้มจี๊ดพร้อมดื่มที่เหมาะสมที่สุด

#### 2. ศึกษาปริมาณเพคตินที่เหมาะสมในการผลิตแยมส้มจี๊ด

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในผลิตภัณฑ์แยมส้มจี๊ดที่มีการเติมเพคตินปริมาณต่างๆ พบว่า ค่าคะแนนการยอมรับทางด้านสี รสชาติ ความหวาน ความเปรี้ยว การแผ่กระจาย และความชอบรวม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 5) แต่มีความแตกต่างทางสถิติในด้านคุณภาพทางกายภาพ คือ ค่าสี และเนื้อสัมผัส (Hardness) ของแยม โดยค่าสีนั้นพบว่า ค่า L ซึ่งแสดงค่าความสว่างของแยมที่ใส่เพคตินร้อยละ 1.25 มีมากที่สุด รองลงมา คือ เพคตินร้อยละ 1 และร้อยละ 0.75 เท่ากับ 27.81, 23.44 และ 15.85 ตามลำดับ ส่วนค่า a ของแยมที่ใส่เพคตินร้อยละ 0.75 มีค่ามากที่สุด รองลงมา คือ เพคตินร้อยละ 1.25 และร้อยละ 1 เท่ากับ 0.75, -1.59 และ -4.95 ตามลำดับ สำหรับค่า b ของแยมที่ใส่เพคตินปริมาณต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนเนื้อสัมผัสของแยมที่ใส่เพคตินปริมาณต่างๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ เมื่อเติมเพคตินมากขึ้นจะทำให้

เนื้อเยื่อมีเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้น โดยการเติมเพคตินร้อยละ 1.25 มีค่า Hardness มากที่สุด เท่ากับ 0.24 โดยเนื้อเยื่อมีความแข็งกว่ากรรมวิธีอื่น รองลงมาคือเพคตินร้อยละ 1 เท่ากับ 0.21 และเพคตินร้อยละ 0.75 เท่ากับ 0.05 ที่มีเนื้อเยื่อที่อ่อนนุ่มลงตามลำดับ (ตารางที่ 6)

การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี พบว่า เยื่อสัมผัสที่ใส่เพคตินปริมาณต่างๆ มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีปริมาณกรดทั้งหมด แตกต่างกันทางสถิติ คือ การใส่เพคตินร้อยละ 0.75 มีปริมาณกรดมากที่สุดเท่ากับ ร้อยละ 0.12 ส่วนการใส่ เพคตินร้อยละ 1 และ 1.25 มีปริมาณกรดทั้งหมดน้อยที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากัน คือ ร้อยละ 0.09 (ตารางที่ 7) นอกจากนี้ ไม่พบจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เยื่อสัมผัสที่ใส่เพคตินปริมาณต่างๆ (ตารางที่ 8) ทั้งนี้ เพคตินเป็นสารโพลีแซคคาไรด์ที่มีการพองตัวเป็นเจลเมื่อละลายน้ำ เพิ่มความหนืดและความคงตัวในผลิตภัณฑ์ (Arbuckle, 1986) เมื่อเติมเพคตินในปริมาณมากขึ้นจะทำให้เนื้อสัมผัสของเยื่อมีความแข็งตัวมากและแผ่กระจายตัวได้ไม่ดี แม้การเติมเพคตินร้อยละ 0.75 และ 1 ในการผลิตเยื่อสัมผัส จะให้ค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยเฉพาะความชอบรวม แต่การใส่ในปริมาณน้อยทำให้ประหยัดต้นทุนวัตถุดิบในการผลิต การเติมเพคตินร้อยละ 0.75 ยังทำให้เนื้อเยื่อไม่แข็งตัวจนเกินไป แผ่กระจายตัวได้ดี มีสีของเยื่อและความเปรี้ยวที่ได้การยอมรับจากผู้ทดสอบมากกว่า การใส่เพคตินร้อยละ 0.75 จึงเหมาะสมในการผลิตเยื่อสัมผัสมากที่สุด

### 3. ศึกษาความเข้มข้นของน้ำเชื่อมในการแช่เลือกสัมผัสสำหรับการผลิตมาร์มาเลดสัมผัส

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาร์มาเลดสัมผัส ในผลิตภัณฑ์มาร์มาเลดที่ใส่เปลือกสัมผัสแช่ที่ความเข้มข้นต่างๆ พบว่า ค่าคะแนนการยอมรับทางด้านสี รสชาติ ความหวาน ความเปรี้ยว และความชอบรวม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ยกเว้นในด้านการแผ่กระจายที่พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ มาร์มาเลดที่ใส่เปลือกสัมผัสแช่ที่ความเข้มข้นร้อยละ 35 °Brix มีคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด เท่ากับ 7.53 คะแนน ส่วนที่ความเข้มข้นร้อยละ 45 และ 40 °Brix มีคะแนนการยอมรับน้อยที่สุด เท่ากับ 6.37 และ 6.30 คะแนน (ตารางที่ 9) การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติในด้านค่าสี และเนื้อสัมผัส (Hardness) โดยค่าสีนั้น พบว่า ค่า L ซึ่งแสดงค่าความสว่างของมาร์มาเลดที่ใส่เปลือกสัมผัสแช่ที่ความเข้มข้นร้อยละ 40 และ 45 °Brix มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 18.97 และ 17.89 ส่วนที่ความเข้มข้นร้อยละ 35 °Brix มีค่าความสว่างน้อยที่สุด เท่ากับ 14.37 ค่า a ของมาร์มาเลดที่ใส่เปลือกสัมผัสแช่ที่ความเข้มข้นร้อยละ 35 °Brix มีค่ามากที่สุด เท่ากับ -3.80 รองลงมาคือ ความเข้มข้นร้อยละ 40 เท่ากับ -4.15 และที่ความเข้มข้น 45 °Brix มีค่า a น้อยที่สุดเท่ากับ -4.44 สำหรับค่า b ของมาร์มาเลดที่ใส่เปลือกสัมผัสแช่ที่ความเข้มข้นร้อยละ 40 °Brix มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 11.33 รองลงมา คือ ความเข้มข้นร้อยละ 45 และ 35 °Brix เท่ากับ 10.33 และ 9.89 ส่วนในด้านเนื้อสัมผัส พบว่า มาร์มาเลดมีค่า Hardness มากขึ้นเมื่อใส่เปลือกสัมผัสแช่ที่มีความเข้มข้นมากขึ้น โดย มาร์มาเลดที่ใส่เปลือกสัมผัสแช่ที่ความเข้มข้นร้อยละ 45 °Brix มีค่า Hardness มากที่สุด เท่ากับ 0.70 รองลงมาคือ ที่ความเข้มข้น 40 °Brix เท่ากับ 0.43 ส่วนที่ความเข้มข้น 35 °Brix มีค่า Hardness น้อยที่สุดเท่ากับ 0.19 (ตารางที่ 10)

การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี พบว่า มาร์มาเลดที่ใส่เปลือกสัมผัสแช่ที่ความเข้มข้นต่างๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งในด้านปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ยกเว้นปริมาณกรดทั้งหมด มีความแตกต่าง

กันทางสถิติ คือ มาร์มาเลดที่ใส่เปลือกส้มจี๊ดเข้มข้นที่ความเข้มข้น 40 °Brix มีปริมาณกรดมากที่สุด เท่ากับ ร้อยละ 0.90 รองลงมาคือ ความเข้มข้นร้อยละ 35 °Brix เท่ากับร้อยละ 0.77 และที่ความเข้มข้น 45 °Brix มีปริมาณกรดทั้งหมดน้อยที่สุดเท่ากับ ร้อยละ 0.67 (ตารางที่ 11) นอกจากนี้ ไม่พบจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์มาร์มาเลดที่ใส่เปลือกส้มจี๊ดเข้มข้นที่ความเข้มข้นต่างๆ (ตารางที่ 12) ทั้งนี้ แม้ผู้ทดสอบจะให้การยอมรับด้านสีและรสชาติต่างๆของมาร์มาเลดที่ใส่เปลือกส้มจี๊ดเข้มข้นที่ความเข้มข้นต่างๆ ไม่แตกต่างกัน แต่มาร์มาเลดที่ใส่เปลือกส้มจี๊ดเข้มข้นที่ความเข้มข้นร้อยละ 35 มีคะแนนความชอบรวมมากที่สุด อาจเนื่องจากองค์ประกอบด้านเนื้อสัมผัสของ มาร์มาเลดมีความแข็งตัวน้อยจึงมีการแผ่กระจายตัวได้ดีด้วย การใส่เปลือกส้มจี๊ดเข้มข้นที่ความเข้มข้นร้อยละ 35 จึงเหมาะสมในการผลิตมาร์มาเลดส้มจี๊ดที่สุด

#### 4. ศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่ส้มจี๊ด

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเยลลี่ส้มจี๊ดที่เติมคาราจีแนนปริมาณต่างๆ พบว่า ค่าคะแนนการยอมรับทางด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ในด้านสี พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ เยลลี่ส้มจี๊ดที่ใส่คาราจีแนนร้อยละ 1.5 และ 1 มีคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด เท่ากับ 8.07 และ 7.87 คะแนน ส่วนการใส่คาราจีแนนร้อยละ 2 มีคะแนนการยอมรับน้อยที่สุด เท่ากับ 7.43 คะแนน (ตารางที่ 13) ซึ่งเมื่อตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพในด้านค่าสีของเยลลี่ส้มจี๊ด พบว่า การเติมคาราจีแนนมากขึ้นทำให้เยลลี่มีสีอ่อนลง โดยค่า L ของสีเยลลี่มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ เยลลี่ที่ใส่คาราจีแนนร้อยละ 2 มีค่า L ที่แสดงความสว่างมากที่สุดเท่ากับ 15.96 รองลงมา คือ คาราจีแนนร้อยละ 1.5 เท่ากับ 13.65 และ คาราจีแนนร้อยละ 1 มีค่า L น้อยที่สุด เท่ากับ 11.34 ส่วนค่า a และ b ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 14) การเติมคาราจีแนนมากหรือน้อยเกินไปจึงมีผลต่อการยอมรับทางด้านสีของผู้ทดสอบ เช่นเดียวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเยลลี่ส้มจี๊ดที่แม้ผู้ทดสอบจะให้การยอมรับไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพพบว่า ด้าน Hardness Gumminess และ Springiness ของเยลลี่ส้มจี๊ดที่ใส่คาราจีแนนปริมาณต่างๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ ค่า Hardness ของเยลลี่ส้มจี๊ดที่ใส่คาราจีแนนร้อยละ 1.5 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 1.24 คือเนื้อเยลลี่ค่อนข้างแข็งและไม่อ่อนนุ่มเกินไป รองลงมาคือการเติมคาราจีแนนร้อยละ 2 เท่ากับ 0.78 และการเติมคาราจีแนนร้อยละ 1 มีค่า Hardness น้อยที่สุดเท่ากับ 0.34 ซึ่งทำให้เนื้อเยลลี่ค่อนข้างอ่อนนุ่ม ค่า Gumminess ของเยลลี่ส้มจี๊ดที่ใส่คาราจีแนนร้อยละ 1.5 และ 2 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.12 และ 0.10 คือเนื้อเยลลี่ค่อนข้างมีความเหนียวแต่แตกตัวได้ดีพร้อมกลืน ส่วนการเติมคาราจีแนนร้อยละ 1 มี ค่า Gumminess น้อยที่สุดเท่ากับ 0.05 คือเนื้อเยลลี่มีการแตกตัวเร็วและมากเกินไป และค่า Springiness ของเยลลี่ส้มจี๊ดที่ใส่คาราจีแนนร้อยละ 1.5 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 4.82 คือเนื้อเยลลี่ค่อนข้างมีความยืดหยุ่นมากและคงรูปได้ดี ส่วนเยลลี่ที่ใส่คาราจีแนนร้อยละ 1 และ 2 มีค่า Springiness น้อยที่สุดเท่ากับ 2.76 และ 2.48 คือเนื้อเยลลี่มีความยืดหยุ่นน้อยคงรูปน้อยกว่า และเสียรูปทรงง่ายกว่าเมื่อออกแรงกด อย่างไรก็ตามการเติมคาราจีแนนปริมาณต่างๆไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัสด้านการเคี้ยวและความหนึบที่บอกถึงการเกาะตัวกันเองของเนื้ออาหาร โดยพบว่าค่า Chewiness และ Cohesiveness ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 15)

การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของเยลลี่ส้มจี๊ด พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดที่ศึกษา ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเยลลี่ส้มจี๊ดที่

ใส่คาราจีแนนร้อยละ 2 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้มากที่สุดเท่ากับ 31 °Brix รองลงมาคือการเติมคาราจีแนนร้อยละ 1.5 เท่ากับ 30.66 °Brix ส่วนการเติมคาราจีแนนร้อยละ 1 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้น้อยที่สุดเท่ากับ 29.33 °Brix (ตารางที่ 16) ทั้งนี้ เยลลี่ส้มจี๊ดที่เติมคาราจีแนนปริมาณต่างๆ มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบเท่ากันคือ น้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม และไม่พบยีสต์และรา (ตารางที่ 17) จากการทดลองจะเห็นว่าคาราจีแนนมีผลต่อเนื้อสัมผัสหลายด้านของเยลลี่ คาราจีแนนในรูปสารละลายมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์เยลลี่เกิดการแข็งตัวเป็นเจล (นิริยา, 2545) เมื่อความเข้มข้นของคาราจีแนนสูงขึ้น จึงทำให้เจลมีโครงสร้างแข็งแรงขึ้น (Nishinari *et al*, 1990) การเติมคาราจีแนนร้อยละ 1.5 ทำให้เยลลี่มีเนื้อสัมผัสที่ไม่อ่อนนุ่มหรือแข็งจนเกินไป มีความเหนียวพอเหมาะ และยืดหยุ่นดีผลิตภัณฑ์จึงคงรูปได้ดี มีผู้ทดสอบให้คะแนนเนื้อสัมผัสและความชอบรวมมาก จึงเป็นปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมต่อการผลิตเยลลี่ส้มจี๊ดมากที่สุด

### 5. ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการผลิตส้มจี๊ดแช่อิ่มอบแห้ง

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในผลิตภัณฑ์ส้มจี๊ดแช่อิ่มที่ใช้ระยะเวลาอบแห้งต่างๆกัน พบว่าค่าคะแนนการยอมรับทางด้านรสชาติ และเนื้อสัมผัส ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธี แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านสีและความชอบรวม คือ การอบนาน 5 และ 6 ชั่วโมง มีคะแนนการยอมรับในด้านสีจากผู้บริโภคมากที่สุด เท่ากับ 6.77 และ 6.70 คะแนน ตามลำดับ รองลงมาคือการอบนาน 7 ชั่วโมง เท่ากับ 6.10 คะแนน ส่วนการอบนาน 8 ชั่วโมง มีคะแนนการยอมรับจากผูบริโภคน้อยที่สุด เท่ากับ 5.77 คะแนน สำหรับคะแนนความชอบรวมนั้น พบว่า การอบนาน 5 ชั่วโมง มีคะแนนความชอบรวมมากที่สุด เท่ากับ 6.77 คะแนน อาจเนื่องจากการอบโดยใช้ระยะเวลาดังกล่าวไม่ทำให้ส้มจี๊ดสูญเสียคุณภาพทางด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และสีของผลิตภัณฑ์ การอบนาน 6, 7 และ 8 ชั่วโมง จึงมีคะแนนความชอบรวมลดลงตามเวลาการอบที่นานขึ้นเท่ากับ 6.37, 5.93 และ 5.90 ตามลำดับ (ตารางที่ 18) อาจเนื่องจากผลิตภัณฑ์เริ่มมีการเปลี่ยนสี รสชาติ และมีเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างแข็งกระด้างมากขึ้น ดังแสดงในคุณภาพทางกายภาพด้านสี ปริมาณกรดทั้งหมด และค่า Hardness การใช้เวลาอบนาน 5 ชั่วโมง จึงเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตส้มจี๊ดแช่อิ่มอบแห้ง เนื่องจากผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้ ตลอดจนสี สัน รสชาติ และเนื้อสัมผัส มากกว่ากรรมวิธีอื่น

จากการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของส้มจี๊ดแช่อิ่มอบแห้ง โดยตรวจสอบค่าสีของเนื้อด้านในและค่าสีเปลือกส้มจี๊ด พบว่า ค่าสีของเนื้อด้านในส้มจี๊ดที่อบแห้งในระยะเวลาต่างๆ มีค่า L และ b ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ค่า a มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ การอบนาน 7 ชั่วโมง มีค่าสี a มากที่สุด เท่ากับ -1.02 รองลงมาคือการอบนาน 8, 6 และ 5 ชั่วโมง เท่ากับ -1.88, -2.42 และ -2.49 ตามลำดับ ในส่วนของสีเปลือกส้มจี๊ด พบว่า มีค่า L และ a ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่า b มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ การอบนาน 6 ชั่วโมง มีค่าสี b มากที่สุด เท่ากับ 9.40 รองลงมาคือ การอบนาน 7, 5 และ 8 ชั่วโมง เท่ากับ 7.78, 7.56 และ 6.48 ตามลำดับ เมื่อตรวจสอบเนื้อสัมผัส (Hardness) ของเปลือกส้มจี๊ดแช่อิ่มอบแห้ง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ ยิ่งอบนานค่า Hardness จะมากขึ้น โดยการอบนาน 8 ชั่วโมง มีค่า Hardness มากที่สุด เท่ากับ 16.69 รองลงมาคือ การอบนาน 7 และ 6 ชั่วโมง เท่ากับ 15.50 และ 14.20 ตามลำดับ ส่วนการอบนาน 5 ชั่วโมง มีค่า Hardness น้อยที่สุด เท่ากับ 12.81 ซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด เนื่องจากเนื้อสัมผัสมีความแข็งกระด้างน้อยที่สุด (ตารางที่ 19)

การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของสั้มน้ำเชื่อมอบแห้ง พบว่า มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้และความ เป็นกรด-ด่าง ไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี แต่มีปริมาณกรดทั้งหมดแตกต่างกันทางสถิติ โดยการอบนาน 8 ชั่วโมง มีปริมาณกรดทั้งหมดมากที่สุด เท่ากับ ร้อยละ 0.22 รองลงมาคือ การอบนาน 7 ชั่วโมง เท่ากับ ร้อยละ 0.20 และการอบ 5 และ 6 ชั่วโมง มีปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากันคือ ร้อยละ 0.19 (ตารางที่ 20) ทั้งนี้ สั้มน้ำเชื่อม อบแห้งที่ใช้ระยะเวลาอบแห้งต่างๆกัน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบเท่ากัน คือ น้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม ซึ่ง อยู่ในระดับปลอดภัยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวง อุตสาหกรรม ที่กำหนดให้ผลไม้แช่เย็นมีจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน  $1 \times 10^4$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (สำนักงาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2557) และไม่พบยีสต์และรา (ตารางที่ 21)

## 6. ศึกษากรรมวิธีแปรรูปสั้มน้ำเชื่อมเป็นไอศกรีมเชอร์เบท

### 6.1 ศึกษาปริมาณน้ำสั้มน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมเชอร์เบทสั้มน้ำเชื่อม

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเชอร์เบทสั้มน้ำเชื่อมที่ใช้ปริมาณน้ำสั้มน้ำเชื่อม ต่างๆกันเป็นส่วนผสม พบว่า ค่าคะแนนการยอมรับทางด้านกลิ่น สี และเนื้อสัมผัส ไม่มีความแตกต่างทางสถิติใน ทุกกรรมวิธี แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านรสชาติและความชอบรวม คือ ไอศกรีมเชอร์เบทที่มีการเติม น้ำสั้มน้ำเชื่อมร้อยละ 50 มีคะแนนการยอมรับในด้านรสชาติมากที่สุดเท่ากับ 7.55 คะแนน รองลงมาคือ การเติมน้ำสั้มน้ำเชื่อมร้อยละ 60, 70 และ 80 เท่ากับ 7.30, 6.80 และ 6.70 คะแนน ตามลำดับ เช่นเดียวกับคะแนนความชอบรวมที่ การเติมน้ำสั้มน้ำเชื่อมร้อยละ 50 มีคะแนนการยอมรับมากที่สุดเท่ากับ 7.50 คะแนน รองลงมาคือ การเติมน้ำสั้มน้ำเชื่อม ร้อยละ 60, 70 และ 80 เท่ากับ 7.20, 7.15 และ 6.85 คะแนน ตามลำดับ อาจเป็นผลมาจากน้ำสั้มน้ำเชื่อมมีค่าความ เป็นกรดสูง เมื่อเติมลงไปปริมาณที่มากขึ้น จะทำให้ไอศกรีมเกิดรสเปรี้ยวเพิ่มมากขึ้น จนทำให้ผู้บริโภครับรู้ได้ และไม่ชอบ ทำให้คะแนนการยอมรับทางด้านรสชาติและความชอบรวมมีค่าน้อยลง (ตารางที่ 22)

การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของไอศกรีม พบว่า มีอัตราการละลายของไอศกรีม เมื่อตั้งทิ้งไว้ นาน 30 นาที ไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี เนื่องจากไอศกรีมเชอร์เบทน้ำสั้มน้ำเชื่อม ไม่มีการเติมเจลาติน ซึ่ง เป็นสารเพิ่มความหนืด ที่ช่วยให้ไอศกรีมเกิดลักษณะเป็นเจล (gelling) หรือเป็นสารรักษาความคงตัว (stabilising) หรือช่วยลดการละลายของไอศกรีมจึงทำให้ไอศกรีมเชอร์เบทน้ำสั้มน้ำเชื่อมมีอัตราการละลายที่ใกล้เคียงกัน เช่นเดียวกับค่าโอเวอร์รัน (Overrun) ที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงถึงปริมาณน้ำสั้มน้ำเชื่อมและส่วนผสมต่างๆ ไม่มีผลต่อปริมาณอากาศที่เข้าไประหว่างทำไอศกรีม เนื้อสัมผัสของไอศกรีมจึงมีลักษณะใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 23) แต่เมื่อตรวจสอบคุณภาพทางเคมี พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านปริมาณของแข็งที่ละลายได้และความ เป็นกรด-ด่าง คือ การเติมน้ำสั้มน้ำเชื่อมร้อยละ 50 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้มากที่สุด เท่ากับ 42.30 °Brix รองลงมาคือ การเติมน้ำสั้มน้ำเชื่อมร้อยละ 70 เท่ากับ 42.25 °Brix และการเติมน้ำสั้มน้ำเชื่อมร้อยละ 60 และ 80 มีปริมาณ ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดน้อยที่สุดเท่ากันคือ 42.20 °Brix ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างนั้น พบว่า ลดลงตาม ปริมาณน้ำสั้มน้ำเชื่อมที่เพิ่มขึ้น โดยการเติมน้ำสั้มน้ำเชื่อมที่เติมน้ำสั้มน้ำเชื่อมที่ร้อยละ 50 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง มากที่สุด เท่ากับ 2.45 รองลงมาคือการเติมน้ำสั้มน้ำเชื่อมร้อยละ 60 และ 70 เท่ากับ 2.39 และ 2.38 ตามลำดับ ส่วนไอศกรีมที่ เติมน้ำสั้มน้ำเชื่อมร้อยละ 80 มีค่าความเป็นกรด-ด่างน้อยที่สุด เท่ากับ 2.35 (ตารางที่ 24) เนื่องจากน้ำสั้มน้ำเชื่อมมีรสชาติ

เปรี๊ยะว เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำส้มจืดขณะที่ส่วนผสมอื่นมีค่าคงที่ ส่งผลให้ไอศกรีมเชอร์เบทน้ำส้มจืดมีค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น

## 6.2 ศึกษาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมเชอร์เบทน้ำส้มจืด

จากการนำส่วนผสมของไอศกรีมเชอร์เบทน้ำส้มจืดที่เหมาะสมใน 4.2 มาเติมเจลาตินในปริมาณต่างๆ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ในด้านกลิ่นและสีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม คือ ด้านรสชาติ พบว่า มีคะแนนการยอมรับการเติมเจลาตินร้อยละ 0.5 มากที่สุด เท่ากับ 7.30 คะแนน รองลงมาคือ การเติมร้อยละ 0.6 และ 0.7 เท่ากับ 7.10 และ 7.15 คะแนน ตามลำดับ ส่วนการเติมร้อยละ 0 หรือไม่มีการเติมเจลาติน มีคะแนนน้อยที่สุด เท่ากับ 6.80 คะแนน ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า มีคะแนนการยอมรับการเติมเจลาตินร้อยละ 0.5 มากที่สุด เท่ากับ 7.40 รองลงมาคือ การเติมร้อยละ 0.6 และ 0.7 ซึ่งมีคะแนนเท่ากัน คือ 7.25 คะแนน ส่วนการเติมร้อยละ 0 มีคะแนนน้อยที่สุด เท่ากับ 7.10 คะแนน ด้านความชอบรวม พบว่า มีคะแนนการยอมรับการเติมเจลาตินร้อยละ 0.5 มากที่สุด เท่ากับ 7.50 คะแนน รองลงมาคือ การเติมร้อยละ 0.7 และ 0.6 เท่ากับ 7.32 และ 7.30 คะแนน ส่วนการเติมร้อยละ 0 มีคะแนนน้อยที่สุด เท่ากับ 7.10 คะแนน (ตารางที่ 25) เนื่องจากเจลาตินเป็นสารให้ความคงตัว (stabilizer) ซึ่งช่วยป้องกันการรวมตัวหรือจับตัวเป็นก้อน เพิ่มความเหนียว ทำให้เกิดเจลในไอศกรีมระหว่างการแช่แข็ง จึงช่วยป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ในไอศกรีม ไอศกรีมจึงมีเนื้อสัมผัสที่เรียบเนียน (Arbuckle, 1986) ไอศกรีมที่ไม่มีการเติมเจลาตินจะมีลักษณะเป็นเกล็ดน้ำแข็ง ดังนั้น การเติมเจลาตินในไอศกรีมเชอร์เบทน้ำส้มจืดจึงทำให้ผู้บริโภคมีการยอมรับมากที่สุดโดยเฉพาะเมื่อเติมปริมาณร้อยละ 0.5

การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของไอศกรีม พบว่า อัตราการละลายของไอศกรีม เมื่อตั้งทิ้งไว้เวลานาน 30 นาที และค่าโอเวอร์รัน (Overrun) มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี คือ ไอศกรีมที่มีการเติม เจลาตินร้อยละ 0.7 มีอัตราการละลายช้าที่สุด เท่ากับ 0.53 กรัมต่อนาที รองลงมาคือ การเติมเจลาตินร้อยละ 0.6, 0.5 และ 0 เท่ากับ 0.75, 0.89 และ 0.93 กรัมต่อนาที ตามลำดับ ส่วนค่าโอเวอร์รัน พบว่า การเติมเจลาตินร้อยละ 0.7 มีค่าโอเวอร์รันมากที่สุด เท่ากับ ร้อยละ 28.67 รองลงมาคือ การเติมเจลาตินร้อยละ 0.6, 0.5 และ 0 มีค่าโอเวอร์รันเท่ากับ ร้อยละ 26.33, 24.67 และ 20.20 ตามลำดับ (ตารางที่ 26) แสดงให้เห็นว่าการเติมเจลาตินช่วยให้ อัตราการละลายของไอศกรีมเชอร์เบทน้ำส้มจืดลดลง ไอศกรีมมีการจับตัว ขึ้นฟู และเหนียวหนืดดีกว่า เนื่องจากมีปริมาณอากาศในเนื้อไอศกรีมน้อยกว่า จึงทำให้ไอศกรีมคงรูปอยู่ได้นานกว่าการไม่เติมเจลาติน ส่วนการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งในด้านปริมาณของแข็งที่ละลายได้และค่าความเป็นกรด-ด่าง (ตารางที่ 27)

## 7. ศึกษาปริมาณน้ำส้มจืดที่เหมาะสมในการผลิตเค้กส้มจืด

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในผลิตภัณฑ์เค้กส้มจืดที่เติมปริมาณน้ำส้มจืดต่างๆกันในส่วนผสม พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธี โดยในด้านสี พบว่า การเติมน้ำส้มจืด 75 และ 100 กรัม มีคะแนนการยอมรับมากที่สุด เท่ากับ 7.43 และ 7.33 คะแนน ตามลำดับ อาจเนื่องจากสีของผลิตภัณฑ์เค้กส้มจืดมีสีเหลืองอมส้มมากขึ้น เมื่อเติมปริมาณน้ำส้มจืดเพิ่มขึ้น ผู้บริโภคจึงให้คะแนนมากตามสีที่ปรากฏ ส่วนการเติมน้ำส้มจืด 0 และ 50 กรัม จะมีคะแนนการยอมรับน้อยที่สุด เท่ากับ 6.30 และ 6.47 คะแนน ตามลำดับ ด้านกลิ่น



พบว่า การเติมปริมาณน้ำส้มจืด 100 และ 75 กรัม มีคะแนนการยอมรับมากที่สุด เท่ากับ 8.17 และ 7.77 คะแนน ตามลำดับ เนื่องจากน้ำส้มจืดมีกลิ่นหอม เมื่อเติมในปริมาณมากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นส้มมากขึ้นด้วย ส่วนการเติมน้ำส้มจืด 50 และ 0 กรัม จะมีคะแนนการยอมรับน้อยที่สุด เท่ากับ 5.77 และ 6.17 คะแนน ตามลำดับ ด้านรสชาติ พบว่า พบว่า การเติมน้ำส้มจืด 75 กรัม มีคะแนนการยอมรับมากที่สุด เท่ากับ 7.80 คะแนน รองลงมาคือ การเติมน้ำส้มจืด 50, 100 และ 0 กรัม เท่ากับ 6.80, 6.20 และ 5.67 คะแนน ตามลำดับ ทั้งนี้ น้ำส้มจืดมีค่าความเป็นกรดสูง การเติมน้ำส้มจืดในปริมาณมากเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์เค้กส้มจืดมีรสเปรี้ยว ขณะที่การใส่น้อยเกินไปก็จะทำให้รสสัมผัสกลมกล่อมด้วยส่วนผสมอื่นๆ ซึ่งทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภคได้ ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า การเติมน้ำส้มจืด 100 กรัม มีคะแนนการยอมรับมากที่สุด เท่ากับ 6.93 คะแนน รองลงมาคือ การเติมน้ำส้มจืด 75, 50 และ 0 กรัม เท่ากับ 6.90, 6.57 และ 5.63 คะแนน ตามลำดับ แสดงว่าเมื่อเติมน้ำส้มจืดมากขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เค้กส้มจืดมีเนื้อสัมผัสที่เนียนมากขึ้น ด้านความชอบรวม พบว่า การเติมน้ำส้มจืด 75 กรัม มีคะแนนการยอมรับมากที่สุด เท่ากับ 8.00 คะแนน รองลงมาคือการเติมน้ำส้มจืด 100 และ 50 กรัม เท่ากับ 7.13 และ 6.93 คะแนน ตามลำดับ ส่วนการเติมน้ำส้มจืด 0 กรัม หรือไม่เติมนั้น มีคะแนนการยอมรับน้อยที่สุด เท่ากับ 5.80 คะแนน (ตารางที่ 28)

การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เค้กส้มจืด พบว่า ค่าสี L a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี โดยค่า L ที่แสดงถึงความสว่างของผลิตภัณฑ์เค้กส้มจืดที่มีการเติมน้ำส้มจืด 100 กรัม มีค่า L มากที่สุด เท่ากับ 66.72 รองลงมาคือ การเติมน้ำส้มจืด 75 กรัม เท่ากับ 64.64 ส่วนการเติมน้ำส้มจืด 50 และ 0 กรัม มีค่า L น้อยที่สุด เท่ากับ 62.96 และ 62.02 การตรวจสอบค่า a พบว่า การเติมปริมาณน้ำส้มจืด 100 กรัม มีค่า a มากที่สุด เท่ากับ -2.18 รองลงมาคือ การเติมน้ำส้มจืด 75, 50 และ 0 กรัม เท่ากับ -2.62, -3.31 และ -4.29 ส่วนการตรวจสอบค่า b พบว่า การเติมน้ำส้มจืด 100 กรัม มีค่า b มากที่สุด เท่ากับ 28.78 รองลงมาคือ การเติมน้ำส้มจืด 75 และ 50 กรัม เท่ากับ 27.11 และ 27.09 ส่วนการเติมน้ำส้มจืด 0 กรัม มีค่า b น้อยที่สุด เท่ากับ 26.00 ทั้งนี้ เนื่องจากน้ำส้มจืดมีสีเหลืองส้ม เมื่อเติมลงในผลิตภัณฑ์จึงมีผลต่อค่าสี การใส่ในปริมาณมากขึ้นค่า L จะเพิ่มขึ้น ค่า a ลดลง ส่วนค่า b เพิ่มขึ้น สำหรับการตรวจสอบเนื้อสัมผัสของเค้กส้มจืด พบว่า ค่าแรงกดและค่าแรงตัดมีความแตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธี โดยเค้กที่เติมน้ำส้มจืด 100 กรัม มีค่าแรงกด และค่าแรงตัดสูงสุด เท่ากับ 0.21 และ 9.73 นิวตัน รองลงมาคือ การเติมน้ำส้มจืด 75 กรัม มีค่าแรงกดและค่าแรงตัดเท่ากับ 0.20 และ 7.87 นิวตัน การเติมน้ำส้มจืด 50 กรัม มีค่าแรงกดและค่าแรงตัดเท่ากับ 0.17 และ 6.73 นิวตัน และการเติมปริมาณน้ำส้มจืด 0 กรัม มีค่าแรงกดและค่าแรงตัดน้อยที่สุด เท่ากับ 0.13 และ 5.66 นิวตัน ซึ่งค่าแรงกดและแรงตัดนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำส้มจืด ทำให้เค้กมีความอ่อนนุ่มลดลง แต่การขึ้นฟูของเค้กกลับมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจากตรวจสอบการขึ้นฟูของเค้กส้มจืดที่เติมปริมาณน้ำส้มจืด พบว่า การเติมปริมาณน้ำส้มจืด 100 กรัม มีการขึ้นฟูสูงสุด เท่ากับ 5.70 เซนติเมตร รองลงมาคือ การเติมน้ำส้มจืด 75 และ 50 กรัม เท่ากับ 5.16 และ 4.90 เซนติเมตร ส่วนการเติมปริมาณน้ำส้มจืด 0 กรัม หรือไม่มีการเติม มีการขึ้นฟูต่ำสุด เท่ากับ 4.20 เซนติเมตร (ตารางที่ 29) ทั้งนี้ การตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เค้กส้มจืดนั้นพบว่า มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบเท่ากัน คือ น้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม และไม่พบยีสต์และรา (ตารางที่ 30)

## การทดลองย่อยที่ 2.2 การศึกษาลิโมนีนและเพคตินจากส้มจี๊ดและการใช้ประโยชน์

### 1. การศึกษาสารลิโมนีนจากส้มจี๊ด

#### 1.1 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ดโดยการกลั่นด้วยน้ำ

การศึกษากการสกัดสารลิโมนีนจากเปลือกส้มจี๊ดทำได้โดยการกลั่นด้วยน้ำ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อกลั่นด้วยน้ำ ตัวอย่างเปลือกส้มจี๊ดปั่นละเอียดจะให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยเฉลี่ยมากกว่าตัวอย่างเปลือกส้มจี๊ดไม่ปั่น โดยมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้เฉลี่ยคือ 3.4214 และ 1.3252 กรัม ตามลำดับ คิดเป็นปริมาณน้ำมันหอมระเหยร้อยละ 0.49 และ 0.19 โดยน้ำหนักสด แต่เปลือกส้มจี๊ดปั่นละเอียดจะใช้เวลาในการกลั่นโดยเฉลี่ยมากกว่าเปลือกส้มจี๊ดไม่ปั่นคือ 6 และ 2 ชั่วโมง ตามลำดับ ทั้งนี้ เนื่องจากการปั่นเปลือกส้มจี๊ดให้เป็นชิ้นละเอียดจะทำให้ไขมันหอมระเหยแตกออกจากเซลล์เนื้อเยื่อของเปลือกส้มจี๊ด และช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสกับน้ำได้มากขึ้น จึงทำให้สามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยออกได้มากกว่า น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จึงมีลักษณะเป็นของเหลวใสสีเหลืองจาง และมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว (ตารางที่ 31)

#### 1.2 การศึกษาองค์ประกอบน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ด

การศึกษากองค์ประกอบน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ดโดยการวิเคราะห์ด้วย GC-MS ซึ่งเปรียบเทียบข้อมูลพิกัดกับฐานข้อมูล Wiley Database และรายงานผลเฉพาะพิกัดที่มี % quality ของพิกัดมากกว่า 70% ผลการวิเคราะห์พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ดประกอบไปด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนกลุ่ม terpene ( $C_{10}H_{16}$ ) ได้แก่  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene,  $\beta$ -mycene, dl-limonene,  $\gamma$ -terpinene และ  $\alpha$ -terpinolene กลุ่ม sesquiterpenes ( $C_{15}H_{24}$ ) ได้แก่ (-)-germacrene,  $\delta$ -cadinene,  $\gamma$ -eudesmol,  $\beta$ -eudesmol และ  $\alpha$ -eudesmol กลุ่ม terpine alcohol ได้แก่ linalool,  $\beta$ -terpineol,  $\alpha$ -terpineol และ 4-methy-1-(1-methylethyl)-3-cyclohexen-1-ol และสารประกอบแอลกอฮอล์ อัลดีไฮด์ และเอสเทอร์ ได้แก่ ethanol, octanal, nonanal และ geranyl acetate (ตารางที่ 32) ซึ่งสารประกอบทั้งหมดนี้เป็นสารประกอบที่ระเหยได้ง่ายและสามารถพบได้ในน้ำมันหอมระเหยต่างๆ นอกจากนี้โครมาโทแกรมน้ำมันหอมจากเปลือกส้มจี๊ดโดย GC-MS ยังแสดงให้เห็นว่า น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ดนั้นมี dl-limonene ที่ retention time 8.63 นาที เป็นสารองค์ประกอบหลัก (ภาพที่ 1)

### 2. การศึกษาการสกัดเพคตินจากกากเปลือกส้มจี๊ดเหลือทิ้ง

การสกัดเพคตินจากกากเปลือกส้มจี๊ด โดยการต้มกับการสลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.3 M แล้วตกตะกอนเพคตินด้วยเอทานอล 95% จะได้เพคตินที่มีลักษณะเป็นตะกอนเจลสีเหลืองอ่อน (ภาพที่ 2) เมื่อนำตะกอนที่ได้ไปอบแห้งด้วยตู้อบแห้งแบบลมร้อนตู้อบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง จะได้ผงเพคตินที่มีเข้มข้นจากเพคตินก่อนอบ (ภาพที่ 3)

#### 2.1 ศึกษาผลของการล้างสีและน้ำตาลออกจากกากส้มจี๊ด

การศึกษากผลของการล้างสีและน้ำตาลออกจากกากเปลือกส้มจี๊ด 3 กรรมวิธี คือ ไม่ล้าง ล้างด้วยเอทานอล 85% และน้ำ ก่อนนำมาสกัดเพคตินนั้น พบว่า การล้างกากเปลือกส้มจี๊ดด้วยน้ำก่อนนำมาสกัด จะได้เพคตินที่มีน้ำหนักน้อย เนื่องจากเพคตินเป็นสารที่สามารถละลายได้ในน้ำ การล้างกากเปลือกส้มจี๊ดหลายครั้งก่อนนำมาสกัด อาจทำให้เพคตินถูกน้ำล้างออกไป จึงทำให้ได้เพคตินในปริมาณต่ำมาก เมื่อพิจารณาจากค่าความสว่าง (L) จะเห็น

ได้ว่า การล้างกากเปลือกส้มจี๊ดด้วยเอทานอลก่อนนำไปสกัดเพคตินจะให้เพคตินที่มีความสว่างมากกว่ากากเปลือกส้มจี๊ดที่ไม่ได้ล้าง (ตารางที่ 33)

## 2.2 การศึกษาผลการล้างตะกอนต่อสีของเพคตินที่สกัดได้

การศึกษากการล้างตะกอนต่อสีของเพคตินที่สกัดได้ โดยศึกษาจำนวนครั้งในการล้างตะกอนด้วยเอทานอล 200 มิลลิลิตร จำนวน 3, 6, 9, 12 และ 15 ครั้ง แล้วล้างตะกอนด้วยอะซิโตน 100 มิลลิลิตร 1 ครั้ง อบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส พบว่า เมื่อล้างตะกอนเพคตินที่ได้ด้วยเอทานอล 200 มิลลิลิตร หลายๆ ครั้ง จะทำให้ตะกอน เพคตินที่ได้มีค่าความสว่างมากขึ้น แต่น้ำหนักของเพคตินที่ได้ต่ำลง เนื่องจากสารปนเปื้อนที่ทำให้เพคตินที่ได้มีสีน้ำตาลเข้มนั้นถูกกำจัดชะล้างออกได้ ดังนั้นการสกัดเพคตินจากกากเปลือกส้มจี๊ดโดยการต้มกับการสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.3 M ตกตะกอนเพคตินด้วยเอทานอล 95% ล้างกากเปลือกส้มจี๊ดด้วยเอทานอลก่อนการสกัดและล้างตะกอนเพคตินที่ได้ด้วยเอทานอลหลายๆ ครั้ง จะช่วยทำให้เพคตินมีความบริสุทธิ์มากขึ้นและทำให้ได้เพคตินที่มีสีอ่อนลง (ตารางที่ 34)

## 2.3 ศึกษาปริมาณและตรวจสอบคุณสมบัติของเพคตินที่สกัดจากกากส้มจี๊ดเหลือทิ้งกับเทียบกับเพคตินทางการค้า

การศึกษาคุณสมบัติของเพคตินที่สกัดจากกากส้มจี๊ดเหลือทิ้งเทียบกับเพคตินทางการค้า โดยศึกษาปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า และปริมาณเมทอกซิล พบว่า เพคตินจากเปลือกส้มจี๊ดมีความชื้นสูงกว่าเพคตินทางการค้า คือ 15.82% และ 10.07% ตามลำดับ ปริมาณเถ้าของเพคตินจากเปลือกส้มจี๊ดใกล้เคียงกับเพคตินทางการค้า คือ 2.40% และ 2.22% ตามลำดับ (ตารางที่ 35) สำหรับปริมาณเมทอกซิลเป็นปริมาณการเกิดเอสเทอร์ไฟด์ที่หมู่คาร์บอกซิล ( $-\text{COOH}$ ) โดยเกิดจากหมู่เมทิล ( $-\text{CH}_3$ ) ในโครงสร้างของเพคติน โดยตำแหน่งของหมู่คาร์บอกซิลที่เกิดเอสเทอร์ไฟด์จะกลายเป็น  $-\text{COOCH}_3$  ปริมาณเมทอกซิลยังเป็นปริมาณที่ใช้จัดจำแนกชนิดของเพคตินออกเป็น 2 ประเภทคือ

High methoxyl pectins (HMP) เป็นเพคตินที่มีปริมาณเมทอกซิลตั้งแต่ 8.16% ขึ้นไป เพคตินชนิดนี้สามารถเกิดเจลได้ในสภาวะที่มีน้ำตาลและกรดในปริมาณที่เหมาะสม โดยใช้ น้ำตาลในการเกิดเจลประมาณ 60-65%

Low methoxyl pectins (LMP) เป็นเพคตินที่มีปริมาณเมทอกซิลน้อยกว่า 8.16% เพคตินชนิดนี้เกิดเจลได้เมื่อมีไอออนของโลหะอยู่ด้วย เช่น แคลเซียมไอออน แมกนีเซียมไอออน

เพคตินแต่ละชนิดจะมีหมู่คาร์บอกซิล (carboxyl) ของกรดกาแลคทูโรนิกที่ถูกเอสเทอร์ไฟด์ (esterified) ด้วยหมู่เมทิลได้ต่างกัน อัตราส่วนของหมู่เมทิลที่ถูกเอสเทอร์ไฟด์จะแสดงในรูปของระดับการเกิดเอสเทอร์ิฟิเคชัน (degree of esterification) หรือเรียกย่อๆว่า ค่า DE ซึ่งจะเป็นเปอร์เซ็นต์ของกรดกาแลคทูโรนิกที่ถูกเอสเทอร์ไฟด์ต่อจำนวนกรดกาแลคทูโรนิก ค่า DE เป็นสมบัติเฉพาะของเพคติน มีผลต่อการเกิดเจลและการละลายน้ำของเพคติน (Yapo, 2009)

จากการศึกษาปริมาณเมทอกซิลของเพคตินจากเปลือกส้มจี๊ดเทียบกับเพคตินทางการค้า มีปริมาณเมทอกซิลเฉลี่ย 5.58% และ 7.59% ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณต่ำกว่า 8.16% จึงจัดอยู่ในกลุ่ม low methoxyl pectins ทั้งสองชนิด

### 3. การศึกษาวิธีการใช้ประโยชน์จากสารสกัดลิโมนินและเพคตินจากเปลือกส้มจี๊ด

#### 3.1 การศึกษาการผลิตสเปรย์น้ำไต่ยุง

ผลการจากการศึกษาการผลิตสเปรย์น้ำไต่ยุงจากน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ด เทียบกับสารลิโมนิน โดยนำส่วนน้ำมัน 10 มิลลิลิตร เอทิลแอลกอฮอล์ 60 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร ค่อยๆ ผสมให้เข้ากัน แล้วเทใส่กรวยแยก ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นรินเอาส่วนน้ำ บรรจุขวดพลาสติกหัวสเปรย์ ทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงต่อยุงกลางวัน ด้วยเทคนิค repellent testing โดยส่งทดสอบที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้างต้นไม่สามารถป้องกันยุงได้ต่อเนื่องถึง 3 ชั่วโมง เนื่องจากผลิตภัณฑ์ระเหยเร็วไม่ติดอยู่ที่ผิวหนัง ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ด มีองค์ประกอบเป็นลิโมนิน และสารกลุ่มเทอร์พีนชนิดต่างๆ ซึ่งเป็นสารที่ระเหยได้ง่าย ทำให้กลิ่นของสเปรย์น้ำไต่ยุงสามารถติดอยู่ที่ผิวหนังได้นาน (ตารางที่ 36)

#### 3.2 การศึกษาการผลิตโลชั่นไต่ยุง

การศึกษาการผลิตโลชั่นไต่ยุงจากน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้มจี๊ดพัฒนาจากสูตรโลชั่นบำรุงผิวของบริษัท ฮงฮวด จำกัด โดยใช้ น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ดเทียบกับการใช้น้ำมันตะไคร้หอม ทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ไต่ยุงกลางวันกึ่งภาคสนาม ณ ห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์พบว่า โลชั่นไต่ยุงจากน้ำมันหอมระเหยเปลือกส้มจี๊ดมีประสิทธิภาพการไต่ยุงเช่นเดียวกับโลชั่นไต่ยุงจากน้ำมันตะไคร้หอม สามารถผ่านการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ไต่ยุงกลางวันกึ่งภาคสนามได้ (ตารางที่ 37) อาจเนื่องจากส่วนผสมของโลชั่นสามารถอยู่ติดผิวและช่วยยึดกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ดให้อยู่ได้นานเมื่อบาบน้ำได้ จึงมีประสิทธิภาพในการไต่ยุง นอกจากนี้ น้ำมันหอมระเหยชนิดอื่นๆ เช่น น้ำมันแพทซูรี และน้ำมันยูคาลิปตัส ก็เป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพไต่ยุงเช่นกัน (Trongtokit *et al.*, 2005)

#### 3.3 การศึกษาการผลิตเจลน้ำหอมปรับอากาศ

##### 3.3.1 ศึกษาการเกิดเจลของเพคติน

การศึกษาการเกิดเจลของเพคตินโดยเปรียบเทียบการใช้เพคตินเป็นสารก่อเจลที่ความเข้มข้น 3, 6, 9 และ 12% กับการใช้เพคตินร่วมกับ Sodium polyacrylate 1% เป็นสารก่อเจล ซึ่งพบว่าการใช้เพคตินที่ความเข้มข้น 3, 6, 9 และ 12% จะได้สารละลายที่มีลักษณะเป็นของเหลวข้นเหนียว ไม่เกิดเป็นเจล (ตารางที่ 38) ทั้งนี้เนื่องมาจากการเกิดเจลของเพคตินนั้นจะต้องรวมตัวกับน้ำตาลและกรดในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดเป็นเจลที่อ่อนนุ่มนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ แยม เยลลี่ (Ptitchkina *et al.*, 1994) โดยทั่วไปเพคตินจะใช้เป็นสารที่ทำให้ข้นหนืด กรณีที่นำเพคตินมารวมกับ sodium polyacrylate ซึ่งเป็นสารก่อเจลทำให้เนื้อของเจลนั้นมีความแข็งมากขึ้น ซึ่งการใช้เพคติน 3% ก็สามารถทำให้เจลมีความแข็งพอสมควรในการนำมาผลิตเจลน้ำหอมได้

##### 3.3.2 การศึกษาการผลิตเจลน้ำหอมปรับอากาศ

การศึกษาการผลิตเจลน้ำหอมปรับอากาศจากเพคติน โดยใช้เพคติน 3% ร่วมกับ sodium polyacrylate 1% เป็นสารก่อเจล และใช้น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ดเป็นองค์ประกอบของสารให้กลิ่นทั้งสองกลิ่นนั้นพบว่า การเปลี่ยนแปลงระดับความแรงของกลิ่นเจลน้ำหอมปรับอากาศที่เปิดฝาทิ้งไว้ 0, 5, 10 และ

15 วัน โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธี Descriptive Analysis จะเห็นได้ว่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสในระดับความแรงของกลิ่นเจลาติน้ำหอมปรับอากาศทั้งสองสูตรที่เปิดฝาทิ้งไว้จะลดลงเมื่อเวลามากขึ้น โดยจะลดลงถึงระดับปานกลางหลังจากเปิดฝาทิ้งไว้ 10 วัน และระดับความแรงของกลิ่นน้อยหลังจากเปิดฝาทิ้งไว้ 15 วัน สามารถเทียบได้กับกลิ่นน้ำหอมปรับอากาศในท้องตลาดทั่วไปซึ่งมีอายุการใช้งานประมาณ 15-20 วัน (ตารางที่ 39)

## 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษากรรมวิธีการแปรรูปและการใช้ประโยชน์จากส้มจี๊ด โดยแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ 7 รูปแบบ ได้แก่ น้ำส้มจี๊ดพร้อมดื่ม แยมส้มจี๊ด มาร์มาเลดส้มจี๊ด เยลลี่ส้มจี๊ด ส้มจี๊ดแช่อิ่มอบแห้ง ไอศกรีมเชอร์เบทส้มจี๊ด และเค้กส้มจี๊ด และพิจารณาความเหมาะสมของสูตรในการทำผลิตภัณฑ์ต่างๆจากผลการประเมินโดยผู้ทดสอบ 30 ราย ในด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยเฉพาะความชอบรวม ประกอบกับคุณภาพทางกายภาพเคมี และปริมาณจุลินทรีย์ พบว่า ในการทำน้ำส้มจี๊ดพร้อมดื่ม ควรใช้น้ำส้มจี๊ด 120 กรัมต่อน้ำ 750 กรัม และฆ่าเชื้อแบบสเตอริไรส์ที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แยมส้มจี๊ด ใช้น้ำส้มจี๊ด 600 กรัมต่อน้ำ 1,200 กรัม และปริมาณเพคตินร้อยละ 0.75 ของส่วนผสมทั้งหมด การทำมาร์มาเลดส้มจี๊ด ควรใช้เปลือกส้มจี๊ด 300 กรัม ต่อน้ำเชื่อม 1,000 กรัม ที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 35 °Brix ในการแช่อิ่มเปลือกส้มจี๊ดเพื่อทำมาร์มาเลด การทำเยลลี่ส้มจี๊ด ควรใช้น้ำส้มจี๊ด 300 กรัมต่อน้ำ 1,350 กรัม และปริมาณคาราจีแนนร้อยละ 1.5 ของส่วนผสมทั้งหมด การทำส้มจี๊ดแช่อิ่มอบแห้ง ควรใช้ส้มจี๊ด 4,000 กรัมต่อน้ำ 2,200 กรัม น้ำตาลทราย 1,800 กรัม แช่อิ่มแบบช้า ประมาณ 5-6 วัน อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง การทำไอศกรีมเชอร์เบทส้มจี๊ด ควรใช้น้ำส้มจี๊ด ร้อยละ 50 และเติมเจลาตินร้อยละ 0.5 ของส่วนผสมไอศกรีม และการทำเค้กส้มจี๊ด ควรใช้น้ำส้มจี๊ด 75 กรัม เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เค้กส้มจี๊ด จึงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีการยอมรับมากที่สุด ทั้งนี้ หากมีการศึกษาถึงคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์ร่วมด้วยนอกเหนือจากรสชาติและลักษณะของผลิตภัณฑ์แล้ว อาจเพิ่มมูลค่าให้ผลิตภัณฑ์ได้อีกระดับหนึ่ง

สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆนั้นพบว่า เปลือกส้มจี๊ดมีสารสกัดต่างๆที่นำไปใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบ โดยการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ดสามารถทำได้ด้วยการกลั่นด้วยน้ำ และมีการปั่นเปลือกส้มจี๊ดให้ละเอียดก่อนนำไปกลั่น ซึ่งจะทำให้ได้น้ำมันหอมระเหยในปริมาณมาก โดยน้ำมันหอมระเหยดังกล่าวมี dl-limonene เป็นองค์ประกอบหลัก และสารเทอร์พีนต่างๆ เป็นองค์ประกอบย่อย นอกจากนี้เปลือกส้มจี๊ดยังนำไปสกัดเพคตินได้โดยการต้มกับการสลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.3 M แล้วตกตะกอนเพคตินด้วยเอทานอล 95% และหากมีการล้างกากเปลือกส้มจี๊ดด้วยเอทานอลก่อนการสกัดและล้างตะกอนเพคตินที่ได้ด้วยเอทานอลหลายๆ ครั้ง จะทำให้เพคตินมีความบริสุทธิ์มากขึ้นและมีสีอ่อนลง โดยเพคตินจากเปลือกส้มจี๊ดที่ได้มีปริมาณเมทอกซิลเฉลี่ย 5.58% และจัดอยู่ในกลุ่ม low methoxyl pectins เมื่อนำน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ดไปพัฒนาเป็นสเปรย์น้ำใล่ยุงนั้นพบว่า ยังไม่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ป้องกันยุง เนื่องจากไม่สามารถติดที่ผิวหนังได้นานกว่า 3 ชั่วโมงได้ จึงควรพัฒนาปรับปรุงสูตรของสเปรย์ใล่ยุงใหม่เพื่อให้มีการกักเก็บน้ำมันหอมระเหยให้ได้นานขึ้น เช่นการใช้เทคนิค encapsulation มาประยุกต์ด้วย หรือเพิ่มสารที่สามารถดูดซับสารองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยไว้ได้ เช่น zeolites silica แต่สำหรับการพัฒนาการใช้ประโยชน์น้ำมันหอมระเหยจากส้มจี๊ดเป็นโลชั่นใล่ยุง สามารถผ่านการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงได้ เนื่องจากมีการ

เติมน้ำมันหอมระเหยชนิดอื่นๆ ด้วย อีกทั้งการอยู่ในสารที่มีลักษณะเป็นอิมัลชันจะช่วยลดการระเหยของน้ำมันหอมระเหยได้ดีกว่าน้ำ ส่วนการนำเพคตินจากเปลือกส้มจี๊ดมาใช้ประโยชน์โดยนำมาพัฒนาเป็นสารก่อเจลในเจลน้ำหอมปรับอากาศ สามารถใช้เพคติน 3% ร่วมกับ sodium polyacrylate 1% ในน้ำปูนใส และประยุกต์ใช้น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ดร่วมกับน้ำมันหอมระเหยชนิดอื่นๆ เป็นน้ำหอม ซึ่งจะได้เจลน้ำหอมปรับอากาศที่มีระดับความแรงของกลิ่นในระดับที่ยอมรับได้นาน 10 วัน

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาด้านการแปรรูปส้มจี๊ดเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆและนำไปใช้ประโยชน์ เป็นองค์ความรู้ที่สามารถนำไปถ่ายทอดสู่เกษตรกรและผู้ประกอบการในพื้นที่ภาคตะวันออกซึ่งเป็นแหล่งปลูกส้มจี๊ดได้นำมาซึ่งแนวทางในการนำวัตถุดิบในท้องถิ่นมาพัฒนาปรับปรุงและใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด สร้างมูลค่าการผลิตพืชในท้องถิ่น และสนับสนุนเป็นพืชทางเลือกให้เกษตรกรสร้างรายได้ต่อไปในอนาคตได้

## 11. เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557. **มะนาวแพง ใช้ส้มจี๊ดแทนก็ได้** สืบค้นเมื่อ 9 ธันวาคม 2557, จาก [http://www.agriman.doae.go.th/home/news3/news3\\_1/Plam/0037\\_calamondin%2826.03.10%29.pdf](http://www.agriman.doae.go.th/home/news3/news3_1/Plam/0037_calamondin%2826.03.10%29.pdf)
- ชวนิษฐ์ สิทธิดิถีรัตน์ พิลานี ไวกนอมสตัย จิราพร เชื้อกุล และ ปรีศนา สิริอาษา. 2548. การผลิตเพคตินจากเปลือกและกากผลส้มเหลืองทิ้ง. ใน **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43 : สาขาสัตว สาขาอุตสาหกรรมเกษตร**. กรุงเทพมหานคร. 684 น.
- นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. **เคมีอาหาร**. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพมหานคร. 487 น.
- บริษัทฮงฮวด จำกัด. 2556. **สูตรทำโลชั่น/ครีมทาผิว DIY Skin Lotion/Cream**. สืบค้นเมื่อ 16 ธันวาคม 2556, จาก <http://honghuatshop.blogspot.com/2010/10/diy-skin-lotion-cream.html>
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2557. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ ชุม ช น ผล ไม้ แอ้ม** สืบค้นเมื่อ 19 ธันวาคม 2557, จาก [http://app.tisi.go.th/otop/pdf\\_file/tcps161\\_46.pdf](http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps161_46.pdf)
- Arbuckle, W.S. 1986. **Ice Cream** (4th ed.). Westport, Connecticut : The AVI Publishing Company Inc. 843 p.
- Calamondin-The Most Versatile Citrus. 2557. สืบค้นเมื่อ 19 ธันวาคม 2557, จาก <http://aggie-horticulture.tamu.edu/patiocitrus/Calamondin.html>
- Hosni, K., Zahed, N., Chrif, R., Abid, I., Medfei, W., Kallel, M., Brahim, N. B., and Sebei, H. 2010. Composition of peel essential oils from four selected Tunisian Citrus species: Evidence for the genotypic influence. **Food Chemistry**. 123 (4) : 1098-1104.
- Nishinari, K., Watase, M., Williams, P.A. and Phillips, G.O.. 1990. **K-carrageenan Gels** : Effect of Sucrose, Glucose, Urea, and Guanidine Hydrochloride on the Rheological and Thermal Properties. **Journal of Agriculture and Food chemistry**. 3 (8) : 1188-1193.
- Ptitchkina, N. M., Danilova, I. A., Doxastakis, G., Kasapis, S., and Morris, E. R. 1994. Pumpkin pectin: gel formation at unusually low concentration. **Carbohydrate Polymers**. 23 : 265-273.

- Singthong, J., S.W.Cui S. Ningsanond, and H.D. Goff. 2004. Stuctural characterization, degree of estertification and some gelling properties of Krueo Ma Noy pectin (*Cissampelos pareira*) pectin. **Cabohydrate Polymers**. 58 : 391 –400.
- Tao, N.-g., Liu, Y.-j., and Zhang, M.-l. 2009. Chemical composition and antimicrobial activities of essential oil from the peel of bingtang sweet orange (*Citrus sinensis* Osbeck). **International Journal of Food Science & Technology**, 44 : 1281-1285.
- Trongtokit, Y., Rongsriyam, Y., Komalamisra, N., and Apiwathnasorn, C. 2005. Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites. **Phytotherapy Research**. 19 : 303-309.
- Yapo, B. M. (2009). Pectin quantity, composition and physicochemical behaviour as influenced by the purification process. **Food Research International**. 42 : 1197–1202.

## 12. ภาคผนวก

**ตารางที่ 1** ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มจี๊ดพร้อมดื่ม

กรรมวิธี	ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน)				
	สี <sup>ns</sup>	กลิ่น <sup>ns</sup>	ความหวาน	ความเปรี้ยว <sup>ns</sup>	ความชอบรวม <sup>ns</sup>
สูตรที่ 1 ซ้ำเชื้อที่ 80 °C นาน 1 นาที	6.70	6.70	7.17 a	6.87	7.30
สูตรที่ 1 ซ้ำเชื้อที่ 100 °C นาน 5 นาที	6.23	6.80	7.23 a	6.97	7.43
สูตรที่ 2 ซ้ำเชื้อที่ 80 °C นาน 1 นาที	6.70	7.03	6.63 b	6.33	7.30
สูตรที่ 2 ซ้ำเชื้อที่ 100 °C นาน 5 นาที	6.70	6.80	6.50 b	6.47	7.00

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยในสมมติเดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกัน แตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี

Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 2** ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของน้ำส้มจี๊ดพร้อมดื่ม

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่	ความเป็น	ปริมาณกรดทั้งหมด
	ละลายได้ (°Brix) <sup>ns</sup>	กรด-ต่าง (pH) <sup>ns</sup>	(ร้อยละ) <sup>ns</sup>
สูตรที่ 1 ซ้ำเชื้อที่ 80 °C นาน 1 นาที	16.5	2.06	0.814
สูตรที่ 1 ซ้ำเชื้อที่ 100 °C นาน 5 นาที	16.5	2.11	0.922
สูตรที่ 2 ซ้ำเชื้อที่ 80 °C นาน 1 นาที	15.5	2.11	0.795
สูตรที่ 2 ซ้ำเชื้อที่ 100 °C นาน 5 นาที	15.5	2.23	0.839

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

**ตารางที่ 3** ผลการตรวจสอบจุลินทรีย์ทั้งหมดของน้ำส้มจืดพร้อมดื่ม

กรรมวิธี	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อมิลลิเมตร)			
	ที่อายุเก็บรักษาต่างกัน (วัน)			
	0	3	5	7
สูตรที่ 1 ซ้ำเชื้อที่ 80 °C นาน 1 นาที	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	2
สูตรที่ 1 ซ้ำเชื้อที่ 100 °C นาน 5 นาที	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สูตรที่ 2 ซ้ำเชื้อที่ 80 °C นาน 1 นาที	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สูตรที่ 2 ซ้ำเชื้อที่ 100 °C นาน 5 นาที	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

**ตารางที่ 4** ผลการตรวจสอบปริมาณยีสต์และราของน้ำส้มจืดพร้อมดื่ม

กรรมวิธี	ปริมาณยีสต์และรา (โคโลนีต่อมิลลิเมตร)			
	ที่อายุเก็บรักษาต่างกัน (วัน)			
	0	3	5	7
สูตรที่ 1 ซ้ำเชื้อที่ 80 °C นาน 1 นาที	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	1
สูตรที่ 1 ซ้ำเชื้อที่ 100 °C นาน 5 นาที	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สูตรที่ 2 ซ้ำเชื้อที่ 80 °C นาน 1 นาที	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สูตรที่ 2 ซ้ำเชื้อที่ 100 °C นาน 5 นาที	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

**ตารางที่ 5** ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแยมส้มจืด

ปริมาณเพคติน (ร้อยละ)	ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน)					
	สี <sup>ns</sup>	รสชาติ <sup>ns</sup>	ความหวาน <sup>ns</sup>	ความเปรี้ยว <sup>ns</sup>	การแผ่กระจาย <sup>ns</sup>	ความชอบรวม <sup>ns</sup>
0.75	7.23	6.90	6.77	6.57	6.77	7.07
1	6.80	7.03	6.93	6.47	6.50	7.07
1.25	6.87	6.80	6.80	6.57	6.47	6.67

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

**ตารางที่ 6** ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของแยมส้มจืด

ปริมาณเพคติน (ร้อยละ)	ค่าสี			Hardness
	L	a	b <sup>ns</sup>	
0.75	15.85 c	0.75 a	7.15	0.05 c
1	23.44 b	-4.95 c	8.61	0.21 b
1.25	27.81 a	-1.59 b	8.43	0.24 a

หมายเหตุ Hunter color value; L : lightness (100=light , 0 = dark)  
a : + show redness , - show greenness  
b : + show yellowness , - show blueness

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ  
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกัน แตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



**ตารางที่ 7** ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของแยมส้มจี๊ด

ปริมาณpektin (ร้อยละ)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix) <sup>ns</sup>	ความเป็นกรด-ด่าง (pH) <sup>ns</sup>	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ)
0.75	64	2.84	0.12 a
1	59	2.87	0.09 b
1.25	62	2.84	0.09 b

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ  
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกัน แตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 8** ผลการตรวจสอบจุลินทรีย์ของแยมส้มจี๊ด

ปริมาณpektin (ร้อยละ)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)	ปริมาณยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม)
0.75	ไม่พบ	ไม่พบ
1	ไม่พบ	ไม่พบ
1.25	ไม่พบ	ไม่พบ

**ตารางที่ 9** ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาร์มาเลดส้มจี๊ด

ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่ใช้เชื่อมเปลือกส้มจี๊ด (°Brix)	ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน)				
	สี <sup>ns</sup>	รสชาติ <sup>ns</sup>	ความหวาน <sup>ns</sup>	ความเปรี้ยว <sup>ns</sup>	ความชอบรวม <sup>ns</sup>
35	7.20	6.73	6.50	6.40	7.23
40	7.10	6.93	6.67	6.47	6.87
45	7.07	7	6.43	6.27	6.93

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

**ตารางที่ 10** ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของมาร์มาเลดส้มจี๊ด

ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่ใช้เชื่อมเปลือกส้มจี๊ด (°Brix)	Hardness
35	0.19 b
40	0.43 ab
45	0.70 a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกัน แตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 11** ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของมาร์มาเลดส้มจี๊ด

ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่ใช้เชื่อมเปลือกส้มจี๊ด (°Brix)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix) <sup>ns</sup>	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) <sup>ns</sup>	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ)
35	62	2.81	0.77 ab
40	58	2.79	0.90 a
45	59	2.81	0.67 b

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ  
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกัน แตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 12** ผลการตรวจสอบจุลินทรีย์ของมาร์มาเลดส้มจี๊ด

ความเข้มข้นของน้ำเชื่อม ที่ใช้เชื่อมเปลือกส้มจี๊ด (°Brix)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g)
35	ไม่พบ	ไม่พบ
40	ไม่พบ	ไม่พบ
45	ไม่พบ	ไม่พบ

**ตารางที่ 13** ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเยลลี่ส้มจี๊ด

ปริมาณคาราจีแนน (ร้อยละ)	ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน)			
	สี	รสชาติ <sup>ns</sup>	เนื้อสัมผัส <sup>ns</sup>	ความชอบรวม <sup>ns</sup>
1	7.87 a	7.60	7.10	7.57
1.5	8.07 a	7.40	7.40	7.90
2	7.43 b	7.43	7.20	7.60

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกัน แตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 14** ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของเยลลี่ส้มจี๊ด

ปริมาณคาราจีแนน (ร้อยละ)	ค่าสี		
	L	a <sup>ns</sup>	b <sup>ns</sup>
1	11.34 c	-4.35	1.23
1.5	13.65 b	-4.59	0.43
2	15.96 a	-4.35	1.42

หมายเหตุ Hunter color value; L : lightness (100=light , 0 = dark)  
a : + show redness , - show greenness  
b : + show yellowness , - show blueness

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกัน แตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 15** ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของเยลลี่ส้มจี๊ด

ปริมาณคาราจีแนน (ร้อยละ)	Hardness	Gumminess	Chewiness <sup>ns</sup>	Springiness	Cohesiveness <sup>ns</sup>
1	0.34 c	0.05 b	0.23	2.76 b	0.13
1.5	1.24 a	0.12 a	0.33	4.82 a	0.09
2	0.78 b	0.10 a	0.26	2.48 b	0.15

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกัน แตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 16** ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของเยลลี่ส้มจี๊ด

ปริมาณคาราจีแนน (ร้อยละ)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) <sup>ns</sup>	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ) <sup>ns</sup>
1	29.33 b	0.39	2.61
1.5	30.66 ab	0.07	2.65
2	31 a	0.41	2.63

**หมายเหตุ** ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ  
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกัน แตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี  
Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 17** ผลการตรวจสอบจุลินทรีย์ของเยลลี่ส้มจี๊ด

ปริมาณคาราจีแนน (ร้อยละ)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g)
1	<30	ไม่พบ
1.5	<30	ไม่พบ
2	<30	ไม่พบ

**ตารางที่ 18** ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของส้มจี๊ดแช่อิ่มอบแห้ง

ระยะเวลาที่ใช้อบแห้ง (ชั่วโมง)	ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน)			
	สี	รสชาติ <sup>ns</sup>	เนื้อส้มฝืด <sup>ns</sup>	ความชอบรวม
5	6.77 a	6.53	6.17	6.77 a
6	6.70 a	6.47	6.13	6.37 ab
7	6.10 ab	6.23	5.77	5.93 b
8	5.77 b	6.27	5.97	5.90 b

**หมายเหตุ** ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ  
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกัน แตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี  
Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 19** ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของส้มจี๊ดแช่อิ่มอบแห้ง

ระยะเวลาที่ใช้ อบแห้ง (ชั่วโมง)	สีของเนื้อด้านในเปลือก			สีของเปลือก			Hardness
	L <sup>ns</sup>	a	b <sup>ns</sup>	L <sup>ns</sup>	a <sup>ns</sup>	b	
5	24.32	-2.49 b	12.09	16.84	2.55	7.56 b	12.81 c
6	25.45	-2.42 b	11.42	19.41	1.98	9.40 a	14.20 bc
7	23.95	-1.02 a	10.27	17.90	2.40	7.78 b	15.50 ab
8	22.92	-1.88 b	10.82	16.60	1.68	6.48 b	16.69 a

**หมายเหตุ** Hunter color value; L : lightness (100=light , 0 = dark)  
a : + show redness , - show greenness  
b : + show yellowness , - show blueness

**หมายเหตุ** ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ  
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกัน แตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี  
Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 20** ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของส้มจี๊ดแช่อิ่มอบแห้ง

ระยะเวลาที่ใช้ อบแห้ง (ชั่วโมง)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix) <sup>ns</sup>	ความเป็นกรด-ด่าง (pH) <sup>ns</sup>	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ)
5	30	2.87	0.19 b
6	28.67	2.86	0.19 b
7	28.67	2.85	0.20 b
8	28.67	2.88	0.22 a

**หมายเหตุ** ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ  
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกัน แตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี  
Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 21** ผลการตรวจสอบจุลินทรีย์ของส้มจี๊ดแช่อิ่มอบแห้ง

ระยะเวลาที่ใช้ อบแห้ง (ชั่วโมง)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)	ปริมาณยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม)
5	<30	ไม่พบ
6	<30	ไม่พบ
7	<30	ไม่พบ
8	<30	ไม่พบ

**ตารางที่ 22** ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมเชอร์เบทส้มจี๊ด

ปริมาณน้ำส้มจี๊ด (ร้อยละ)	ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน)				
	กลิ่น <sup>ns</sup>	สี <sup>ns</sup>	รสชาติ	เนื้อสัมผัส <sup>ns</sup>	ความชอบรวม
50	7.00	7.10	7.55 a	7.60	7.50 a
60	6.95	7.10	7.30 b	7.55	7.20 b
70	7.05	7.00	6.80 c	7.50	7.15 c
80	7.05	7.05	6.70 d	7.45	6.85 d

**หมายเหตุ** ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ  
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกัน แตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี  
Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 23** ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของไอศกรีมเชอร์เบทส้มจี๊ด

ปริมาณน้ำส้มจี๊ด (ร้อยละ)	อัตราการละลายของไอศกรีม <sup>ns</sup> (กรัมต่อนาที)	Overrun <sup>ns</sup> (ร้อยละ)
50	0.90	20.05
60	0.90	19.95
70	0.93	20.00
80	0.93	19.90

**หมายเหตุ** ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

**ตารางที่ 24** ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของไอศกรีมเชอร์เบทส้มจี๊ด

ปริมาณน้ำส้มจี๊ด (ร้อยละ)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)
50	42.30 a	2.45 a
60	42.20 b	2.39 ab
70	42.25 ab	2.38 ab
80	42.20 b	2.35 b

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกัน แตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี  
Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

**ตารางที่ 25** ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมเชอร์เบทส้มจี๊ด

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน)				
	กลิ่น <sup>ns</sup>	สี <sup>ns</sup>	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
0	6.80	7.05	6.80 c	7.10 c	7.10 c
0.5	6.82	7.08	7.30 a	7.40 a	7.50 a
0.6	6.78	7.03	7.10 b	7.25 b	7.30 b
0.7	6.83	7.05	7.15 b	7.25 b	7.32 b

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ  
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกัน แตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี  
Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 26** ผลการประเมินคุณภาพทางกายภาพของไอศกรีมเชอร์เบทส้มจี๊ด

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	อัตราการละลายของไอศกรีม (กรัมต่อนาที)	Overrun (ร้อยละ)
0	0.93 a	20.20 d
0.5	0.89 b	24.67 c
0.6	0.75 c	26.33 b
0.7	0.53 d	28.67 a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกัน แตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี  
Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

**ตารางที่ 27** ผลการประเมินคุณภาพทางเคมีของไอศกรีมเชอร์เบทส้มจี๊ด

ปริมาณเจลาติน (ร้อยละ)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix) <sup>ns</sup>	ความเป็นกรด-ด่าง (pH) <sup>ns</sup>
0	42.25	2.40
0.5	42.28	2.38
0.6	42.30	2.38
0.7	42.28	2.39

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

**ตารางที่ 28** ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กส้มจี๊ด

ปริมาณน้ำส้มจี๊ด (กรัม)	ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
0	6.30 b	5.77 b	5.67 d	5.63 d	5.80 c
50	6.47 b	6.17 b	6.80 b	6.57 c	6.93 b
75	7.43 a	7.77 a	7.80 a	6.90 b	8.00 a
100	7.33 a	8.17 a	6.20 c	6.93 a	7.13 b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกัน แตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี  
Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

**ตารางที่ 29** ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เค้กส้มจี๊ด

ปริมาณน้ำส้มจี๊ด (กรัม)	ค่าสี			เนื้อสัมผัส (นิวตัน)		การขึ้นฟูของเค้ก (เซนติเมตร)
	L	a	b	แรงกด	แรงตัด	
0	62.02 c	0.13 d	5.66 d	0.13 d	5.66 d	4.20 c
50	62.96 c	0.17 c	6.73 c	0.17 c	6.73 c	4.90 b
75	64.64 b	0.20 b	7.87 b	0.20 b	7.87 b	5.16 b
100	66.72 a	0.21 a	9.73 a	0.21 a	9.73 a	5.70 a

หมายเหตุ Hunter color value; L : lightness (100=light , 0 = dark)  
a : + show redness , - show greenness  
b : + show yellowness , - show blueness

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกัน แตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 30 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เค้กส้มจี๊ด

ปริมาณน้ำส้มจี๊ด (กรัม)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)	ยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม)
0	< 30	ไม่พบ
50	< 30	ไม่พบ
75	< 30	ไม่พบ
100	< 30	ไม่พบ

ตารางที่ 31 ปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ดที่กลั่นด้วยน้ำ

จำนวนครั้งที่กลั่นด้วยน้ำ	น้ำหนักน้ำมันหอมระเหยที่ได้ (กรัม)	
	เปลือกส้มจี๊ดไม่ปน	เปลือกส้มจี๊ดปนละเอียด
1	3.2123	1.5042
2	2.9364	1.1234
3	3.1253	0.9345
4	3.6874	1.2433
5	3.8123	1.4252
6	3.3364	1.2534
7	3.4347	1.6487
8	3.4325	1.7523
9	3.5643	1.2783
10	3.6724	1.0887
เฉลี่ย	1.3252	3.4214
% yield	0.19	0.49

ตารางที่ 32 สารประกอบน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ดสกัดโดยวิธี GC-MS เทียบกับ Wiley database

Retention time (min.)	Chemical name*	CAS NO.	Area (%)	Quality**
1.40	ethanol	64-17-5	0.12	90
5.91	$\alpha$ -pinene	80-56-8	0.58	96
6.97	$\beta$ -pinene	127-91-3	0.48	97
7.36	$\beta$ -mycene	123-35-3	1.95	91
7.69	octanal	124-13-0	0.83	96
8.63	dl-limonene	138-86-3	85.75	99
9.22	$\gamma$ -terpinene	99-85-4	0.12	96
10.02	$\alpha$ -terpinolene	586-62-9	0.23	97
10.40	linalool	78-70-6	1.35	97
10.48	nonanal	124-19-6	0.50	93
11.64	$\beta$ -terpineol	138-87-4	0.34	98
12.55	4-methyl-1-(1-methylethyl)-3-cyclohexen-1-ol	562-74-3	0.52	97
12.98	$\alpha$ -terpineol	98-55-5	2.24	91
18.08	Geranyl acetate	105-87-3	0.48	91
20.55	(-)-germacrene	23986-74-5	0.40	98
21.56	$\delta$ -cadinene	483-76-1	0.08	97
24.14	$\gamma$ -eudesmol	1209-71-8	0.74	95
24.57	$\beta$ -eudesmol	473-15-4	0.37	90
24.64	$\alpha$ -eudesmol	473-16-5	0.41	99

\* Chemical name ได้จากการเปรียบเทียบพีคกับฐานข้อมูล Wiley database

\*\* รายงานผลเฉพาะพีคที่มี %quality ของพีคมากกว่า 70%

ตารางที่ 33 น้ำหนักและค่าสีของเพคตินที่ได้จากการล้างสีและน้ำตาลจากกากเปลือกส้มจี๊ดก่อนสกัดเพคติน

การล้างสี	น้ำหนักเพคติน (g)	ค่าสี		
		L	a	b
ไม่ล้าง	7.5014	52.80	4.66	9.22
85% EtOH	3.0963	62.91	5.00	11.79
น้ำ	0.3120	49.90	4.06	7.87

ตารางที่ 34 น้ำหนักและค่าสีของเพคตินที่ได้จากการล้างตะกอนจำนวนครั้งต่างๆ

จำนวนครั้งที่ล้างตะกอนเพคติน	น้ำหนักเพคติน (g)	ค่าสี		
		L	a	b
3	2.9349	53.51	5.57	12.17
6	4.3720	55.59	5.14	12.73
9	6.1389	57.43	5.24	11.72
12	1.4509	72.33	3.77	11.98
15	1.7510	70.46	4.05	12.28

ตารางที่ 35 คุณสมบัติของเพคตินทางการค้าและเพคตินจากเปลือกส้มจี๊ด

คุณสมบัติ	เพคตินทางการค้า	เพคตินจากเปลือกส้มจี๊ด
% ความชื้น	10.07	15.82
% เถ้า	2.22	2.40
% DE	46.50	34.20
% methoxyl	7.59	5.58

ตารางที่ 36 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสเปรย์น้ำไอลู่งต่ออุ้งกลางวันโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

ตัวอย่าง	ผลการทดสอบ
สเปรย์น้ำไอลู่งจากน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ด	ไม่ผ่าน
สเปรย์น้ำไอลู่งจากลิโมนีน	ไม่ผ่าน

ตารางที่ 37 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของโลชั่นไอลู่งต่ออุ้งกลางวันโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

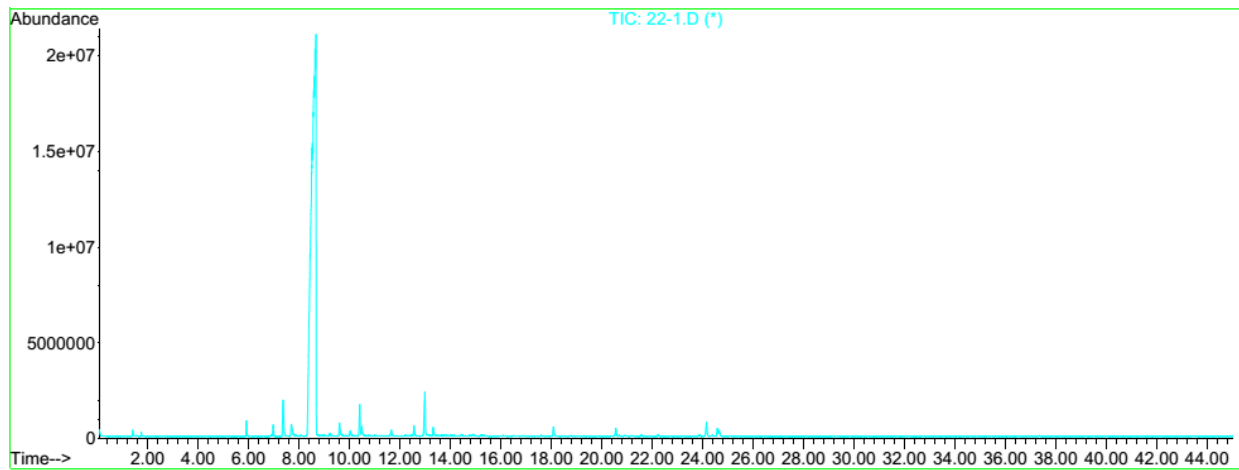
ตัวอย่าง	ผลการทดสอบ
โลชั่นผสมน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มจี๊ด	ผ่าน
โลชั่นผสมน้ำมันตะไคร้หอม	ผ่าน

ตารางที่ 38 ลักษณะของสารละลายเพคตินความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับการใช้เพคตินร่วมกับ 1% sodium polyacrylate ในละลายน้ำปูนใส

ความเข้มข้น (%)	ลักษณะของสารละลาย	
	เพคติน	เพคตินร่วมกับ 1% sodium polyacrylate
3	เป็นของเหลวข้นเหนียว	เป็นเจล
6	เป็นของเหลวข้นเหนียว	เป็นเจล
9	เป็นของเหลวข้นเหนียว	เป็นเจล
12	เป็นของเหลวข้นเหนียว	เป็นเจล

ตารางที่ 39 ระดับความแรงของกลิ่นเจลาติน้ำหอมปรับอากาศทั้งสองสูตรระหว่างเปิดและปิดฝาทิ้งไว้ 0-15 วัน

จำนวนวัน	ระดับความแรง (คะแนน)			
	สูตร 1 เปิดฝา	สูตร 1 ปิดฝา	สูตร 2 เปิดฝา	สูตร 2 ปิดฝา
0	4.80	4.80	4.80	4.80
5	4.10	4.80	4.00	4.80
10	2.90	4.70	3.00	4.80
15	2.10	4.80	1.90	4.80



ภาพที่ 1 โครมาโทแกรมน้ำมันหอมจากเปลือกส้มจัดโดย GC-MS



ภาพที่ 2 เพคตินที่สกัดได้จากกากส้มจัดก่อนอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 3 เพคตินที่สกัดได้จากกากส้มจัดหลังอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส